

Cambio climático y gobernanza

Una visión transdisciplinaria

Rosalía IBARRA SARLAT

Coordinadora



Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Investigaciones Jurídicas

CAMBIO CLIMÁTICO Y GOBERNANZA
Una visión transdisciplinaria

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS
Serie DOCTRINA JURÍDICA, núm. 869

COORDINACIÓN EDITORIAL

Lic. Raúl Márquez Romero
Secretario Técnico

Mtra. Wendy Vanesa Rocha Cacho
Jefa del Departamento de Publicaciones

Cristopher Raúl Martínez Santana
Cuidado de la edición y formación en computadora

Ricardo Hernández Montes de Oca
Apoyo editorial

Edith Aguilar Gálvez
Elaboración de portada

CAMBIO CLIMÁTICO Y GOBERNANZA

Una visión transdisciplinaria

ROSALÍA IBARRA SARLAT
Coordinadora



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS
México, 2019

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad
Nacional Autónoma de México.

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Primera edición: 30 de septiembre de 2019

DR © 2019. Universidad Nacional Autónoma de México

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES JURÍDICAS

Circuito Maestro Mario de la Cueva s/n
Ciudad de la Investigación en Humanidades
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 Ciudad de México

Impreso y hecho en México

ISBN 978-607-30-2119-7

CONTENIDO

Prólogo	XI
María Amparo MARTÍNEZ ARROYO	
Marco Antonio HEREDIA FRAGOSO	

PRIMERA PARTE

LA RESPUESTA INTERNACIONAL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

CAPÍTULO I

De la Convención Marco de las Naciones Unidas al Acuerdo de París: una larga trayectoria científica, política y económica	3
Rosalía IBARRA SARLAT	

CAPÍTULO II

A propósito del cambio climático y otros <i>cuentos chinos</i> : consecuencias de la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París	37
Sergio SALINAS ALCEGA	

CAPÍTULO III

Cooperación internacional y desgobernanza financiera en el cambio climático	65
José Clemente RUEDA ABAD	

SEGUNDA PARTE

MEDIDAS ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

CAPÍTULO IV

Análisis de la nucleoelectricidad como estrategia de mitigación	91
Beatriz HERNÁNDEZ MÉNDEZ	
Sergio SUÁREZ CONTRERAS	

CAPÍTULO V

- Cambio climático, geoingeniería y seguridad internacional 121
 Armando BERRUECOS REYES

TERCERA PARTE

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

CAPÍTULO VI

- Revisión teórica del concepto de adaptación al cambio climático. . . . 145
 Alejandra PEÑA GARCÍA
 Edgar GARCÍA MALDONADO

CAPÍTULO VII

- Gobernanza para la adaptación al cambio climático: consideraciones
 fundamentales 159
 Miguel Ángel CANCINO AGUILAR

CAPÍTULO VIII

- La educación climática como una medida de adaptación al cambio
 climático 175
 Liliana LÓPEZ MORALES

CUARTA PARTE

EL CAMBIO CLIMÁTICO
 EN EL CONTEXTO SECTORIAL

CAPÍTULO IX

- Cambio climático y sistemas socioecológicos 199
 Ricardo Iván CRUZ CANO

CAPÍTULO X

Aguas y cambio climático en el escenario internacional. 215

Patricia HERRERA ASCENCIO

Erik GONZÁLEZ VALLE

CAPÍTULO XI

Aguas transfronterizas y cambio climático: el caso del río Colorado. . 237

María Obdulia LLANO BLANCO

CAPÍTULO XII

Deforestación y organización comunitaria: el caso de Cherán 259

Claudia RÉGULES REYES

CAPÍTULO XIII

Fracking y cambio climático 277

María de las Nieves CARBONELL LEÓN

QUINTA PARTE

ASPECTOS SOCIALES

CAPÍTULO XIV

Género y comunidades indígenas ante el cambio climático 303

Úrsula OSWALD SPRING

CAPÍTULO XV

Cambio climático, seguridad alimentaria y derecho humano a la alimentación 329

Rosalía IBARRA SARLAT

CAPÍTULO XVI

Justicia climática 351

Esteban BARRÓN GUTIÉRREZ

SEXTA PARTE
DE LO GLOBAL A LO LOCAL

CAPÍTULO XVII

Ciudades globales frente al cambio climático: construyendo sostenibilidad urbana	371
Uriel MARTÍNEZ CORNEJO	

CAPÍTULO XVIII

Expansión urbana y cambio climático	387
Viridiana GONZÁLEZ MENESES	

PRÓLOGO

El Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM nos presenta un libro sobre *Cambio climático y gobernanza*, en donde los autores, con distintos enfoques y diversas disciplinas, exponen dieciocho trabajos en seis grandes apartados, en los que exploran el contexto internacional; las medidas alternativas de mitigación de gases de efecto invernadero; las revisiones sobre el concepto de adaptación; los análisis de estudios de casos sectoriales; los aspectos de género, comunidades indígenas, seguridad alimentaria y justicia climática, y concluyen planteando el tema de ciudades y cambio climático.

Esta publicación llega a dar un nuevo impulso al trabajo académico transversal sobre el tema; además, cumple con el objetivo de poner a discusión diferentes enfoques, propuestas y visiones sobre diversos aspectos del cambio climático, lo cual, por cierto, hace mucha falta abordar de manera colectiva y constructiva en las instituciones académicas mexicanas. En este sentido, demos un breve repaso al contexto en el que se elabora este libro para dimensionar mejor su importancia.

El cambio climático es uno de los mayores retos para la humanidad en la actualidad. La ciencia, desde sus distintas disciplinas, nos ha permitido identificar sus causas y prever muchas de sus consecuencias. Por ejemplo, el análisis de la evolución de la temperatura global registrada en los últimos dos siglos muestra que su tendencia general responde, en gran medida, al desarrollo económico basado en combustibles fósiles y en un inadecuado manejo del suelo y de los recursos naturales del planeta. Este vínculo entre los procesos socioeconómicos y el clima es más estrecho de lo que se creía y es mucho más claro a partir de la segunda mitad del siglo pasado.

La evidencia acumulada ha llevado a concluir con un alto grado de certeza, como lo constatan los últimos reportes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), que las actividades humanas contribuyen directamente al calentamiento reciente del planeta.

Los convenios internacionales para detener el cambio climático y para lograr un desarrollo sustentable se han nutrido del avance en el conocimiento científico y tecnológico para establecer sus compromisos y delinear sus

acciones. Dos de los más importantes acuerdos recientes entre los países del mundo (el Acuerdo de París y la adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible) constituyen el eje de lo que se ha denominado Agenda 2030, en la cual se identifican avenidas y objetivos que nos permitirán enfrentar los mayores retos de la humanidad en este siglo.

En el Acuerdo de París, en 2015, se establecen metas claras en cuanto a limitar el aumento de la temperatura global muy por debajo de los 2 °C y realizar esfuerzos para que no se sobrepase los 1.5 °C respecto al periodo preindustrial. Al mismo tiempo, se reconoce que la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la adaptación al cambio climático son esfuerzos que hay que impulsar en igual medida, debido a que muchos de los efectos del calentamiento global ya no podrán revertirse.

El último Reporte Especial del IPCC sobre las posibilidades y los impactos de restringir el aumento de la temperatura a 1.5 °C contiene hallazgos que constituyen mensajes claros para los tomadores de decisiones y la sociedad en general:

- Las ambiciones establecidas en el Acuerdo de París no limitarán el calentamiento a 1.5 °C respecto a la temperatura promedio preindustrial.
- Limitar el calentamiento a 1.5 °C de aumento todavía es posible según las leyes de la química y la física, pero para lograrlo se necesitan cambios sin precedentes, así como transiciones rápidas y de gran alcance de sistemas y conductas, de instrumentación de políticas, y una aceleración en la innovación tecnológica.
- Si en los próximos 10 a 12 años no se llevan a cabo dichos cambios estructurales, muchos procesos alcanzarán puntos de no retorno.
- No bastará sólo con reducir el dióxido de carbono (CO₂), sino que será necesario reducir también otros compuestos con impacto climático (en el Reporte les llaman “forzantes climáticos no-CO₂”) —de forma destacada tenemos al metano y al carbono negro—, además de implementar esquemas que permitan aumentar la captura del CO₂ de la atmósfera.

Un escenario en donde rebasemos esa meta incrementaría de manera sustancial los impactos adversos del cambio climático y generaría riesgos más grandes para la población y los ecosistemas, limitando mayormente los esfuerzos para erradicar la pobreza y reducir la desigualdad social, que serán exacerbadas por este fenómeno.

En este contexto, todos los países tienen la responsabilidad de actuar desde todos los sectores de la sociedad. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda de Desarrollo al 2030 conforman un marco robusto para las acciones de los gobiernos en consonancia con los esfuerzos sociales y las responsabilidades transnacionales.

México cuenta con una base legal sólida respecto al tema del cambio climático y ha puesto en marcha un arreglo institucional (el Sistema Nacional de Cambio Climático [Sinacc]) que propicia la transversalidad de las políticas públicas y la evaluación de sus alcances, basándose en el conocimiento científico y en la participación de los diversos órdenes y niveles de gobierno.

Sin embargo, la atención al cambio climático precisa una voluntad común y una participación continua y decidida de todos los diferentes sectores del concierto social. El cambio climático, como fenómeno complejo, requiere enfrentarse con enfoques nuevos y constructivos, así como con un gran espíritu de corresponsabilidad con el resto de los países del mundo y de compromiso con la salud del planeta que habitamos.

Las instituciones de educación, de investigación científica y de desarrollo tecnológico tienen un papel clave en la formación de recursos humanos, en la generación y divulgación de conocimientos sobre el cambio climático, en la identificación y desarrollo de estrategias para hacerle frente desde la mitigación y la adaptación. Las ciencias naturales y sociales, las ingenierías y las humanidades tienen el reto de identificar sinergias para resolver problemas específicos; de construir rutas económicas, sociales y tecnológicas que guíen de la mejor manera el cambio de hábitos de consumo, de formas de producción y del uso de energía para la recuperación y protección de nuestro capital natural, entre muchas otras actividades.

El fortalecimiento de las capacidades debe ser generalizado entre los gobiernos federales, estatales y municipales; en la sociedad civil; en el sector privado; en las localidades, y en los pueblos y comunidades indígenas. Esto permitirá la implementación de acciones efectivas y ambiciosas que permitan un cambio real en nuestra forma de desarrollo. La discusión intersectorial y la interdisciplinaria resultan imprescindibles para generar y fortalecer las condiciones de gobernanza que permitan informarnos, conocer, entender, actuar y prepararnos mejor para enfrentar los retos de este fenómeno complejo y global.

El valor de la obra que hoy el lector tiene en sus manos permite apreciar que en la atención al fenómeno del cambio climático no hay soluciones únicas, no hay un conjunto único de conocimientos que pueda por sí solo pre-

pararnos y posicionarnos para una respuesta eficaz frente a este problema mundial. El Instituto de Investigaciones Jurídicas, al emprender esta obra, contribuye a este fin y merece ser reconocida y fortalecida.

Bienvenido sea este esfuerzo, que ojalá se siga por muchas otras instituciones.

María Amparo MARTÍNEZ ARROYO
Marco Antonio HEREDIA FRAGOSO

PRIMERA PARTE

LA RESPUESTA INTERNACIONAL
FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

CAPÍTULO I

DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS AL ACUERDO DE PARÍS: UNA LARGA TRAYECTORIA CIENTÍFICA, POLÍTICA Y ECONÓMICA

Rosalía IBARRA SARLAT*

SUMARIO: I. *Nota introductoria.* II. *Antecedentes científicos e institucionales.* III. *El marco del régimen jurídico internacional del cambio climático.* IV. *El Protocolo de Kioto y su fracaso.* V. *Los controvertidos mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto.* VI. *La esperanza en la estrategia bottom-up del Acuerdo de París.* VII. *Reflexión final.* VIII. *Bibliografía.*

I. NOTA INTRODUCTORIA

Estudios realizados por matemáticos, físicos, geofísicos, químicos, ingenieros, oceanógrafos, entre otros, demostraron a inicios del siglo XIX los cambios en la atmósfera por factores naturales y sus posibles consecuencias; no obstante, se percibió que también existía una influencia humana en el fenómeno que contribuía a alteraciones aceleradas, cuya demostración ha sido —y continúa siendo— una larga lucha, ante lo complejo que resulta el entendimiento y comprensión de cómo las actividades humanas, generadoras de grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI), entre los que destaca el dióxido de carbono (CO₂), están alterando las condiciones atmosféricas con una influencia cada vez mayor.

Afortunadamente, la evidencia científica ha prosperado con los años, cuyos resultados han influido en la toma de decisiones en las más altas esferas políticas, trascendiendo al ámbito del derecho internacional público, con el objetivo de establecer disposiciones, compromisos, esquemas e instrumen-

* Doctora en Derecho Ambiental por la Universidad de Alicante, España; licenciada en Derecho por la UNAM; investigadora en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.

tos para enfrentar tal problemática ambiental, recabados en la Convención Marco sobre el Cambio Climático (1992), en el Protocolo de Kioto (1997) y sus tres mecanismos flexibles (el comercio de emisiones, los mecanismos de desarrollo limpio y la aplicación conjunta), así como en el Acuerdo de París (2015).

No obstante, la implementación de este régimen jurídico internacional ha tenido una trayectoria bastante larga aun sin resultados efectivos en la reducción de emisiones de GEI, debido a la fuerte dependencia hacia los combustibles fósiles (grandes productores de CO₂) para satisfacer las necesidades energéticas que demanda el actual crecimiento económico y demográfico.

Sin duda alguna, dar un giro trascendental que contribuya a la mitigación significativa de emisiones implica cambiar los actuales esquemas de producción y consumo que han imperado por tantos años en el modelo económico de nuestro mundo industrializado, lo que inevitablemente ha conllevado a múltiples discusiones en los foros económicos y políticos, pues es una situación difícil de negociar al momento de adoptar e implementar los acuerdos internacionales en materia climática, cuyos aspectos fundamentales y controvertidos trataremos a lo largo de este estudio, sin perder de vista la base científica que, desde el siglo XIX, ha alertado sobre la urgencia climática con efectos cada vez más devastadores.

II. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS E INSTITUCIONALES

1. *La base científica del cambio climático: una breve referencia*

Las teorías que dieron origen al estudio del cambio climático, en cuanto a sus posibles causas y eventuales consecuencias que podrían generarse a nivel global por el aumento de los GEI, se remontan a principios del siglo XIX, cuyos estudios en un inicio se enfocaron a los cambios en la atmósfera por factores naturales; sin embargo, se percibió que también existía una influencia humana en el fenómeno que contribuía a alteraciones aceleradas, lo que, a lo largo de los años, ha implicado confrontaciones tanto científicas (Dunlap y Jacques, 2013) como políticas en la demostración de tal circunstancia, así como en la aceptación y entendimiento de cómo las actividades humanas están alterando las condiciones atmosféricas.

A principios del siglo XIX, el matemático francés Joseph Fourier escribió en 1827 el artículo “Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires”, respecto al cual es generalmente reconocido como el primer científico que aludió al efecto invernadero cuando comparó el ca-

lentamiento de la atmósfera de la Tierra con el calentamiento de un espacio cerrado debajo de un panel de vidrio y consideró que la Tierra se mantenía templada porque la atmósfera retiene el calor como si estuviera bajo un cristal. Fourier estudió los gases atmosféricos y la transferencia de calor que existe a través de ellos.

Igualmente, puede ser considerado como el primero que insinuó que las actividades humanas podrían influir en el clima (Fourier, 1827: 572-587), al señalar que

Les mouvements de l'air et des eaux, l'entendue des mers, l'élévation et la forme du sol, les effets de l'industrie humaine et tous les changements accidentels de la surface terrestre modifient les températures dans chaque climat...

L'établissement et le progrès des sociétés humaines, l'action des forces naturelles, peuvent changer notablement, et dans de vastes contrées, l'état de la surface du sol, la distribution des eaux et les grands mouvements de l'air. De tels effets sont propres à faire varier, dans le cours de plusieurs siècle, le degré de la chaleur moyenne; car les expressions analytiques comprennent des coefficients qui se rapportent à l'état superficiel et qui influent beaucoup sur la valeur de la température (Fourier, 1827: 584 y 592).

En 1859, el físico irlandés John Tyndall refuerza las investigaciones de Fourier sobre la transferencia de calor de los gases atmosféricos al confirmar en un experimento las diferencias en las capacidades de gases y vapores para absorber y transmitir calor radiante, descubriendo que los principales gases, o sea, el oxígeno y el nitrógeno, son transparentes y, en cambio, que el CO₂ era opaco al calor radiante y que, por tanto, podría provocar calentamiento al ser un buen absorbente de la radiación solar, al igual que el ozono. A su vez, Tyndall determinó que el vapor de agua era el principal generador del efecto invernadero al bloquear de manera determinante las radiaciones infrarrojas (Tyndall, 1859: 155-158; Tyndall, 1861: 169-194 y 273-285; Tyndall, 1863: 204 y 205), tomando en cuenta que en esa época la presencia de CO₂ en la atmósfera era escasa.

En 1896, Svante Arrhenius, científico sueco, evaluó las repercusiones inmediatas en la atmósfera ante el cambio en el nivel de CO₂. En efecto, Arrhenius expuso que, si la cantidad de dicho gas se reducía a la mitad en el aire, el Planeta “podría” enfriarse, incluso llegar a una glaciación por los procesos de retroalimentación (nieve acumulada-reflexión de luz solar). Posteriormente, con la ayuda de su colega Arvid Högbom,¹ Arrhenius determinó

¹ Fue un geofísico interesado en la geoquímica del ciclo del carbono en la Tierra. Högbom (1894) hizo cálculos sobre la circulación del CO₂ en la atmósfera por procesos naturales

el efecto a la inversa, es decir, que si se duplicaba el volumen de CO₂ en la atmósfera de manera continua por un largo periodo, la temperatura media global de la Tierra “podría” subir 5 o 6 °C (Arrhenius, 1896: 237-276). Los resultados obtenidos, en ese entonces, no causaron impacto, puesto que él y la mayoría de los científicos de su época consideraban poco probable que se duplicara la cantidad de CO₂ en la atmósfera, especialmente por actividades antrópicas, ya que para eso se requerirían miles de años, por lo que la idea aproximada de cómo podría cambiar el clima y generarse un calentamiento global sólo fue un planteamiento teórico (Weart, 2006: 15-20; Anderson *et al.*, 2016: 179-181).

El auge de la industrialización fue en realidad mucho más rápido de lo que Arrhenius esperaba, pues la producción y el consumo mantenían un ritmo acelerado, así como el comercio internacional se expandía en los primeros años del siglo XX, por lo que con el paso del tiempo la teoría pasaba a la práctica, tal y como lo señaló en 1920 el científico ruso Vladimir Vernadsky al estudiar la movilización de la producción industrial durante la Primera Guerra Mundial, concluyendo que había de manera desproporcionada cantidades adicionales de oxígeno, nitrógeno y CO₂ en la atmósfera depositadas a causa de la industria humana, y consideraba a la humanidad como una fuerza geológica comparable a cualquier fuerza física (Weart, 2006: 26).

Al respecto, en 1938, Guy Stewart Callendar, ingeniero inglés especializado en energía de vapor y aficionado por la meteorología, publicó la primera evidencia de que el Planeta se había calentado 0.3 °C aproximadamente en los últimos 50 años y afirmó que la causa principal era la quema de combustibles fósiles al emitir millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera, alterando con ello el clima. Sin embargo, Callendar no previó el potencial de impactos perjudiciales del calentamiento global, sino más bien hizo hincapié en los beneficios sociales que podrían derivarse del aumento de la temperatura, tales como la mejora en la producción de cultivos en las latitudes del norte y el retraso indefinido de una era de hielo mortal (Callendar, 1938: 223-240).

Por otro lado, se asumía que el océano sería un sumidero para el exceso de CO₂ de origen industrial vaciado a la atmósfera; no obstante, la idea fue refutada en 1957 por el oceanógrafo Roger Revelle y el químico Hans Suess, ambos estadounidenses, quienes demostraron que efectivamente los océanos absorbían la mayor parte del carbono añadido a la atmósfera por los seres humanos, pero no tenían la capacidad de hacerlo en grandes canti-

y las cantidades de CO₂ emitidas por las fábricas y otras fuentes industriales, descubriendo que la tasa adicional a la existente de manera natural en la atmósfera era mínima en aquella época.

dades, además de que no lo podían absorber con rapidez, sino sólo al cabo de milenios (Revelle y Suess, 1957: 18-27).

Ahora bien, si el consumo de combustibles fósiles seguía aumentando exponencialmente, el aumento de CO₂ podría ser significativo para las décadas venideras al intensificarse el efecto invernadero, lo que implicaría una elevación del promedio de la temperatura de la superficie del Planeta. Ante tal situación, Revelle y Suess concluyeron que “Human beings are now carrying out a large scale geophysical experiment [combustion of fossil fuels] that could not have happened in the past nor be reproduced in future” (1957: 18-27).

Ante tal preocupación, en marzo de 1958, el científico norteamericano Charles David Keeling comenzó a realizar mediciones sistemáticas del CO₂ atmosférico en Mauna Loa, Hawái, y en la Antártida. En 1960, este científico ofreció la primera prueba inequívoca de que las concentraciones de CO₂ estaban incrementándose anualmente, iniciando así la ahora icónica serie de mediciones directas de CO₂ en la cima del volcán Mauna Loa (rodeado por miles de kilómetros de océano despejado, uno de los mejores lugares para medir atmósfera no alterada),² y demostrando el aumento progresivo de dicho gas en la atmósfera año tras año, presentado con la famosa “curva” que lleva su apellido. Actualmente, en marzo de 2018, la curva de Keeling, empujada hacia arriba año tras año, muestra que el nivel de concentración de CO₂ ronda las 408.68 ppm (partes por millón) —cabe apuntar que en 1959 el nivel era de 315.97 ppm—.³

2. *La base institucional del cambio climático: conectando la ciencia con la política*

En la época de los sesenta, la mayoría de los científicos consideraba prematuro realizar cualquier aseveración definitiva sobre el cambio climático, pues había mucha incertidumbre, por lo que era necesario llevar a cabo más investigación científica para entender el sistema climático; sin embargo, la cuestión cada vez adquiría interés político por el tipo de decisiones que habría que tomar.

² Para ahondar sobre el volcán Mauna Loa, véase Ryan, 1995: 95-115.

³ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), “Recent Monthly CO₂ at Mauna Loa”, Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division, disponible en: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/monthly.html> (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018); National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), “Mauna Loa CO₂ Annual Mean Data”, Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division, disponible en: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/data.html> (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018).

De tal manera que, en 1970, científicos impulsaron al gobierno de los Estados Unidos a consolidar los programas marítimos nacionales con los estudios de la atmósfera, lo que dio lugar a la creación de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Por su parte, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos presentó en 1977 el informe *Energy and Climate*, donde se puso de manifiesto que el CO₂ contenido en la atmósfera, resultado de las actividades humanas, podría tener efectos significativos en el clima en un futuro próximo, dejando claro que el cambio climático se hallaba íntimamente vinculado a la producción de energía con fuentes fósiles (National Academy of Sciences, 1977), por lo que las repercusiones también serían económicas y, en efecto, políticas.

En atención a la creciente preocupación de las repercusiones que podrían generarse en razón de las variaciones climáticas sobre la producción alimentaria, las fuentes y necesidades energéticas y demás aspectos sociales vinculados, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) convocó en 1979 a la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, celebrada en Ginebra, donde las opiniones de prácticamente todos los climatólogos importantes se enfrentaron.⁴

La Conferencia se enfocó en los posibles efectos del incremento del CO₂ en la atmósfera, con el fin de comprender cómo podría afectar el cambio climático a la actividad humana, reconociendo a este fenómeno como un problema grave, por lo que se emitió una declaración convocando a los gobiernos a coordinar y adoptar medidas en el ámbito internacional con el objetivo de controlar y prever potenciales cambios en el clima provocados por el hombre que pudieran resultar adversos al bienestar de la humanidad, así como aprovechar los aspectos favorables de la variación climática. A su vez, se instó al establecimiento de un Programa Climático Mundial bajo la responsabilidad conjunta de la OMM, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, departamento medioambiental de las Naciones Unidas) y el Consejo Internacional de Uniones Científicas, quienes en 1985 convocaron en Villach (Austria) a un grupo de especialistas en meteorología para llevar a cabo la Conferencia Internacional sobre la Evaluación del Papel del Dióxido de Carbono y Otros Gases de Efecto Invernadero

⁴ Cabe apuntar que dicha Conferencia dio continuidad a los esfuerzos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972, primera conferencia internacional de carácter político en donde fue abordado el medio ambiente como un tema de relevancia, y de la cual emanó la Declaración de Estocolmo, que establece 26 principios ambientales no vinculantes para guiar el actuar de la comunidad internacional. También por recomendación de la Asamblea General de las Naciones Unidas se creó el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y se designó el 5 de junio como el día mundial del medio ambiente.

en las Variaciones Climáticas y los Impactos Asociados (WMO *et al.*, 1986), donde se manifestó que el calentamiento global era ya inevitable y que, por tanto, se debían establecer lineamientos serios para limitar emisiones de GEI hacia la atmósfera; dicho discurso demandaba, a su vez, la necesidad de más investigaciones científicas, así como la reclamación de la acción política. De ahí que la Conferencia recomendará a las instituciones convocantes la consideración de una convención global.

Paralelamente, en 1983, la Asamblea General de las Naciones Unidas constituyó la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, quien publicó en 1987 un informe denominado *Our Common Future*, en donde se definió la relación del medio ambiente y el desarrollo, así como se popularizó el concepto de desarrollo sostenible (The World Commission on Environment and Development, 1987), el cual se propuso como eje central para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo convocada en Río de Janeiro, en 1992.

El Informe abogó por el desarrollo de una economía de bajo consumo de energía, por lo que señaló la necesidad de reducir el empleo de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) y su progresiva sustitución por las fuentes renovables (The World Commission on Environment and Development, 1987).

A este punto, la problemática del cambio climático ya no era una especulación, sino una realidad que había que atenderse, de tal manera que en la Conferencia Mundial de 1988 referente a *The Changing Atmosphere: Implications for Global Security*, celebrada en Toronto, Canadá, se sugirió a los gobiernos establecer objetivos internacionales rigurosos y concretos para afrontar con soluciones contundentes la problemática climática, siendo necesario reducir en más del 50% el nivel de las emisiones presentes, para lo cual los científicos especializados propusieron exigir como objetivo inicial la reducción del 20% de las emisiones globales de CO₂ para 2005, en relación con las emitidas en 1988, así como la puesta en marcha de un Plan de Acción para la Protección de la Atmósfera que implicara el desarrollo de un convenio marco para la protección atmosférica y la creación de un fondo mundial financiado en parte por el establecimiento de un impuesto al consumo de combustibles fósiles en los países industrializados, reconociendo la responsabilidad que les compete para dirigir el camino de las políticas en materia de energía en pro de la eficiencia energética (WMO, 1989).

La Conferencia de Toronto provocó el establecimiento del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés [Intergovernmental Panel on Climate Change]), con sede en Ginebra, creado por la OMM y el PNUMA en 1988, cuya función es analizar de

forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender la base científica del riesgo que supone el cambio climático provocado por la actividad humana, sus posibles repercusiones y las opciones que existen para adaptarse al cambio climático, así como las estrategias de respuesta a nivel nacional e internacional para atenuar sus efectos.⁵

Sin embargo, como bien apunta Bodansky, el IPCC también tuvo como finalidad, en su momento, reafirmar el control gubernamental sobre el cambio climático y la consecuente politización del tema climático, ya que en aquella época los actores no gubernamentales tenían una amplia influencia (2001: 28), de tal manera que su creación tenía como objetivo primordial la adopción de una convención en la que participara toda la comunidad internacional (Antal, 2004: 36), por lo que el IPCC reunió a expertos que se comunicaran no sólo como especialistas en ciencia, sino que además tuvieran la capacidad de expresarse como representantes oficiales de sus respectivos gobiernos, posicionando al Panel como la principal fuente de asesoramiento científico para la toma de decisiones en el ámbito político (Weart, 2006: 192), formalizando la interacción entre la ciencia y la política, y poniendo al gobierno a cargo.

Al respecto, es preciso aclarar que el IPCC es formalmente una organización intergubernamental que refleja un consenso ampliamente científico más que puramente político. En este sentido, Raustiala señala que es una organización *sui generis* caracterizada por ser un actor no estatal, es decir, que no tiene un estado formal o legal como Estado o agente de un Estado o como subunidad constituyente de un Estado, por ejemplo, una provincia o municipio (2001: 97 y 98), y añade que en la creación y el funcionamiento del IPCC destacan la importancia que tiene la ciencia en el proceso climático; sin embargo, también pone en relevancia el papel que deben asumir los actores estatales para organizar y dirigir el flujo del conocimiento científico políticamente relevante (2001: 115).

Institucionalmente, la participación en las labores del IPCC está abierta a todos los países miembros de la OMM y de las Naciones Unidas; hoy en día, tiene 195 miembros, quienes se reúnen en sesiones plenarias para la toma de decisiones. El presidente del IPCC tiene la facultad de invitar a científicos y expertos de países miembros de la OMM y de las Naciones Unidas o de organizaciones internacionales, intergubernamentales o no gubernamen-

⁵ Numeral 2 de los Principios por los que se rige la labor del IPCC, disponible en: http://www.ipcc.ch/pdf/ipcc-principles/ipcc_principles_spanish/ipcc_principles_es.pdf; WMO y UNEP, *Intergovernmental Panel on Climate Change*, disponible en: <http://www.ipcc.ch>.

tales para que contribuyan por derecho propio a las labores de los grupos de trabajo y los grupos especiales del IPCC.⁶

El IPCC se organiza en tres grupos de trabajo, además de un grupo especial dedicado a la supervisión de los inventarios nacionales de GEI:⁷

- El Grupo I, “Bases físicas”, evalúa los aspectos científicos relacionados con el conocimiento del sistema climático y el cambio del clima, tanto natural como el inducido por las actividades antropogénicas. Es importante dejar en claro que el IPCC siempre hace “proyecciones”, nunca “predicciones”.
- El Grupo II, “Impactos, adaptación y vulnerabilidad”, evalúa por sectores y regiones la vulnerabilidad de los sistemas naturales y socioeconómicos, analiza las consecuencias positivas y negativas del cambio climático, así como las opciones para una adaptación al mismo.
- El Grupo III, “Mitigación del cambio climático”, evalúa las opciones para mitigar el cambio climático mediante la reducción de emisiones de GEI, así como analiza los costos y beneficios de los diferentes enfoques para la mitigación, tomando en cuenta a los principales sectores económicos.

De manera conjunta, los tres grupos elaboran informes basados en los estudios más recientes y debatidos; no realizan investigaciones en sí, sino que sostienen sus valoraciones en publicaciones científicas especializadas. Las aportaciones del IPCC consisten en la elaboración de informes de evaluación, informes especiales, guías metodológicas y documentos técnicos; cada informe va acompañado de un resumen para responsables de políticas, el cual no es vinculante.

A la fecha se han emitido cinco informes de evaluación, los cuales han contribuido a importantes logros: el Primero fue presentado en 1990 y llevó a la creación de un Comité Intergubernamental de Negociación por la Asamblea General de Naciones Unidas con el objetivo de elaborar una convención que abordara el tema del cambio climático, surgiendo de este modo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en mayo de 1992; el Segundo se publicó en 1995 y estableció los elementos para la adopción del Protocolo de Kioto en 1997; el Tercero fue aprobado

⁶ Numerales 7, 8 y 9 de los Principios por los que se rige la labor del IPCC, disponible en: http://www.ipcc.ch/pdf/ipcc-principles/ipcc_principles_spanish/ipcc_principles_es.pdf.

⁷ Este grupo desarrolla metodologías acordadas a escala internacional para calcular y comunicar las emisiones de GEI.

en 2001 y se centró en los impactos del cambio climático, sobre todo en los socioeconómicos, además de enfocarse en la necesidad de adaptación; el Cuarto se presentó en 2007 y precisó los elementos para tomar la decisión de mantener la temperatura global por debajo de los 2 °C como un aspecto clave en las negociaciones para un pos-Protocolo de Kioto, y, finalmente, el Quinto se publicó entre septiembre de 2013 y noviembre de 2014 y fue determinante para la adopción del Acuerdo de París en 2015.⁸ Actualmente, el IPCC avanza en el Sexto Informe de Evaluación y se espera que las contribuciones de los tres grupos de trabajo sean presentadas en 2021 y el informe de síntesis en la primera mitad de 2022.

Sin duda, los aportes científicos en materia climática han sido una parte importante en la política internacional, especialmente para el establecimiento de los lineamientos del régimen jurídico aplicable, a pesar de que la “incertidumbre”⁹ expuesta en algunas de las proyecciones del cambio climático futuro en los informes del IPCC pudiera perturbar la relación entre la ciencia y la política, debido a que la incertidumbre científica puede limitar la autoridad del conocimiento científico en la formulación de políticas, ya que muchos tomadores de decisiones consideran que las políticas públicas deben estar basadas en datos sólidos, confiables y ciertos (Shackley y Wynne, 1996: 275 y 276).

No obstante, en las evaluaciones del IPCC al distinguirse entre lo que es probable que ocurra (con intervalos adecuados de incertidumbre) y los cambios, que son mucho menos probables y más especulativos, es un aspecto que ha contribuido a la amplia aceptación de sus informes por parte de los responsables de las políticas (Houghton, 1993: 4).

Ahora bien, es importante señalar que los efectos potencialmente dañinos de la incertidumbre pueden ser limitados cuando se logra la certeza sobre la misma, lo cual ha sido determinante en las evaluaciones del IPCC y que, incluso, implica una forma de legitimar el financiamiento para nuevas investigaciones, con el objetivo de reducir justamente las incertidumbres y, por lo tanto, aumentar la efectividad del conocimiento en un ámbito relevante para la política (Shackley y Wynne, 1996: 276, 277, 281 y 282); sin embargo, no olvidemos que en la materia que nos ocupa resulta aplicable el principio de precaución, estipulado en el principio 15 de la Declaración de Río de 1992, que textualmente apunta:

⁸ Consulta de los cinco informes de evaluación en: http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml.

⁹ Se habla de riesgo cuando se conocen las posibilidades cuantitativas de que algo suceda y de la incertidumbre cuando se sabe lo suficiente como para emitir un juicio cualitativo (Shackley y Wynne, 1996: 283).

Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.

III. EL MARCO DEL RÉGIMEN JURÍDICO INTERNACIONAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En el ámbito del derecho internacional público, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)¹⁰ constituye la base principal del régimen jurídico aplicable, adoptada el 9 de mayo de 1992 en la sede de las Naciones Unidas, Nueva York, abriéndose a su firma entre el 4 y el 14 de junio del mismo año con ocasión de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992 (conocida como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro). La Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994, 90 días después de la fecha en que se depositó el instrumento número 50 de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, cumpliendo con lo establecido en su artículo 23; actualmente, ha sido ratificada por 197 Partes.¹¹

La CMNUCC es un instrumento jurídico vinculante; sin embargo, como su propia denominación indica, constituye un marco a partir del cual se adoptarán necesariamente instrumentos jurídicos para su implementación, como es el caso del Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París.

La Convención estipula obligaciones generales y específicas para los Estados parte que la ratifiquen o se adhieran a ella, con la característica de ser programáticas las referentes a la reducción de emisiones de GEI (Salinas, 2017: 27). Por lo tanto, de acuerdo con Juste, se considera que tal convenio es un “acuerdo de contenido blando e incluso impreciso, aunque contiene algunas obligaciones mínimas concretas” (1999: 290), de tal manera que tiene la característica de *soft law* (Campins, 1999: 112; Kiss, 1993: 795) y es enmarcado en la categoría de “convenios-marco”.

De acuerdo con Caron, estos acuerdos internacionales son entendidos como “un document ayant pour but, non pas de fixer des règles de fond,

¹⁰ Para el estudio de datos y documentación oficial sobre la CMNUCC y sus órganos, véase <http://unfccc.int>.

¹¹ UNFCCC, *United Nations Framework Convention on Climate Change Status of Ratification*, disponible en: http://unfccc.int/essential_background/convention/status_of_ratification/items/2631.php (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018).

mais d'établir un cadre institutionnel produisant de telles règles" (1990: 707). Por su parte, Kiss señala que

Un traité-cadre est un instrument conventionnel qui énonce les principes devant servir de fondement à la coopération entre les États parties dans un domaine déterminé, tout en leur laissant le soin de définir, par des accords séparés, les modalités et les détails de la coopération, en prévoyant, s'il y a lieu, une ou des institutions adéquates à cet effet (1993: 793).

De tal manera que los convenios-marco están destinados a lograr su progresiva aplicación a través del desarrollo del contenido concreto de las obligaciones de las Partes (acordadas, en un inicio, de manera programática) y la institucionalización o creación de órganos convencionales, siendo preciso que abandonen su generalidad para adquirir mayor concreción o especificidad, ya que justamente ésa es su intención, esto es, que las Partes acepten obligaciones más precisas, para lo cual se requiere la cooperación internacional, el intercambio de información y la actuación de las Partes.

Lo anterior implica un "proceso normativo continuo", que, de conformidad con Caron, es una nota característica en las negociaciones en materia ambiental, donde la comunidad internacional debe intervenir a pesar de las incertidumbres científicas, tomando en cuenta que el conocimiento evolucionará y demandará frecuentemente otras medidas, de tal manera que se inserta la investigación científica como parte integral de un proceso normativo continuo, el cual se adapta a la evolución del conocimiento (1990: 723).

En este contexto, la CMNUCC se adopta sobre la base del principio de precaución,¹² es decir, se acuerdan medidas a pesar de la incertidumbre científica que imperaba en ese momento, a fin de conseguir su objetivo central, el cual, conforme al artículo 2o., es 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.¹³ Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente

¹² La CMNUCC siguió adecuadamente la línea de los tratados multilaterales ambientales más exitosos en su cumplimiento y logro de objetivos, a saber: el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono de 1985 y su Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono de 1987, ambos instrumentos adoptados en atención a este principio.

¹³ El IPCC, en su Tercer Informe de Evaluación, señala las pautas para determinar los factores que constituyen una interferencia antropogénica peligrosa con el sistema climático. Así, el IPCC establece que "Las ciencias naturales, técnicas y sociales pueden proporcionar la información esencial y las pruebas necesarias para decidir qué es una «interferencia antro-

para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Es importante apuntar que el objetivo de la CMNUCC se extiende a todo instrumento jurídico que adopte la Conferencia de las Partes (CP o COP, por sus siglas en inglés), órgano supremo de la Convención.¹⁴

Además, es un objetivo impostergable que, en principio, tiene la peculiaridad de ser a largo plazo por la complejidad del problema ambiental que pretende enfrentar, pero sobre todo por el número de países y la diversidad de sectores involucrados, en donde las diferencias ambientales, económicas, políticas y sociales son diametrales, por lo que los intereses son múltiples y diversos, cuya dificultad reside en hacerlos compatibles.

Para el buen cauce del objetivo es necesario generar cambios sustanciales en áreas estratégicas, como la energética, cuya fuerte dependencia hacia los combustibles fósiles es un factor arraigado que requiere de una transformación a gran escala hacia una transición que cambie radicalmente la forma de generar, suministrar y consumir energía, lo que indudablemente conlleva a grandes discusiones en los foros económicos y políticos (Ibarra, 2017b: 55-77).

De tal manera que el logro del objetivo de la CMNUCC requiere de acciones conjuntas y coordinadas, pero no solamente de los gobiernos y las empresas, sino también de la ciudadanía; ante ello, la gobernanza juega un papel fundamental en la adecuación de marcos normativos e institucio-

pogénica peligrosa en el sistema climático». Al mismo tiempo, dicha decisión constituye un juicio del valor determinado mediante procesos sociopolíticos, teniendo en cuenta factores como el desarrollo, la equidad y la sostenibilidad, además de la incertidumbre y el riesgo. Las bases para determinar lo que constituye una «interferencia antropogénica peligrosa» varían según las regiones, y dependen tanto de la naturaleza y consecuencias locales de los impactos del cambio climático como de la capacidad de adaptación disponible para hacer frente a ese cambio. También dependen de la capacidad de mitigación, ya que tanto la magnitud como la velocidad del cambio son factores importantes. No hay un conjunto ideal de políticas que pueda ser aplicado de forma universal. Es importante tener en cuenta la solidez de las diferentes medidas políticas frente a una serie de posibilidades futuras, y el grado en que dichas políticas climáticas específicas se pueden integrar con las políticas de desarrollo sostenible más generales» (IPCC, 2001: 2).

¹⁴ Los acuerdos multilaterales ambientales están caracterizados por la institucionalización, es decir, por la creación de órganos especiales para su aplicación; tal es el caso de la Conferencia de las Partes (COP) (Juste, 1999: 56), la cual es un órgano de participación plenaria encargado de adoptar decisiones para promover y supervisar la aplicación efectiva de sus disposiciones, y está facultado para la aprobación de protocolos que desarrollen su contenido (Sanz, 2007: 389 y 390).

nales que permitan la efectividad de derechos y obligaciones en materia climática.

En otras palabras, se necesita de una gobernanza en su sentido amplio: aquella que vaya más allá de una perspectiva limitada enfocada a la asignación del poder y la gestión y administración de los recursos. La gobernanza climática implica la representatividad de los múltiples y diversos actores con distintos intereses, quienes, de manera conjunta, tanto a nivel vertical (mundial, regional, nacional y local) como horizontal (gobierno, sociedad, empresas, organizaciones, etcétera), deberán resolver todas las demandas o necesidades para que sean atendidas de la mejor manera en lo individual y en lo colectivo hacia un bien común (Ibarra, 2017a: 55 y 56), en el marco de un objetivo común.

Finalmente, cabe apuntar la especial particularidad de la CMNUCC relativa a la necesidad de la cooperación internacional, pero conforme al “principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas”, mediante el cual las responsabilidades en materia de mitigación son compartidas por todos los Estados parte, mas son diferenciadas de acuerdo con su contribución al problema ambiental en cuestión, ello bajo el criterio de la “responsabilidad histórica”, aunque también conforme a sus capacidades financieras, tecnológicas e institucionales.

La CMNUCC reconoce que no todos los Estados parte han contribuido de la misma manera a las causas y consecuencias del cambio climático antrópico, de ahí que les corresponda una mayor responsabilidad a los países desarrollados por su contribución histórica debido a los efectos de sus procesos de industrialización, por lo que se estableció, en su momento, especial énfasis en la responsabilidad que los países desarrollados debían asumir frente a los países en vías de desarrollo, esencialmente en tomar la iniciativa para combatir el cambio climático, haciendo efectivo el principio al enumerar en el artículo 4o. de forma diferenciada las obligaciones de los Estados parte de la Convención.

Cabe apuntar que el principio en cuestión también alude al trato diferenciado en razón de la vulnerabilidad frente al cambio climático, ya que no todos los países sufrirán las mismas consecuencias, así como tampoco todos tienen las mismas condiciones para hacerles frente, lo cual es independiente a su contribución de emisiones, lo que se vincula con las obligaciones adicionales de asistencia financiera y transferencia de tecnología para los países desarrollados y el correspondiente acceso a dichos recursos por parte de los países en vías de desarrollo.

IV. EL PROTOCOLO DE KIOTO Y SU FRACASO

1. *Los aspectos relevantes: el compromiso cuantificado y su cumplimiento*

La CMNUCC, al ser un instrumento marco, puede ser enmendada o complementada a través de anexos o protocolos, conforme a los artículos 15, 16 y 17. Al respecto, la COP ha tenido un papel fundamental, pues, de acuerdo con el artículo 7o., tiene la potestad de establecer nuevos compromisos a través de enmiendas o de protocolos para darle la continuidad normativa necesaria a la Convención. Esta facultad dio origen al Protocolo de Kioto, adoptado en diciembre de 1997 en la COP 3; no obstante, su entrada en vigor fue hasta el 16 de febrero de 2005, ya que el Protocolo, en su artículo 25, tuvo la peculiaridad de exigir para su entrada en vigor dos condiciones: 1) la ratificación, aceptación, aprobación o adhesión de al menos 55 Partes de la Convención, y 2) la condición de que entre ellas debían figurar Partes del Anexo I (países desarrollados) cuyas emisiones totales representarían por lo menos el 55% del total de las emisiones de CO₂ de las Partes del Anexo I correspondiente a 1990.¹⁵ Actualmente, el Protocolo cuenta con 192 Estados partes.¹⁶

El Protocolo de Kioto, con carácter adicional y subordinado a la Convención, la desarrolló y la puso en práctica, especialmente al establecer objetivos cuantificados y calendarios concretos para la reducción de seis tipos de GEI¹⁷ en específico; en efecto, de conformidad con el artículo 3o., numeral 1, y mediante la aplicación del principio de responsabilidades comunes

¹⁵ La primera condición se cumplió en 2002 cuando la Comunidad Europea y sus Estados miembros, así como Japón y Canadá, lo ratificaron; sin embargo, la segunda tardó más en cumplirse, ya que para alcanzar el anhelado 55% del total de las emisiones resultaba imprescindible la ratificación de la Federación Rusa, que representaba en ese entonces el 17.4% del total de las emisiones de las Partes del Anexo I, o, en su caso, la de los Estados Unidos, quien contribuía con un 36.1%. El 30 de septiembre de 2004, el presidente ruso Vladimir Putin presentó el documento de ratificación al Parlamento, cuya cámara baja (la Duma) aprobó su ratificación el 22 de octubre del mismo año. De conformidad con el artículo 25, el Protocolo entró en vigor después de dejar pasar 90 días posteriores al refrendo de la cámara alta de Rusia y de su presidente Vladimir Putin, cuya cuenta regresiva inició el 18 de noviembre de 2004, fecha en que el secretario general de las Naciones Unidas recibió el instrumento de ratificación por parte de la Federación Rusa.

¹⁶ UNFCCC, *The Kyoto Protocol – Status of Ratification*, disponible en: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/status-of-ratification> (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018).

¹⁷ Los seis tipos de GEI fueron dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), perfluorocarbonos (PFC's), hidrofluorocarbonos (HFC's) y hexafluoruro de azufre (SF₆); posteriormente, el trifluoruro de nitrógeno (NF₃) se incluyó en el segundo periodo de compromiso del Protocolo de Kioto (Conferencia de las Partes en Calidad de Reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto, 2013: 9 y 10).

pero diferenciadas, los países desarrollados se comprometieron a reducir individual o colectivamente para el periodo 2008-2012 —considerado como el primer periodo de compromiso— el total de sus emisiones de GEI por lo menos en un 5% en relación con los niveles de 1990, dentro de un esquema de aplicación *top-down*. Para los países en vías de desarrollo se aplicó el sistema de emisiones exentas (Salinas, 2017: 33), al no disponerse obligaciones cuantitativas de reducción de emisiones de GEI.

Con base en el artículo 4o., la Unión Europea redistribuyó sus objetivos entre los 15 Estados miembros que formaban parte de ella cuando se firmó el Protocolo, decidiendo ir en conjunto con una meta colectiva de reducción del 8% de GEI para el periodo de 2008-2012 en relación con las de 1990; para ello, mediante un acuerdo se repartieron la carga,¹⁸ de manera que países como Luxemburgo tenían que emitir un 28% menos y otros podían aumentar sus emisiones hasta en un 27%, como fue el caso de Portugal.

El Protocolo de Kioto, a pesar de ser un tratado internacional para la implementación de la CMNUCC, requirió igualmente de un desarrollo, de ahí que la Conferencia de las Partes de la CMNUCC (COP), así como la del Protocolo (CP/RP o CMP, por sus siglas en inglés),¹⁹ hayan tenido que elaborar y adoptar las directrices y reglas de aplicación (Ibarra, 2012: 93 y 94). Este proceso podría entenderse como una segunda etapa de la concreción normativa que daría pauta a “protocolos-marco” (Iñigo, 2007: 389; Salinas, 2014: 16) con estructuras permanentes de cooperación con el fin de mantener negociaciones estables y continuas, lo que permite, por la naturaleza de los problemas a resolver, adaptarse a las exigencias y necesidades estatales en razón de las consecuencias que vaya generando el problema ambiental en cuestión y el grado de avance en su solución (Kiss, 1993: 797; Caron, 1990: 722-725).

El Protocolo, sin duda, contribuyó a que los gobiernos de países desarrollados y en vías de desarrollo adoptaran políticas y leyes en materia climática; asimismo, paulatinamente ha conducido a las empresas a que tomen en cuenta la variable ambiental, y en específico la climática, en la toma de decisiones sobre sus inversiones.

En cuanto al cumplimiento, podemos decir que el primer periodo de compromiso del Protocolo se cumplió formalmente, pero materialmente no. ¿A qué nos referimos? Al hecho de que el cumplimiento de dicho instrumento se midió por las emisiones para la media del periodo 2008-2012 con

¹⁸ Véase la Decisión del Consejo Europeo 2002/358/CE, del 25 de abril de 2002.

¹⁹ Conferencia de las Partes en Calidad de Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto. Anteriormente, sus iniciales eran COP/MOP por las siglas en inglés. Se integra por todas las Partes que han firmado el Protocolo. Las sesiones de la COP y la CMP se celebran simultáneamente para la coordinación de ambos instrumentos.

respecto al nivel de 1990, las cuales descendieron por arriba del porcentaje estipulado; para ello, basta mencionar el caso de la Unión Europea, en donde, conforme a los datos presentados por la Agencia Europea del Medio Ambiente en el reporte del inventario de GEI emitido en 2014, se muestra que los 15 países que se comprometieron a contener sus GEI cumplieron sobradamente su meta conjunta, pues globalmente sus emisiones se situaron en un 11.8%, por debajo de los niveles del año base; si tomamos en cuenta a los actuales 28 miembros, la reducción global se eleva a 19.2% entre 1990 y 2012 (EEA, 2014: 6 y 7).

Por su parte, el reporte presentado en 2017 señala que desde 1990 las emisiones en la actual Unión Europea se han reducido en un 23.6%, debido a una variedad de factores: la creciente participación en el uso de energías renovables, el uso de combustibles menos intensivos en carbono, las mejoras en la eficiencia energética, los cambios estructurales en la economía y la recesión económica (EEA, 2017: III y IV).

Sin embargo, a pesar de estos datos, las emisiones a nivel mundial continúan a la alza, superando en 2018 las 400 ppm (partes por millón), de acuerdo con los informes del Observatorio de Mauna Loa. Esto incumple por completo con “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”, objetivo último de la CMNUCC y, por tanto, del Protocolo de Kioto, cuyo punto de inflexión fue precisamente la no imposición de obligaciones cuantificadas de reducción de emisiones a los Estados considerados como países en desarrollo, países que, como principalmente China e India, se sitúan ya entre los principales emisores, lo que, como bien apunta Salinas, “se presenta como una carencia que lastra de manera determinante al sistema reduciendo al mínimo su efectividad tal como se pone de manifiesto a la vista del agravamiento de la situación en cuanto al calentamiento global” (2014: 56).

Ahora bien, lo anterior no significa que los países desarrollados sean ahora quienes emiten menos, ya que, de acuerdo con el *Global Carbon Atlas* (2016), Estados Unidos, los 28 países de la Unión Europea (principalmente Alemania), Rusia, Japón y Canadá se encuentran entre los 10 territorios con más emisiones de CO₂, incluidos, desde luego, los territorios de las economías emergentes de China e India.

2. *El segundo periodo de compromiso: la ineficaz enmienda de Doha*

Con la previsión de que el Protocolo de Kioto tenía una vigencia determinada, se acordó en la Conferencia de Bali de 2007 (COP 13 y CMP

3) iniciar un proceso para darle continuidad más allá de 2012 y, en su caso, adoptar un nuevo acuerdo internacional que lo sustituyera.²⁰ En las negociaciones para un pos-Protocolo, la relevancia que en su momento adquirió dicho instrumento internacional por ser un tratado internacional que estableció compromisos vinculantes de reducción de emisiones de GEI, poco a poco fue quedando sin fuerza, lo cual se reflejó en el Acuerdo de Copenhague de 2009 adoptado en la COP 15 y la CMP 5 (UNFCCC, 2010), que generalmente fue calificado como una declaración de intenciones, muy por debajo de las expectativas deseadas, debido a que en este Acuerdo, que pretendía establecer las bases para un nuevo régimen internacional para el cambio climático, se acordó flexibilidad en el porcentaje de reducción de emisiones para los países desarrollados y voluntariedad para los países en vías de desarrollo, constituyéndose como un acuerdo político más, limitándose en reconocer la urgente necesidad de mantener la temperatura global por debajo de los 2 °C,²¹ y fijándose la COP 21 y la CMP 11 como reuniones cruciales para la adopción de un nuevo acuerdo.²²

Mientras tanto, en la COP 18 y la CMP 8 celebradas en Doha, Qatar, en diciembre de 2012, se adoptó el acuerdo conocido como la “Puerta Climática de Doha”, en el cual se dio continuidad a lo acordado en la Cumbre de Durban (COP 17 y CMP 7) a través de la aprobación de una enmienda al Protocolo de Kioto, denominada “la Enmienda de Doha”,²³ para prorrogarlo a un segundo periodo de compromiso, que comenzaría a partir del 1o. de enero de 2013 y hasta el 31 de diciembre de 2020, periodo en el que los países firmantes se comprometieron a reducir en conjunto un mí-

²⁰ Véase la Conferencia de Bali, en los siguientes links: <http://www.un.org/climatechange/blog/index.asp>; <https://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/spa/06a01s.pdf>. De las negociaciones surgió el Mandato de Bali, el cual contiene las principales decisiones que fueron adoptadas con el objetivo de establecer un proceso de negociación formal de dos años (2007-2009), con un calendario fijo con temas claros a tratar, a fin de alcanzar un acuerdo internacional sobre cambio climático más ambicioso que sustituyera en 2012 al Protocolo de Kioto, reconociendo la importancia de lograr una reducción de emisiones contaminantes (UNFCCC, 2008a; UNFCCC, 2008b).

²¹ Con base en el punto 2 del Acuerdo (UNFCCC, 2010: 6).

²² De conformidad con el punto 12 del Acuerdo, que a la letra establece: “Pedimos que para 2015 se lleve a cabo un examen de la aplicación del presente Acuerdo, a la luz, entre otras cosas, del objetivo último de la Convención. En el marco de dicho examen se consideraría la posibilidad de reforzar el objetivo a largo plazo en referencia a diversos elementos planteados por la ciencia, particularmente en relación con el aumento de la temperatura en 1,5 °C” (UNFCCC, 2010: 8).

²³ Decisión 1/CMP.8, “Enmienda al Protocolo de Kioto de conformidad con su artículo 3, párrafo 9 (Enmienda de Doha)”, FCCC/KP/CMP/2012/13/Add.1, 28 de febrero de 2013.

nimo de 18% sus emisiones (comparadas con las de 1990), pero sin contar con grandes potencias, como Japón, Rusia, Canadá y Nueva Zelanda, quienes decidieron retirarse del Protocolo, y, por supuesto, sin Estados Unidos, quien nunca lo ratificó, por lo que sólo cubrió aproximadamente el 15% de emisiones totales de GEI, correspondiente a quienes se comprometieron a reducir sus emisiones durante el segundo periodo: la Unión Europea, Australia, Noruega, Suiza, entre otros.

Ante tal circunstancia, el segundo periodo de compromiso es considerado por Salinas como una simple pasarela hasta la entrada en vigor del nuevo texto, una solución puente para garantizar que los Estados no quedaran libres de obligaciones cuantificadas de reducción de emisiones; sin embargo, fue una medida totalmente ineficaz (2017: 31 y 32), pues es una enmienda que de entrar en vigor²⁴ se aplicaría prácticamente en un ámbito regional, debido a que en la prórroga se imponen obligaciones de mitigación a unos pocos países, generalmente europeos, dejando fuera a grandes emisores, con lo que se reduce aún más el alcance del Protocolo al extenderse el sistema de emisiones exentas. De tal manera que, sobre estas bases, en ese momento, se dio un plazo hasta 2015 para alcanzar un nuevo acuerdo con compromisos para todos los países, sin exclusión, a partir de 2020.

V. LOS CONTROVERTIDOS MECANISMOS FLEXIBLES DEL PROTOCOLO DE KIOTO

El Protocolo de Kioto no estableció un camino o estrategia obligatoria para lograr los objetivos de limitación o reducción de emisiones, pero sí introdujo un punto clave: la incorporación de instrumentos económicos, con carácter voluntario, para facilitar el cumplimiento de los compromisos cuantificados a un bajo costo.

En este sentido, se adoptaron tres mecanismos calificados como flexibles²⁵ y suplementarios a las medidas nacionales, lo que significó que no eran

²⁴ De conformidad con los artículos 20 y 21 del Protocolo de Kioto, para que la enmienda entre en vigor, se requiere de los instrumentos de aceptación de, por lo menos, tres cuartos de las Partes en el Protocolo, es decir, 144 Partes, y actualmente sólo 100 han depositado su instrumento de ratificación; lo anterior, a pesar de que en la enmienda se reconoció que las Partes podían aplicarla de manera provisional a la espera de su entrada en vigor. Sin embargo, ya no tiene sentido su aplicación ante la pronta entrada en vigor del Acuerdo de París. Para consultar el estatus de la Enmienda de Doha, véase https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mdsg_no=XXVII-7-c&chapter=27&clang=_en (fecha de consulta: 10 de marzo de 2018).

²⁵ En general, las reglas y principios aplicables a los mecanismos flexibles fueron establecidos en los Acuerdos de Marrakech. Véanse las decisiones 16/CP.7, “Directrices para la

un medio de cumplimiento en sentido estricto, sino más bien una ayuda para que los Estados cumplieran con sus obligaciones, por lo que bajo ninguna circunstancia los mecanismos flexibles podían sustituir a las políticas y medidas internas para cumplir las obligaciones contraídas por los Estados (Ibarra, 2012: 100-102); sin embargo, no se estableció un límite concreto en relación con la complementariedad. Por otro lado, es importante destacar que los mecanismos permitieron la participación del sector privado sin desplazar la responsabilidad de los Estados parte de cumplir con sus obligaciones asumidas.

La flexibilidad de estos tres mecanismos se entiende, en principio, geográfica, basada en un soporte ambiental, en razón de que, en términos generales, los efectos del cambio climático no son estrictamente locales, sino globales con efecto uniforme; por lo tanto, resulta indistinto el país en el cual se consigan reducciones de GEI, cuyo costo de reducción es variable dependiendo del lugar de establecimiento del mecanismo. No obstante, el efecto de tales reducciones es el mismo, con independencia del lugar en que se realice, lo que conlleva a una flexibilidad económica, al permitir la posibilidad de obtener reducción de emisiones al menor costo en países donde sea más conveniente y eficiente, de tal manera que en el Protocolo de Kioto se planteó un amplio margen de maniobra para abordar la mitigación de emisiones.

Los mecanismos flexibles adoptados en el Protocolo de Kioto y que continúan aplicables son los siguientes:

- 1) El mecanismo de aplicación conjunta (AC), regulado en el artículo 6o., permite la posibilidad de que gobiernos y empresas de países desarrollados agrupados en el Anexo I de la CMNUCC (Anexo B del Protocolo de Kioto) inviertan en otros países del mismo grupo en la realización de proyectos para la reducción de emisiones o para el secuestro de carbono mediante el fomento de sumideros, lo cual es compensado con unidades de reducción de emisiones (Emissions Reduction Units o ERUs).²⁶
- 2) El mecanismo de desarrollo limpio (MDL), regulado en el artículo 12, es un instrumento que promueve y regula inversiones públicas o

aplicación del artículo 6 del Protocolo de Kioto”; 17/CP.7, “Modalidades y procedimientos de un mecanismo para un desarrollo limpio, según se define en el artículo 12 del Protocolo de Kioto”, y 18/CP.7, “Modalidades, normas y directrices aplicables al comercio de los derechos de emisión previstas en el artículo 17 del Protocolo de Kioto”, todas del Doc. FCCC/CP/2001/13/Add.2, 21 de enero de 2002.

²⁶ Para más información sobre este mecanismo, véanse Ibarra, 2012: 235-254; Sanz, 2007: 415-423; Gosseries, 1999; Briceño y Chueca, 1995.

privadas por parte de países incluidos en el Anexo I de la CMNUCC (Anexo B del Protocolo de Kioto) en proyectos de reducción de emisiones (generación energética, eficiencia energética) o de captación de carbono mediante proyectos de forestación y reforestación, llevados a cabo en un país no incluido en el Anexo I con el fin de ayudarlo a alcanzar un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención, lo cual es retribuido con certificados de reducción de emisiones (Certified Emissions Reductions o CERs).²⁷

- 3) El comercio de emisiones, regulado en el artículo 17, permite a las Partes del Anexo I de la CMNUCC (Anexo B del Protocolo) participar en operaciones de comercio de los derechos de emisión con el objetivo de cumplir de manera eficiente, desde el punto de vista económico, los compromisos cuantificados de reducción de emisiones. El Protocolo, en su momento, previó únicamente el comercio de emisiones entre Estados; sin embargo, con posterioridad se admitió la posibilidad de que los Estados asociaran a sus empresas, sin sustituir la responsabilidad estatal. El sistema opera en un mercado basado en un límite de emisiones y el comercio de éstas (sistema *cap and trade*); además, la certidumbre sobre los resultados alcanzados se presenta ante el establecimiento de una cuota total de derechos de emisión asignados, que representan el límite total de las emisiones autorizadas. Bajo este régimen, los países parte del Anexo I de la CMNUCC, o aquellas personas jurídicas a las que éstos autorizaron, pueden intercambiar a través de la compraventa (según sea país deficitario o excedentario en emisiones) los distintos tipos de unidades contables reconocidos por el Protocolo, los cuales son unidades de emisión asignadas (Assigned Amount Units o AAU), inicialmente atribuidas a cada Estado parte, o bien los generados por proyectos, tales como los CERs y las ERUs.²⁸

El AC y el MDL son mecanismos de compensación basados en proyectos que permiten la obtención de créditos de carbono con una verificación *ex post* de las reducciones de emisiones conseguidas, así como buscan fomentar la transferencia tecnológica y financiera mediante la inversión internacional, mientras que el comercio de emisiones es un mecanismo de reducción con fijación previa de límites de emisión máximos para un periodo de tiempo determinado por la autoridad competente, por lo que la reducción depende de

²⁷ Para ahondar acerca de este mecanismo, véanse Ibarra, 2012: 255-340; Sanz, 2007: 415-438.

²⁸ Para más información sobre el comercio de emisiones, véanse Ibarra, 2012: 185-234; Sanz, 2007; Freestone y Streck, 2009; Jacometti, 2003; Rosembuj, 2005.

la dimensión del tope (*cap*), distribuido en cuotas de emisión, cimentándose, por lo tanto, en la asignación *ex ante* de derechos de emisión que se pueden comercializar en el mercado.²⁹

Los tres mecanismos tienen sus interesantes peculiaridades; sin embargo, en este apartado nos interesa hacer énfasis en algunos aspectos en cuanto al buen funcionamiento y el logro de objetivos del comercio de emisiones y el MDL, mecanismos que son de importancia debido a su continuidad, no expresa, pero sí implícita en el Acuerdo de París.³⁰

1. *Algunos puntos de discusión del comercio de emisiones europeo*

El comercio de emisiones, aun cuando tiene carácter suplementario en la Unión Europea, fue empleado como un instrumento principal para cumplir con los compromisos cuantificados del Protocolo de Kioto, para lo cual se adoptó el Régimen Comunitario de Comercio de Derechos de Emisión (RCCDE), regulado por la Directiva 2003/87/CE, en donde se desarrolló el mecanismo estipulado en el artículo 17 del Protocolo, con la diferencia de que en el sistema comunitario el comercio es entre empresas y no entre Estados.

El RCCDE constituye a partir de 2005 el primer y mayor mercado de emisiones a nivel mundial y es utilizado como modelo para otros sistemas de comercio; no obstante, es discutible su influencia en el cambio de comportamiento de los sectores con altos niveles de GEI, ya que poco incentivó a la reducción real de emisiones en el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto, en razón de que los derechos de contaminación concedidos a las empresas en el marco del sistema *cap and trade* fueron superiores en muchos casos a los que éstas necesitaban para cubrir sus niveles de emisiones, generándose una “sobreasignación” de derechos de emisión para las empresas participantes, lo que provocó que el mercado tuviera altos índices de oferta en vez de generar escasez (aspecto importante para que el mercado funcione), cuyos permisos excedentes se vendieron con posterioridad a otras industrias contaminantes, obteniendo sobre todo beneficios económicos más que ambientales (Gilbertson y Reyes, 2010: 39 y 41).

²⁹ Véase cuadro comparativo de los tres mecanismos en Ibarra, 2012: 295-298.

³⁰ El Acuerdo de París no menciona nada en específico sobre los mecanismos flexibles; no obstante, al no contraponerse al contenido del Acuerdo, éstos continúan aplicables, de conformidad con el artículo 30 de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados de 1969 (Salinas, 2017: 42 y 43). Por otro lado, el artículo 6o. del Acuerdo de París señala la implementación de instrumentos económicos, haciendo alusión a los mecanismos flexibles del Protocolo.

Por otro lado, la crisis europea a finales de 2008 generó mayores excedentes a causa de la reducción de la producción y el consumo de energía, ya que el tope se fijó según el crecimiento previsto antes de que irrumpiera la recesión económica. De tal manera que, ante tanta oferta, los precios de los derechos de emisión, que ya se habían desplomado en 2006, 10 euros en abril y menos de 1 euro en 2007 (Gilbertson y Reyes, 2010: 40), cayeron poco a poco nuevamente a los 3.51 euros por tonelada en mayo de 2013, alcanzando en mayo de 2017 los 4.70 euros y subiendo en febrero de 2018 a los 8.34 euros, cuando su nivel máximo en 2005 fue de hasta 30 euros aproximadamente.³¹

La caída de los precios es un desincentivo para la reducción de emisiones y mejora de la eficiencia energética; los precios bajos impiden estimular la inversión en nuevas tecnologías. El resultado es que los que contaminan con un excedente de derechos de emisión, al momento de venderlos, obtienen unas ganancias extraordinarias, lo que se traduce en un beneficio empresarial y pocos beneficios ambientales, mientras que los que contaminan y no les sobran derechos de emisión para poner en el mercado continúan emitiendo a precios muy reducidos, todo en razón de un enorme error de cálculo en la planificación.

Sin embargo, el comercio de emisiones, como todo mercado financiero, es especulativo y perfectible. Respecto a este último punto, para hacer frente a las anomalías del mercado es preciso establecer, en principio, un tope de emisiones estricto, acompañado de la fijación de un precio estable y firme a las emisiones de carbono, a un nivel que propicie una economía con bajos niveles de emisiones (World Bank Group, 2017). Para ello, el comercio de emisiones debe ampliar el ámbito geográfico y los sectores involucrados, así como tener el respaldo de políticas eficaces de fijación del precio del carbono que mantengan la competitividad y fomenten la creación de empleo, la innovación y la transferencia tecnológica, pero sobre todo que reporten reducciones significativas de emisiones,³² vinculado a una transición energética que no dependa de los combustibles fósiles, pues la evidencia del camino equivocado es que las emisiones siguen aumentando aceleradamente, ya que los esquemas de mitigación responden más a intereses financieros que a consideraciones climáticas.

³¹ SENDECO₂, “Precios CO₂”, disponible en: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2> (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018).

³² Banco Mundial, “Fijación del precio de carbono”, disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/carbon-pricing> (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018).

2. La falta de sostenibilidad del MDL

El mecanismo de desarrollo limpio (MDL) es un mecanismo vigente y en la actualidad están registrados 7,801 proyectos.³³ No obstante, conforme a los instrumentos económicos descritos en el artículo 6o. del Acuerdo de París, se prevé el desarrollo de un nuevo sistema basado en el MDL y que se perfila como su sucesor,³⁴ conocido como mecanismo de desarrollo sostenible (MDS), el cual se espera que adopte toda la experiencia positiva del MDL, pero que también solvete sus deficiencias, tales como la falta de sostenibilidad de los proyectos, la distribución geográfica inequitativa de los mismos³⁵ y su esquema de compensación más que de reducción (Ibarra, 2012: 341-431).

El MDL se constituyó como un importante y novedoso instrumento de cooperación entre países en desarrollo y desarrollados, cuyo doble mandato fue proporcionar una opción más barata a los países desarrollados para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones en virtud del primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto, y al mismo tiempo ayudar a los países en desarrollo a lograr un desarrollo sostenible. Los proyectos de reducción o absorción de emisiones ejecutados en países en desarrollo generaron créditos que, posteriormente, pudieron adquirir y utilizar los países desarrollados para cumplir con sus obligaciones cuantificadas de reducción de emisiones.

³³ UNFCCC, *CDM Insights. Project Activities*, disponible en: <http://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/CDMinsights/index.html> (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018).

³⁴ Asimismo, tenemos el mecanismo de aplicación conjunta.

³⁵ De acuerdo con estadísticas oficiales, en Asia y el Pacífico se han registrado 6,530 proyectos (83.8% del total de proyectos MDL), y en Latinoamérica y el Caribe, 1,001 proyectos (equivalente al 12.8%); por su parte, en África sólo se tiene el registro de 216 proyectos (2.8% del total), y en otras regiones (economías en transición), 49 proyectos (0.6% del total). En cuanto al registro de proyectos por países, China encabeza la lista con 3,763, lo que equivale al 48.3% del total; ello quiere decir que prácticamente la mitad de los proyectos registrados se ejecutan en dicha nación. En el segundo puesto se encuentra la India con 1,660 proyectos (equivalente al 21.3%), a la cual le siguen Brasil con 342 proyectos (4.4% del total), Vietnam con 255 proyectos (3.3% del total) y México con 192 proyectos (2.5% del total). Resulta un tanto contradictorio que China tenga el mayor número de proyectos MDL registrados y, a su vez, sea el país que actualmente encabeza a los grandes emisores de GEI. Véanse UNFCCC, *CDM Insights. Project Activities. Distribution of Registered Projects by UNFCCC Region*, disponible en: http://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/files/201802/proj_reg_byRegion.pdf (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018); UNFCCC, *CDM Insights. Project Activities. Distribution of Registered Projects by Host Party*, disponible en: http://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/files/201802/proj_reg_byHost.pdf (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018).

Bajo este enfoque, el MDL no es un instrumento de reducción global de emisiones, sino un instrumento de compensación, pues las emisiones realizadas en exceso en el territorio de los países desarrollados se han compensado con las evitadas en los proyectos ejecutados en los países en desarrollo. De este modo, la generación de CERs permite compensar los excesos de emisiones ocurridos en el territorio del país inversor del proyecto (país desarrollado), cumpliendo especialmente con la ventaja económica al ofrecer opciones más rentables para la reducción de emisiones y la obtención de CERs para ser comercializados, sin tomar en cuenta de manera efectiva la contribución al desarrollo sostenible de los países receptores de proyectos, propósito fundamental en la implementación del MDL.

Al respecto, se habla de la falta de sostenibilidad de los proyectos, debido a que en la mayoría no se ha conseguido, por diversos motivos, integrar las tres dimensiones del desarrollo sostenible: la ambiental, la económica y la social. Incluso, algunos proyectos han generado impactos negativos, ya sea sociales (conflictos por tenencia de la tierra, restricciones al acceso de bienes y servicios para las comunidades locales, desplazamiento de poblaciones, desalojos, expropiaciones, entre otros), ambientales (pérdida de biodiversidad, destrucción de hábitat, alteración de ecosistemas, erosión de suelos, riesgo mayor de incendios, etcétera), económicos (pérdida de beneficios a largo plazo, incremento de actividades económicas ilegales), culturales y/o religiosos; además, estos impactos se han incrementado al no tomar en cuenta los intereses de las comunidades locales, así como sus derechos fundamentales en el diseño del proceso de toma de decisiones sobre un proyecto de MDL. Esta situación ha sido común en los proyectos de forestación y reforestación, pues, como es bien sabido, los bosques naturales albergan una gran biodiversidad, constituyendo además el lugar en el que habitan varios grupos étnicos y comunidades, donde al mismo tiempo han desarrollado por años sus propias culturas y costumbres (Ibarra, 2012: 416 y 417).³⁶

Si bien para que una actividad sea acreditada ante las instancias internacionales de la CMNUCC como proyecto de MDL debe ser validada sobre

³⁶ Tal es el caso de la primera fase del proyecto ejecutado en Uganda, financiado por Holanda (FACE Foundation): Proyecto de monocultivos forestales para el secuestro de carbono. Reforestación del Parque Nacional Mount Elgon. Otro proyecto muy controvertido fue el que se desarrolló entre las empresas noruegas Tree Farms y Norwegian Afforestation y las autoridades de Tanzania, Uganda y Malawi: Proyecto para la plantación de árboles de crecimiento rápido para su futuro secuestro de carbono, en el que se celebraron contratos de alquilar con los campesinos locales, a un costo irrisorio, de miles de hectáreas de reservas forestales.

la base de un análisis de impactos ambientales,³⁷ dentro del ciclo del proyecto “la solicitud de aprobación” de dicha actividad como proyecto de MDL debe presentarse ante la autoridad nacional designada del país en desarrollo, quien debe confirmar por escrito la participación voluntaria de los integrantes del proyecto, así como debe verificar que la actividad del proyecto contribuye al desarrollo sostenible de su país, situación que “no” es evaluada por autoridades de instancia internacional (Bréchet y Boulanger, 2005: 7). Sin embargo, al no tener claro el concepto de lo que se entiende por “desarrollo sostenible” en términos prácticos, ha resultado muy discutible el uso del MDL para promover dicho desarrollo y, sobre todo, para determinar en qué grado se puede medir su obtención, lo que ha conllevado a aceptar proyectos con efectos negativos, o bien que sólo generen CERs en beneficio de los países desarrollados, obteniendo, en principio, sólo beneficios económicos (Muller, 2005: 7-9).

De ahí que sea necesaria la adopción de criterios firmes con un seguimiento estricto para lograr un desarrollo sostenible real tanto a nivel nacional como internacional,³⁸ sobre todo ante el planteamiento de un nuevo esquema, como lo es el MDS, cuyo eje rector está enfocado, como su nombre lo indica, hacia el logro del desarrollo sostenible, cuya puesta en práctica requerirá indudablemente una reestructuración social (cambios de conductas), con especial énfasis en el sistema económico, sin confundir desarrollo con crecimiento,³⁹ pues el objetivo es generar una economía circular y no lineal, es decir, buscar un desarrollo que pueda mantenerse a largo plazo desde el punto de vista ambiental y económico. Para ello es indispensable el uso de nuevas tecnologías que impulsen las energías renovables, así como mecanismos que fomenten la eficiencia energética y la disminución del uso de las fuentes fósiles, a fin de generar un bienestar social global, ya que la consecución del desarrollo sostenible dependerá del grado en que se descarbonicen las economías.

³⁷ Anexo, inciso G, párrafo 37, inciso c, de la Decisión 17/CP.7, “Modalidades y procedimientos de un mecanismo para un desarrollo limpio, según se define en el artículo 12 del Protocolo de Kioto”, Doc. FCCC/CP/2001/13/Add.2, 21 de enero de 2002.

³⁸ Diversas instituciones internacionales han establecido criterios básicos, indicadores y/o parámetros que deben ser tomados en cuenta para determinar un desarrollo sostenible, los cuales han sido considerados para evaluar la contribución de un proyecto MDL al desarrollo sostenible. Para ahondar sobre estos criterios, véase Ibarra, 2012: 355-362.

³⁹ De acuerdo con Sampredo y Martínez, el desarrollo es un “proceso en el tiempo y por su propia naturaleza una transformación estructural” (1973: 30). Por su parte, Daly señala que “el crecimiento es incremento cuantitativo de la escala física; desarrollo, la mejora cualitativa o el despliegue de potencialidades. Una economía puede crecer sin desarrollarse, o desarrollarse sin crecer, o hacer ambas cosas, o ninguna” (1991: 39).

VI. LA ESPERANZA EN LA ESTRATEGIA *BOTTOM-UP* DEL ACUERDO DE PARÍS

Los países miembros de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto, en la Conferencia de las Partes celebrada en diciembre de 2015 (COP 21 y CMP 11), adoptaron el Acuerdo de París, un nuevo instrumento jurídico internacional vinculante que tiene como objetivo central mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2 °C con respecto a los niveles preindustriales (1880-1899), y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, para con ello reducir los riesgos y los efectos del cambio climático; además, busca fortalecer la capacidad de los países para enfrentar los impactos.⁴⁰ Este Acuerdo entró en vigor el 4 de noviembre de 2016;⁴¹ sin embargo, su aplicabilidad es para 2020.⁴² Hasta la fecha sólo lo han ratificado 175 Partes de las 197 de la CMNUCC.⁴³

El punto fundamental del Acuerdo de París es que, a diferencia del Protocolo de Kioto, adopta compromisos “voluntarios” de países desarrollados y en desarrollo, sustituyendo el esquema *top-down* por el de *bottom-up*.

En este nuevo sistema, la terminología acordada por los países para referirse a estos compromisos (esfuerzos que no implican “obligaciones cuantificadas” de reducción de emisiones impuestas por la COP) es la contribución determinada a nivel nacional (Nationally Determined Contribution [NDC]), la cual es la descripción y cuantificación de las contribuciones que cada país, en atención a sus circunstancias y capacidades nacionales, se autoimpuso para el periodo 2020-2030 en materia de mitigación y de adaptación al cambio climático.⁴⁴

⁴⁰ Artículo 2o., párrafo 1, incisos *a* y *b*, del Acuerdo de París.

⁴¹ El 5 de octubre se alcanzó el umbral establecido para su entrada en vigor, de conformidad con el artículo 21, párrafo 1, del propio Acuerdo.

⁴² En la COP 22, celebrada en noviembre de 2016 y que tuvo lugar en Marrakech, Marruecos, los gobiernos establecieron un plazo hasta 2018 para complementar las normas de aplicación del Acuerdo de París, es decir, dos años antes de que el pacto comience a funcionar. Véanse las decisiones adoptadas en la COP22/CMP12/CMA1, disponible en: <http://unfccc.int/2860.php>, y *Marrakech Action Proclamation for Our Climate and Sustainable Development*, disponible en: http://unfccc.int/files/meetings/marrakech_nov_2016/application/pdf/marrakech_action_proclamation.pdf.

⁴³ *Paris Agreement – Status of Ratification*, disponible en: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification> (fecha de consulta: 2 de marzo de 2018).

⁴⁴ Con anterioridad a la COP 21 y la adopción del Acuerdo de París, en las COPs 19 y 20, conforme a su primera decisión (1/CP.19 y 1/CP.20), se invitó a todas las Partes a comunicar a la Secretaría de la CMNUCC sus contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional (Intended Nationally Determined Contribution [INDC]). Con la entrada en vigor del

Las NDC de cada país serán revisadas cada cinco años a partir de 2023, cuyo elemento clave es que el Acuerdo de París contempla un mecanismo de revisión periódica, en cuyas evaluaciones las contribuciones deben ser más ambiciosas que las anteriores, con el fin de aumentar progresivamente las metas de mitigación de todos los países. La obligación de preparar, presentar y comunicar sus NDC para todos es vinculante;⁴⁵ sin embargo, no es obligatorio legalmente a nivel internacional lograr los objetivos. Por ahora, no hay sanciones para quienes no cumplan con sus compromisos, que al final son “voluntarios”, ya que en el Acuerdo de París no se estableció un mecanismo de carácter sancionador, sino que sólo se adoptó en el artículo 15 un “mecanismo para facilitar la aplicación y promover el cumplimiento”, cuyo carácter “no es contencioso ni punitivo”. De tal manera que la eficacia del Acuerdo recae prácticamente en la voluntad política de cada Estado para cumplir de manera efectiva con sus NDC.

A pesar de lo anterior, no deja de ser fundamental que el esquema elimina el sistema de emisiones exentas (Salinas, 2017: 44-46), pues el “compromiso cuantificado” de reducción de emisiones no se limita a un número pequeño de países, sino a todos, lo que implica una cobertura amplia, un esfuerzo colectivo, en el que cada Estado establece de manera voluntaria su propia aportación a dicho esfuerzo y se deja a los gobiernos la facultad de decidir cómo van a reducir sus emisiones; en efecto, se aplica una estrategia de abajo hacia arriba (*bottom-up*), es decir, sin obligaciones o imposiciones por parte del órgano supremo internacional (estrategia *top-down*), sistema que, como bien sabemos, no funcionó en el Protocolo de Kioto para una reducción significativa de emisiones.

El Acuerdo de París, en atención a la equidad, no divide a los países en anexos según su desarrollo para el establecimiento de obligaciones cuantificadas de reducción de emisiones, pero sí aplica “el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas” —principio rector de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto—, en razón de que deja a las Partes que decidan su “contribución de acuerdo a sus circunstancias nacionales”, entiéndase sus capacidades institucionales y financieras, las cuales son diferenciadas. Además, conforme al contenido del Acuerdo, “se mantiene la responsabilidad histórica” de los países desarrollados, al recaer sobre ellos, de manera prioritaria, los compromisos de hacer efectivo el desarrollo y transferencia de tecnología para mejorar la resiliencia al cambio climático y reducir emisio-

Acuerdo de París, las INDC se transforman en contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), ello al considerarse oficiales.

⁴⁵ Remítase a los artículos 3o. y 4o. del Acuerdo de París.

nes de GEI, fomentar y mejorar las capacidades de los países en desarrollo, así como proporcionarles recursos financieros para prestarles asistencia en la mitigación y adaptación, con especial atención a los que están más vulnerables a los efectos adversos del cambio climático y a los menos adelantados.⁴⁶

La estrategia *bottom-up* quizá efectivamente permita obtener más y mejores consensos para movilizar todo tipo de recursos dirigidos a la transformación de modelos de producción y consumo; pero lo más importante es lograr una transición energética global que no dependa de los combustibles fósiles y que sea capaz de satisfacer las necesidades energéticas que demanda el actual crecimiento económico y demográfico, pues ello constituye un componente clave para la reducción sustancial de emisiones de GEI y no superar los 2 °C para minimizar los impactos adversos del cambio climático.

No obstante, también es cierto que el sistema ofrece un amplio margen de maniobra que puede retrasar las acciones a tomar, que ya son urgentes ante la inminente evolución de los impactos negativos del cambio climático. De tal manera que es claro que lo conseguido en el Acuerdo de París es trascendente; sin embargo, aún dista mucho de contener los elementos necesarios para encaminarnos hacia una solución pronta y contundente, pues basta apuntar que en el artículo 4o. se establece que, para lograr el objetivo central, las Partes se proponen lograr que las emisiones mundiales de GEI alcancen su pico máximo lo antes posible (¿cuándo es lo antes posible, cuánto es el pico máximo para cada Estado parte?), y después las reduzcan rápidamente (¿a partir de cuándo y cuál es el plazo para la reducción en picada?). La cuestión es que las emisiones globales continuarán en aumento, con las consecuencias que ello implica, ya que en el Acuerdo de París (un tratado vinculante, mas no sancionador) no se adopta la “reducción inmediata y urgente” de emisiones de GEI.

VII. REFLEXIÓN FINAL

Los aportes científicos en materia climática han influido de manera trascendental en la política internacional, especialmente para la adopción del régimen jurídico en la materia. Sin embargo, aún se requieren más acciones para lograr el objetivo central de la CMNUCC y de sus acuerdos adicionales, con especial énfasis en la mitigación de emisiones de GEI de forma sustancial y sostenida, principalmente en el sector energético. Al respecto, cabe tomar en cuenta que el consumo y la producción energética mediante la extracción y combustión de combustibles fósiles para satisfacer las necesidades de las socie-

⁴⁶ Véanse los artículos 9o., 10 y 11 del Acuerdo de París.

dades industrializadas —más allá de las básicas— han generado “emisiones de lujo” con un costo climático bastante alto, primordialmente para los más vulnerables en el ámbito económico, social y ambiental, para quienes los efectos adversos del cambio climático “no se traducen como una amenaza a su estilo de vida, sino más bien como una amenaza a su vida misma”. De ahí que no baste un régimen jurídico basado en el “principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas”, pues se requiere de algo más profundo: cambios estructurales en los sistemas económicos, ligados a cambios de conductas y valores.

No cabe duda que los avances en la trayectoria del régimen jurídico internacional son importantes, pero poco acordes con la urgencia climática que nos aqueja, ya que las emisiones continúan aumentando en vez de reducirse, lo cual no es una especulación, sino una realidad que hay que afrontar mediante medidas, instrumentos, esquemas, disposiciones y demás acciones que sean necesarias para encaminarnos hacia procesos productivos, que permitan no sólo que las emisiones se estabilicen, sino que además descendan significativamente.

Ante ello, el reciente Acuerdo de París plantea una nueva estrategia que quizá permita obtener más y mejores consensos. Sin embargo, aún se vislumbra lejano conciliar la evidencia científica con las decisiones políticas sobre temas económicos —especialmente energéticos— para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, a pesar de la inminente necesidad de descarbonizar a las grandes economías para mantener la temperatura global del planeta por debajo de los 2 °C de calentamiento para el final del presente siglo, umbral de seguridad climática desde el punto de vista científico.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, T. *et al.* (2016), “CO₂, the Greenhouse Effect and Global Warming: From the Pioneering Work of Arrhenius and Callendar to Today’s Earth System Models”, *Endeavour*, vol. 40, núm. 3.
- ANTAL, Edit (2004), *Cambio climático: desacuerdo entre Estados Unidos y Europa*, México, Plaza y Valdés Editores-UNAM, CISAN.
- ARRHENIUS, Svante (1896), “On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground”, *Philosophical Magazine and Journal of Science*, series 5, vol. 41, abril.
- BODANSKY, Daniel (2001), “The History of the Global Change Regime”, en LUTERBACHER, Urs y SPRINZ, Detlef F., *International Relations and Glo-*

bal Climate Change, Cambridge (Massachusetts)-Londres (Inglaterra), The MIT Press.

- BRÉCHET, Thierry y BOULANGER, Paul-Marie (2005), “Le mécanisme pour un développement propre, ou comment faire d’une pierre deux coups”, *Regards Économiques*, Bélgica, núm. 27, enero.
- BRICEÑO, S. y CHUECA SANCHO, A. (1995), “Las actividades de aplicación conjunta en la Convención Marco sobre el Cambio Climático”, *Revista Española de Derecho Internacional*, España, vol. 2, núm. 47.
- CALLENDAR, G. (1938), “The Artificial Production of Carbon Dioxide and its Influence on Temperatura”, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. 64, núm. 275, abril.
- CAMPINS ERITJA, Mar (1999), “La acción internacional para reducir los efectos del cambio climático: el Convenio Marco y el Protocolo de Kyoto”, *Anuario de Derecho Internacional*, Pamplona, vol. XV.
- CARON, David D. (1990), “La protection de la couche d’ozone stratosphérique et la structure de l’activité normative internationale en matière d’environnement”, *Annuaire Français de Droit International*, Francia, vol. 36.
- CONFERENCIA DE LAS PARTES EN CALIDAD DE REUNIÓN DE LAS PARTES EN EL PROTOCOLO DE KIOTO (2013), “Decisión 1/CMP.8. Enmienda al Protocolo de Kioto de conformidad con su artículo 3, párrafo 9 (Enmienda de Doha)”, 28 de febrero, FCCC/KP/CMP/2012/13/Add.
- DALY, Herman E. (1991), “Criterios operativos para el desarrollo sostenible”, *Revista Debats*, Valencia, núms. 35-36, marzo-junio.
- DUNLAP, Riley E. y JACQUES, Peter J. (2013), “Climate Change Denial Books and Conservative Think Tanks: Exploring the Connection”, *American Behavioral Scientist*, vol. 57, núm. 6.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2014), *Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990-2012 and Inventory Report 2014*, Luxemburgo, EEA, Technical Report, núm. 9.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2017), *Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990-2015 and Inventory Report 2017*, Luxemburgo, EEA, Report, mayo.
- FOURIER, Jean-Baptiste Joseph (1827), “Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires”, *Mémoires de l’Académie des Sciences de l’Institut de France*, núm. 7.
- FREESTONE, David y STRECK, Charlotte (eds.) (2009), *Legal Aspects of Carbon Trading. Kyoto, Copenhagen and Beyond*, Oxford, Oxford University Press.

- GILBERTSON, Tamra y REYES, Oscar (2010), *El mercado de emisiones. Cómo funciona y por qué fracasa*, Carbon Trade Watch.
- Global Carbon Atlas (2016), disponible en: <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>.
- GOSSERIES, Axel P. (1999), “The Legal Architecture of Joint Implementation: What Do We Learn from the Pilot Phase?”, *New York University Environmental Law Journal*, Nueva York, vol. 7, núm. 1.
- HÖGBOM, Arvid G. (1894), *On the Probability of Global Changes in the Level of Atmospheric CO2*.
- HOUGHTON, John T. (1993), “Newsletter: Science and the Environment”, *New Scientist*, núm. especial, junio.
- IBARRA SARLAT, Rosalía (2012), *El mecanismo de desarrollo limpio. Estudio crítico de su régimen jurídico a la luz del imperativo de sostenibilidad*, Pamplona, Aranzadi.
- IBARRA SARLAT, Rosalía (2017a), “Derecho del cambio climático y gobernanza”, *Dfensor. Revista de Derechos Humanos*, México, año XV, núm. 5, mayo.
- IBARRA SARLAT, Rosalía (2017b), “La transición energética global: de la era del petróleo a las energías renovables”, en RUEDA ABAD, José Clemente et al. (coords.), *La gobernanza climática en México. Aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional*, vol. II: *Retos y opciones*, México, UNAM, Programa de Investigación en Cambio Climático.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2001), *Tercer Informe de Evaluación. Cambio climático 2001: Informe de síntesis. Resumen para responsables de políticas*, Ginebra, IPCC.
- JACOMETTI, Valentina (2003), “I tradable pollution rights: nozione, origini e caratteristiche”, en POZZO, B. (dir.), *La nuova direttiva sullo scambio di quote di emissione*, Milán, Giuffrè Editore.
- JUSTE RUIZ, José (1999), *Derecho internacional del medio ambiente*, Madrid, McGraw-Hill.
- KISS, Alexandre (1993), “Les traités-cadres: une technique juridique caractéristique du droit international de l’environnement”, *Annuaire Français de Droit International*, Francia, vol. 39.
- MULLER, Adrian (2005), “How to Make the Clean Development Mechanism Sustainable – The Potential of Rent Extraction”, *Environmental Economics Unit*, Suecia, Göteborg University, Department of Economics.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1977), *Energy and Climate: Studies in Geophysics*, Washington, D. C., National Research Council, Geophysics Study Committee.

- RAUSTIALA, Kal (2001), “Nonstate Actors in the Global Climate Regime”, en LUTERBACHER, Urs y SPRINZ, Detlef F., *International Relations and Global Climate Change*, Cambridge (Massachusetts)-Londres (Inglaterra), The MIT Press.
- REVELLE, Roger y SUESS, Hans E. (1957), “Carbon Dioxide Exchange between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ During the Past Decades”, *Tellus*, núm. 9.
- ROSEMBUJ, Flavia (2005), *El precio del aire. Aspectos jurídicos del mercado de derechos de emisión*, Barcelona, El Fisco.
- SALINAS ALCEGA, Sergio (2014), *El cambio climático: entre cooperación y conflicto. Propuestas desde el derecho internacional*, España, Aranzadi.
- SALINAS ALCEGA, Sergio (2017), “El esfuerzo de mitigación de emisiones en el marco del régimen internacional contra el cambio climático. Estado de la cuestión tras el Acuerdo de París”, en GARCÍA PACHÓN, María del Pilar y AMAYA NAVAS, Óscar Darío (eds.), *Retos y compromisos jurídicos de Colombia frente al cambio climático*, Colombia, Universidad Externado de Colombia.
- SAMPEDRO, José Luis y MARTÍNEZ, Rafael (1973), *Estructura económica. Teoría básica y estructura mundial*, 3a. ed., Barcelona, Ariel.
- SANZ RUBIALES, Iñigo (dir.) (2007), *El mercado de derechos a contaminar: régimen jurídico-público del mercado comunitario de derechos de emisión en España*, Valladolid, Lex Nova.
- SHACKLEY, Simon y WYNNE, Brian (1996), “Representing Uncertainty in Global Climate Change Science and Policy: Boundary-Ordering Devices and Authority”, *Science, Technology, & Human Values*, vol. 21, núm. 3.
- STEVEN, Ryan (1995), “Quiescent Outgassing of Mauna Loa Volcano 1958-1994”, en RHODES, J. M. y LOCKWOOD, J. P. (eds.), *Mauna Loa Revealed: Structure, Composition, History, and Hazards*, American Geophysical Union, Geophysical Monograph Series, vol. 92.
- THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987), *Our Common Future*, Nueva York, Oxford University Press.
- TYNDALL, J. (1859), “On the Transmission of Heat of Different Qualities through Gases of Different Kinds Proceedings”, *Royal Institution*, núm. 3.
- TYNDALL, J. (1861), “On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours”, *Philosophical Magazine*, núm. 22.
- TYNDALL, J. (1863), “On Radiation through the Earth’s Atmosphere”, *Philosophical Magazine*, serie 4, núm. 25.
- UNFCCC (2008a), *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 13º período de sesiones, celebrado en Bali del 3 al 15 de diciembre de 2007. Adición segunda parte: medidas*

adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 13° período de sesiones, Doc. FCCC/CP/2007/6/Add.1, 14 de marzo.

UNFCCC (2008b), *Informe de la Conferencia de las Partes en Calidad de Reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto sobre su tercer período de sesiones, celebrado en Bali del 3 al 15 de diciembre de 2007. Adición segunda parte: medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en Calidad de Reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto en su tercer período de sesiones, Doc. FCCC/KP/CMP/2007/9/Add.1, 14 de marzo.*

UNFCCC (2010), *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 15° período de sesiones, celebrado en Copenhague del 7 al 19 de diciembre de 2009. Segunda parte: medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 15° período de sesiones, Doc. FCCC/CP/2009/11/Add.1, 30 de marzo.*

WEART, Spencer (2006), *El calentamiento global. Historia de un descubrimiento científico*, Pamplona, Laetoli.

WORLD BANK GROUP (2017), *State and Trends of Carbon Pricing 2017*, Washington, D. C., World Bank Group Climate Change, ECOFYS, Vivid Economics.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO) *et al.* (1986), *Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of Other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts, Villach, Austria, 9-15 October 1985*, Doc. No. 661.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO) (1989), *Proceedings of the World Conference on the Changing Atmosphere: Implications for Global Security, Toronto, Canada, June 27-30, 1988*, Doc. 710, disponible en: http://www.academia.edu/4043227/The_Changing_Atmosphere_Implications_for_Global_Security_Conference_Statement_1988.

CAPÍTULO II

A PROPÓSITO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y OTROS CUENTOS CHINOS: CONSECUENCIAS DE LA SALIDA DE ESTADOS UNIDOS DEL ACUERDO DE PARÍS

Sergio SALINAS ALCEGA*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Una aproximación a la política climática de Estados Unidos*. III. *El impacto de la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París en la cooperación climática global*. IV. *Conclusiones*. V. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

El anuncio de la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París, realizado por el presidente Trump el 1o. de junio de 2017, parecía poner fin al escenario de vientos favorables que la comunidad internacional había disfrutado en materia climática y que había hecho posible llegar a la adopción de un nuevo tratado global en materia climática, con ocasión de la 21a. COP en diciembre de 2015, tras más de dos décadas de la adopción del anterior: el Protocolo de Kioto. Ello se debía, en buena medida, a la aproximación de Estados Unidos en la materia, con la intención explícitamente expresada por el presidente Obama de liderar los esfuerzos internacionales para combatir el cambio climático global,¹ que, junto con el cambio de perspectiva

* Doctor y licenciado en Derecho por la Universidad de Zaragoza, España; máster en Comunidades Europeas por el Real Instituto de Estudios Europeos; profesor titular de Derecho Internacional Público y Relaciones Internacionales en la Universidad de Zaragoza. Este trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación DER2015-66045-P, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, y en las actividades del Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de la Universidad de Zaragoza. Igualmente, debe entenderse comprendido dentro de las actividades que realiza el Grupo Consolidado de Investigación “Agudema”, financiado por el gobierno de Aragón y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

¹ Tal como se recogía en el Plan de Acción Climática presentado el 25 de junio de 2013. Véase *The President’s Climate Action Plan*: 17 y ss., disponible en: <https://obamawhitehouse.archives>.

del otro gran actor climático (China), se tradujo en avances como el Anuncio conjunto sobre cambio climático concluido por ambos, el 12 de noviembre de 2014, en la antesala de la 20a. COP en Lima.²

Sin embargo, el optimismo imperante durante ese periodo parecía ocultar que el escenario en materia de cooperación climática internacional no era tan idílico y que el cambio de postura del gigante americano, plasmado en el anuncio de Trump, no era inesperado. Con relación a lo primero, debe señalarse que la percepción existente en 2014 y 2015, especialmente con ocasión de las COP de Lima y París, respecto a navegar con el viento a favor en materia de lucha contra el calentamiento global, no fue debidamente aprovechada, o quizá ese viento no era lo suficientemente potente. Al menos así resultaba del análisis de los resultados alcanzados en ese periodo, puesto que el desarrollo principal —el mencionado Acuerdo de París— no era ni mucho menos la solución definitiva al problema, tal como se presentaba por los medios de comunicación y las cancillerías. Así lo reconocía la propia COP en su sesión en la capital francesa, al expresar su preocupación porque el esfuerzo agregado de mitigación, tal como resultaba de las “contribuciones previstas determinadas nacionalmente” presentadas de conformidad con el Acuerdo, no bastaba para alcanzar el objetivo establecido por el propio texto de limitar el incremento de las temperaturas a 1.5-2 °C, para lo cual, en palabras de la propia COP, “se requerirá un esfuerzo de reducción de las emisiones mucho mayor”.³

En cuanto a la “nueva” postura en materia de diplomacia climática de los Estados Unidos anunciada por Trump, debe admitirse que resultaba coherente tanto con la posición personal del primero candidato y luego presidente como del propio Estado durante el periodo de la anterior presidencia republicana. En el ámbito personal, Donald Trump ya había dejado meridianamente clara su visión al respecto antes de su investidura, a través de sus alusiones vía *twitter*, que incluían la famosa aseveración del *Chinese hoax*, lo que se confirmaría una vez alcanzada la Casa Blanca, por ejemplo, con ocasión de la Cumbre del G-7 en Taormina, Italia, en mayo de 2017.

No obstante, más allá de la influencia que el presidente tiene en la determinación de la política climática de Estados Unidos, tanto en el plano

[gov/sites/default/files/image/president27sclimateactionplan.pdf](https://www.eia.gov/sites/default/files/image/president27sclimateactionplan.pdf) (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

² U.S.-China Joint Announcement on Climate Change, disponible en: <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2014/11/11/us-china-joint-announcement-climate-change> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018). Sobre el contexto favorable para la diplomacia climática, en particular de cara a la citada COP de Lima, véase Salinas, 2015: 258 y ss.

³ Decisión 1/CP.21, “Aprobación del Acuerdo de París”, FCCC/CP/2015/10/Add.1, 29 de enero de 2016, párr. 17.

interno como particularmente en el internacional, lo más preocupante es la citada coherencia de ese anuncio con la postura tradicional de los Estados Unidos en lo que se refiere a la diplomacia del clima. Los distintos factores en juego en cuanto a la determinación de esa política permiten afirmar que esa postura se ha caracterizado principalmente por el escepticismo, cuando no la negación, y, en cualquier caso, por una resistencia, cuando no rechazo, a asumir cargas en el contexto del esfuerzo colectivo.⁴ Tan sólo el segundo mandato de Barack Obama (enero de 2013-enero de 2017), durante el cual se produjo ese cambio de postura antes apuntado, puede verse como un paréntesis en esa tónica general y aun así con matices y cortapisas por el juego político interno.⁵

El anuncio de salida de Estados Unidos del Acuerdo de París parecía una repetición del episodio vivido tras el rechazo del presidente George W. Bush a la ratificación del Protocolo de Kioto. Este acontecimiento condujo a una paralización de la diplomacia climática, la cual parecía que podría repetirse con la negativa de Donald Trump a continuar con los compromisos asumidos por su predecesor en el contexto del Acuerdo de París. Sin embargo, aunque es obvio que, dada la condición de Estados Unidos como actor climático principal, su salida del esquema de cooperación global es una mala noticia,⁶ la realidad del impacto de esa decisión se presenta ahora

⁴ Sobre la evolución de la posición de Estados Unidos en la negociación de los grandes tratados internacionales en materia climática hasta la llegada de Donald Trump, véase Rahm, 2010: 41 y ss.

⁵ A la relevancia de ese periodo en el marco de la política climática de Estados Unidos alude Gerrard (2016: 610) citando a la American Clean Energy and Security Act —también conocida como Waxman-Markey Bill, debido a que sus promotores fueron los congresistas demócratas Henry A. Waxman, de California, y Edward J. Markey, de Massachusetts— como el punto que indica el apogeo del apoyo político en Estados Unidos a la regulación de las emisiones de gases de efecto invernadero (en adelante, GEI). Esa disposición, que preveía un sistema de comercio de emisiones a nivel nacional, era aprobada por el Congreso el 26 de junio de 2009, por 219 votos a favor y 212 en contra, pero no llegó a ser presentada para debate en el Senado, puesto que, tal como señalaba el líder demócrata en esta cámara en julio de 2010, no había mayoría suficiente en apoyo del proyecto de ley. A partir de ese momento se volvía al escenario de reticencias y oposición, que llevaron al autor a afirmar, incluso antes de la llegada de Donald Trump a la Casa Blanca, que las perspectivas no parecían demasiado buenas para adoptar legislación climática de carácter integral en el Congreso.

⁶ Esa condición de actor principal era justificada por Brunée (2004: 618), destacando el carácter indispensable de su cooperación para resolver problemas climáticos. Para la autora, esa condición de indispensable de Estados Unidos en esta materia resulta tanto de sus recursos tecnológicos y financieros como de su poder económico y estratégico, que hacen que, cuando declina en ejercer ese liderazgo, el impacto sea significativo. En ese mismo sentido,

con muchos más matices por muy distintas razones, tanto de carácter interno como externo.

El objeto de este estudio es ahondar en ese impacto, teniendo en cuenta los diversos factores que influyen en el mismo. Con ese fin, comenzaremos prestando atención a las circunstancias que marcan la política climática de los Estados Unidos en el plano interno, que a su vez determinan la posición *ad extra* de ese Estado. Ese análisis, aunque esquemático, nos servirá para contextualizar el aparente giro dado por el actual presidente tanto a la política climática interna como a la condición de su país como protagonista de la diplomacia climática (II). A continuación, nos centraremos en el mencionado impacto de la decisión de Estados Unidos de salir del Acuerdo que articula el esfuerzo colectivo de reacción contra el calentamiento global, distinguiendo, por una parte, lo que puede ocurrir en un plano sustantivo, especialmente teniendo en cuenta la disminución del esfuerzo de mitigación global como consecuencia de la decisión del gobierno de Washington, y, por otra, el impacto de la misma en el plano que podríamos identificar como procedimental o de política-internacional, en concreto con la necesidad de reequilibrios que llenen el vacío provocado por la salida de Estados Unidos y las posibles consecuencias que de ello puedan derivarse (III).

II. UNA APROXIMACIÓN A LA POLÍTICA CLIMÁTICA DE ESTADOS UNIDOS

La existencia, como ya se ha adelantado, de una cierta línea directriz de rechazo en la postura de Estados Unidos en materia de cooperación climática internacional es el resultado de un amplio elenco de factores, que a su vez determinan la conformación de dicha política en el plano interno de ese Estado. No obstante, lo cierto es que el panorama no es ni mucho menos tan simple como en ocasiones pretende presentarse, puesto que tanto la visión de la inacción absoluta de los Estados Unidos en este ámbito como la dicotomía radical en cuanto a la aproximación de los dos grandes partidos políticos en ese país son afirmaciones excesivamente simplistas y no exentas de matices.

Gerrard (2016: 608) destaca la condición de Estados Unidos como la mayor economía y durante años el mayor emisor de GEI, e incluso en la actualidad recuerda que una buena parte de las emisiones de China son atribuibles a la manufactura de bienes para exportar a Estados Unidos, Europa u otros países desarrollados. Por todo ello, sus políticas climáticas, tanto en el plano interno como en el internacional, tienen un tremendo impacto, tanto físico como político.

1. *Factores que determinan la política climática, interna y externa, de Estados Unidos*

Por lo que se refiere a la primera de esas afirmaciones —la relativa a la división de los dos grandes partidos en Estados Unidos en materia climática—, no falta quien, como Bailey (2015: 1 y ss.), recuerda que la realidad es mucho más compleja que esa narrativa de la inacción de Estados Unidos en la reacción contra el calentamiento global. De hecho, la actividad en ese plano se remonta a mediados de los setenta cuando se registraron iniciativas en el Congreso dirigidas a promover la investigación, que produjeron resultados a nivel legislativo con la National Climate Act en 1978.⁷ Entre esos primeros pasos a nivel legislativo federal cabe destacar la adopción, por parte de la administración de Reagan, de la Global Climate Protection Act en 1987, que pretendió diseñar una estrategia de Estados Unidos respecto del cambio climático en el momento en que este problema surgió como una cuestión de política internacional.⁸

Debe reconocerse, sin embargo, que el carácter horizontal de la cuestión climática puede distorsionar la visión global de la política y de la actividad legislativa que al respecto desarrolla cualquier Estado, incluido obviamente Estados Unidos. Así existen disposiciones legislativas, como las que regulan cuestiones como la energía, que *stricto sensu* no se clasifican como normativa climática, pero tienen una relación muy directa con esa cuestión. La conclusión es que el panorama de la acción legislativa de Estados Unidos en la materia, más que de inacción, puede calificarse, tal como hace Gerrard (2016: 631), de dispersión o de escasa coordinación, favorecida además por la pluralidad de actores que intervienen en este ámbito, a la que nos refe-

⁷ H. R. 6669 (95th): *National Climate Act*, disponible en: <https://www.govtrack.us/congress/bills/95/hr6669/text/enr> (fecha de consulta: 23 de enero de 2017). No falta quien, como Rahm (2010: 12), anticipa la aparición de la preocupación pública por el clima en Estados Unidos, inscribiéndola en el contexto de los debates sobre la industrialización excesiva y su impacto ambiental, que se encuentran en el ascenso del movimiento ambientalista en ese Estado a finales de los sesenta.

⁸ En este sentido, se le pidió al presidente el establecimiento de una *task force* sobre clima global encargada de investigar, desarrollar e implementar una estrategia nacional en la materia. A ello se le añadieron otros aspectos, como la designación de un embajador que coordinara los esfuerzos federales en actividades multilaterales relativas al cambio climático, el encargo al secretario de Estado de que promoviera una designación de un año internacional sobre protección del clima global, o que a nivel presidencial se le concediera a la protección climática una prioridad elevada en la agenda de las relaciones con la Unión Soviética. Véase S. 420 – *Global Climate Protection Act of 1987*, disponible en: <https://www.congress.gov/bill/100th-congress/senate-bill/420> (fecha de consulta: 23 de enero de 2017). En relación con estos primeros pasos previos a la Cumbre de Río, véase Bailey, 2015: 46 y ss.

riremos más adelante, careciendo, eso sí, de una normativa de naturaleza omnicompreensiva que obligue a que para adoptar medidas de reducción de emisiones de GEI se deba recurrir a disposiciones más sectoriales y antiguas, como la Clean Air Act.⁹

Tampoco la visión de una polarización absoluta de los dos grandes partidos en cuanto a la reacción frente al calentamiento global responde de forma exacta a la realidad. Ello no significa que no existan diferencias de principios en cuanto a la aproximación que demócratas y republicanos realizan respecto de la cuestión.¹⁰ Pero en ningún caso puede interpretarse de manera monolítica, como una fotografía fija conforme a la cual los primeros se situarían siempre en el lado favorable a la acción de los Estados Unidos en esta materia, y por tanto a asumir su posición en el esfuerzo de cooperación internacional, mientras que los segundos se encontrarían, también de manera permanente, en contra.¹¹ Esto podría llevar a considerar que, dado el peso

⁹ La Clean Air Act es en su primera versión de 1963, siendo la primera norma federal que pretendía establecer un control de la contaminación del aire. La disposición ha sufrido diversas modificaciones, destacando especialmente la que tuvo lugar en 1990. Sobre esta disposición y su evolución, véase <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/evolution-clean-air-act> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

¹⁰ A ello alude Bailey (2015: 36), afirmando que, más allá de un análisis más profundo, el cambio climático es una de las señales de identidad que separan a demócratas y republicanos. Las diferencias en cuanto a la postura de ambos partidos, no sólo en materia climática, sino también por extensión respecto a la cuestión medioambiental, son abordadas por Gerrard (2016: 611), advirtiendo cómo el consenso entre ambos que impulsó la legislación entre 1970 y 1990 se ha evaporado y ha sido reemplazado por una dura brecha partidista.

¹¹ La postura republicana en esta materia, que ha experimentado una radicalización progresiva, se fundamenta en las últimas décadas, tal como advierte Colomb (2014: 11), en la identificación de la reacción contra el calentamiento global como un atentado contra el *american way of life*, contra la fe de la derecha americana en el libre mercado como la última solución a todos los problemas sociales, económicos y medioambientales. Ello hace descansar esa negación, en realidad, en factores económicos, de manera que es previsible que esa aproximación no cambie sustancialmente por más que su pretendida base científica carezca de credibilidad en este momento. Por su parte, McCright y Dunlap (2003: 49 y ss.) subrayan el papel de los *think tank* conservadores en esa radicalización, de forma que sobre la base de la consideración de la reacción global contra el clima como una amenaza directa para el crecimiento económico sostenido, el libre mercado, la soberanía nacional, comienzan a reaccionar frente al robusto consenso científico existente desde los ochenta, construyendo desde principios de la década de los noventa una visión de no problematización por cuestiones ambientales. Sobre este aspecto se pronuncian también McCright (2011: 158 y ss.) y Rahm (2010: 79 y ss.), quien identifica como factores que confluyen en esa visión al interés de las grandes empresas del sector de los combustibles fósiles, a la visión conservadora de la influencia negativa de la lucha contra el cambio climático en su posición de liberalismo económico y desregulación y a la posición anticientífica de los fundamentalistas cristianos. Este último factor es, sin embargo, ambivalente, puesto que la propia autora advierte que en ambos lados se acude a referencias

que el presidente tiene en la política interna y externa, la acción climática de los Estados Unidos estaría muy sometida al color político del inquilino que en cada momento ocupe la Casa Blanca. Sin embargo, eso no es ni mucho menos tan visible, no faltando situaciones que vienen a desmentir esa visión absolutamente bipolar. A ese respecto, pueden mencionarse como ejemplos en ambas direcciones la presidencia de George H. W. Bush o la Resolución 98 del Congreso, del 25 de julio de 1997,¹² conocida también como Resolución Byrd-Hagel, ya que sus promotores fueron los senadores Robert Byrd, representante de West Virginia, y Chuck Hagel, representante de Nebraska.

En el primer caso, la pertenencia del presidente al partido republicano no obstaba para que, como apunta Bailey (2015: 56 y ss.), su elección en noviembre de 1998 pareciera ser un signo prometedor de un cierto consenso entre ambos partidos en materia de reacción contra el cambio climático, dadas las alusiones al mismo por parte del presidente durante la campaña; sin embargo, esa ventana política no se materializó por las divisiones tanto en la administración como en el Congreso.

Respecto de la Resolución Byrd-Hagel, debe señalarse que, si bien la mayoría que el partido republicano tenía en el Congreso en aquel momento tuvo su importancia, parece evidente que el frenazo a las intenciones del primer mandato de Bill Clinton en la materia no puede explicarse únicamente por la oposición de dicho partido, sino por una respuesta en contra que incluía un espectro político más amplio, en el que se integraban representantes del propio partido del presidente. Así lo demuestra no sólo el que los promotores de esa Resolución representaran a ambos partidos —el senador Byrd al demócrata y el senador Hagel al republicano—, sino que también la misma fue aprobada por unanimidad en el Senado (95-0), cerrando definitivamente la puerta a la ratificación del Protocolo de Kioto, al señalar que el Senado de los Estados Unidos no firmaría ningún texto que estableciera compromisos de reducción de emisiones hasta que los países emergentes asumieran compromisos de reducción, ya que si no se causaría un grave daño a la economía de los Estados Unidos.

La realidad es que esa posibilidad de condicionar la política climática en función de la posición del presidente en cada momento encuentra el freno

de la moral, la ética o la religión. Así recuerda cómo el movimiento ambientalista en Estados Unidos tiene una larga historia de apelación a la ética y los valores para motivar la acción (moralidad, justicia social o deber religioso) como motivos esgrimidos para reducir emisiones de GEI.

¹² *S.Res.98 – A Resolution Expressing the Sense of the Senate Regarding the Conditions for the United States Becoming a Signatory to any International Agreement on Greenhouse Gas Emissions under the United Nations Framework Convention on Climate Change*, disponible en: <https://www.congress.gov/bill/105th-congress/senate-resolution/98/text> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

del juego político interno, que desempeña un papel trascendental, especialmente las mayorías existentes en las dos cámaras legislativas que han servido para limitar la capacidad de acción de los distintos presidentes demócratas. Éste es el factor que explica la afirmación antes realizada; es decir, de que tan sólo el segundo mandato de Barack Obama, y aun con matices, supondría una excepción a la directriz de rechazo, que constituye una regla general sea quien sea la persona que ocupe la presidencia.¹³

El juego de todos los factores en presencia conduce a Peterson (2004: 81 y ss.) a distinguir tres periodos en la evolución de la política climática de los Estados Unidos; debe advertirse que, por razones cronológicas, el estudio no incluye la era Trump, por lo que esa clasificación sería susceptible de modificación con una cuarta etapa, o una extensión de la tercera, aunque con un sentido distinto del señalado por el autor. La primera etapa, que abarca la década de los noventa, está marcada, en principio, por el compromiso internacional y el activismo ya apuntado de la administración de Bush, así como por el apoyo del Congreso; pero fue evolucionando en la segunda mitad de la década, especialmente tras las elecciones de 1995, en las que por primera vez en cuarenta años había una mayoría republicana en ambas cámaras. Ese nuevo escenario condujo a una nueva postura al respecto, conforme a la cual la regulación medioambiental constituía un freno a la competitividad, plasmada en el *Contract with America* de 1994, inspirado por el portavoz republicano en el Congreso, Newt Gingrich. El giro en la política climática de Estados Unidos queda representado por el contraste entre la ratificación de la CMNUCC, el 15 de octubre de 1992, y el rechazo a repetir la misma operación en el caso del Protocolo de Kioto, firmado el 12 de noviembre de 1998.¹⁴

¹³ Tal como recuerda Gerrard (2016: 611), Obama aludió a esta cuestión tanto en el discurso inaugural de este segundo mandato en enero de 2013 como al mes siguiente en su discurso sobre el estado de la nación, refiriéndose en tono firme a las obligaciones de la sociedad hacia las generaciones futuras para combatir el cambio climático, y señaló que, si el Congreso no actuaba, él usaría su autoridad.

¹⁴ Este rechazo, como advierte Brunnée (2004: 622 y ss.), tiene lugar a pesar del activo compromiso del presidente Clinton en la negociación del citado Protocolo, influyendo notablemente en su contenido. Sin embargo, esos aspectos no compensaron lo que Brunnée califica como la disminución del entusiasmo de Estados Unidos respecto del derecho internacional del medio ambiente, debido a una pluralidad de factores que incluyen desde el crecimiento y densidad de los grandes acuerdos multilaterales en la materia hasta la complicación del proceso político y legislativo a nivel nacional en lo relativo a la ratificación de tratados, sin olvidar la actitud de Estados Unidos hacia el derecho internacional y su influencia en la soberanía nacional, en concreto con el deseo de mantener la posición hegemónica en la escena internacional, así como con las consideraciones de seguridad nacional. De hecho, la autora argumenta que, con el rechazo a la ratificación del Protocolo, la administración de Bush

La segunda fase incluye el periodo 2000-2005, en el que los estados, regiones y ciudades asumieron el liderazgo y lograron avances tangibles. Este aspecto se analizará más tarde en el contexto del impacto que, desde el punto de vista sustantivo, puede tener la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París, que se reduce considerablemente por el carácter federal de esa decisión, mientras que la acción climática a nivel estatal, regional o local se sigue manteniendo y suponiendo, como veremos, una ayuda importante al esfuerzo global de mitigación. En cualquier caso, conviene señalar esto, ya que el detonante de la acción a nivel subfederal fue precisamente la inacción del gobierno federal, escenario que vuelve a repetirse en este momento, lo que podría verse como un elemento incentivador de la acción climática a ese nivel estatal o local. De hecho, fue la “retirada” —en realidad el rechazo a la “entrada” por medio de la ratificación— de Estados Unidos del Protocolo de Kioto lo que empujó a estados, regiones y ciudades a la acción política, apoyándose en el esquema de federalismo cooperativo que rige la aplicación de políticas ambientales en Estados Unidos.¹⁵

La tercera fase descrita por Peterson es, en realidad, planteada como un ejercicio de prospectiva, de planteamiento de futuro, ya que se refiere al periodo 2005-2010, que es inmediatamente posterior al momento de realización del estudio. De cara a esta tercera fase, el autor (2004: 114) pronostica una convergencia entre estados, Congreso y, en último término, gobierno federal en las necesidades y la dirección de los acuerdos nacionales e internacionales en la materia. En concreto, Peterson señala que cada vez es más difícil imaginar un escenario en el que la cuestión del cambio climático no sea abordada en 2010 por el Congreso; además, con toda probabilidad, los acuerdos y acciones estatales y regionales se expandirán y la acción y la presión internacionales crecerán. En principio, todo ello debería conducir a un escenario de acción a nivel nacional en Estados Unidos. Sin embargo, la realidad no se llegó a ajustar del todo a esa previsión, ni siquiera con la llegada de Barack Obama a la Casa Blanca al final de ese periodo.

quiso enviar un mensaje cargado de simbolismo, al dar el paso —inusual y poco cortés— de declarar formalmente su oposición al Protocolo, tras más de una década de compromiso activo de Estados Unidos en las negociaciones climáticas y con un éxito considerable de ese Estado en cuanto al diseño de muchas partes del régimen climático internacional de manera acorde con sus preferencias.

¹⁵ Este esquema, como afirma Rahm (2010: 46), permite un sistema de soberanía dual entre estados y gobierno federal, de forma que los primeros son considerados soberanos y no pueden ser mandados o sustituidos por el gobierno federal. Ello no obsta para que, conforme a la cláusula de supremacía recogida en el artículo VI de la Constitución, el gobierno federal tenga autoridad para dejar sin efectos leyes estatales en conflicto con leyes federales.

Además, a ese análisis cronológico se le debería añadir lo ocurrido a partir de 2010, de forma que lo señalado respecto del acierto relativo de Peterson en su previsión para el periodo 2005-2010 se extendería a esta fase posterior, puesto que, si bien en un principio el segundo mandato de Obama pareciera acercarse a la previsión optimista del autor, la llegada de Donald Trump ha cambiado, para peor, esos pronósticos.

El rápido repaso del *iter* de Estados Unidos en materia climática sirve para poner de manifiesto que, si bien existe una clara distinción en cuanto a la aproximación de cada uno de los dos grandes partidos en la materia, esa distinción no puede identificarse como una separación monolítica y permanente y que la matemática parlamentaria modera los efectos prácticos de esas diferencias de aproximación, especialmente reduciendo el margen de maniobra de los presidentes demócratas.

Ambas variables volvieron a ponerse de manifiesto durante la presidencia de Barack Obama, quizá el presidente más comprometido, al menos sobre el papel y con permiso de la dupla Clinton-Gore, en la reacción internacional contra el calentamiento global. En efecto, la victoria de Obama en 2008 era vista, tal como sostiene Bailey (2015: 115 y ss.), como el anuncio de una nueva era en la política de los Estados Unidos sobre cambio climático, ajustándose así a esa dinámica basada en una separación radical de las aproximaciones de ambos partidos. Sin embargo, esa sensación se desvaneció con cierta rapidez y no sólo por el reforzamiento de la posición republicana en el Congreso tras las elecciones de 2010, sino también por la rebaja de los compromisos por el propio Obama debido a la presión económica y fiscal en el contexto de la crisis que comenzaba en 2008 y la cercanía de reelección en 2012.¹⁶

2. *El contexto previo al giro climático de Trump*

Como decíamos anteriormente, el segundo mandato de Obama puede calificarse como una suerte de oasis en un desierto caracterizado por una actitud de rechazo a involucrarse en el esfuerzo colectivo de mitigación de emisiones de GEI. La intención del presidente de ejercer un liderazgo cli-

¹⁶ Ello no impidió la existencia de desarrollos relevantes a nivel legislativo en ese periodo, como la anteriormente mencionada American Clean Energy and Security Act, presentada el 15 de mayo de 2009 y que preveía una reducción de GEI de un 15% en 2020 respecto de 2005 y la producción de electricidad de fuentes renovables en un 15% para 2020, que fue aprobada en el Congreso por 219 votos. Véase *H. R. 2454 (111th): American Clean Energy and Security Act of 2009*, disponible en: <https://www.govtrack.us/congress/bills/111/hr2454/text> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

mático en la agenda internacional, expresada —como ya se señaló— en el Climate Action Plan, debía apoyarse en una acción en el plano interno que sirviera para reforzar ese papel de líder en el exterior. Sin embargo, incluso en este periodo dorado de la política climática de los Estados Unidos, al menos sobre el papel, las dificultades políticas a las que ya hicimos referencia iban a jugar su papel,¹⁷ obligando a Obama a tener que buscar atajos en los procedimientos de tramitación interna para poder ratificar el Acuerdo de París. Paradójicamente, la flexibilidad del ordenamiento interno de Estados Unidos en materia de tratados, que en un primer momento se iba a convertir en un instrumento útil para avanzar en el compromiso climático internacional al ratificar el Acuerdo de París, se convertiría posteriormente en un obstáculo, al facilitar de manera equivalente la ejecución de la decisión de salida de ese Acuerdo.

Conviene recordar de forma sintética que el ordenamiento jurídico de los Estados Unidos contempla hasta cuatro alternativas para manifestar el consentimiento del Estado en obligarse por medio de un tratado. La primera, y única contemplada en la Constitución, es la recogida en su artículo II, que confiere la competencia para su conclusión al presidente previo consentimiento del Senado, con una mayoría de dos terceras partes. Las otras tres posibilidades no se encuentran especificadas en el texto de la Constitución, pero se admiten como constitucionales. Se trata de los *congressional-executive agreements*, cuya conclusión debe ser previa autorización del Congreso; los *treaty-executive agreements*, cuya conclusión puede ser autorizada en tratados existentes, y los *presidential-executive agreements*, basados en la autoridad presidencial que le reconoce la Constitución en los asuntos internacionales. Las opciones que Obama tenía a su disposición para ratificar el Acuerdo de París eran analizadas previamente a ese trámite por Bodansky (2015: 9 y ss.), recordando que el *background* en materia de cambio climático parecía conducir a la opción del artículo II de la Constitución, utilizada tanto para la ratificación de la CMNUCC como para el Protocolo de Kioto, si bien en esta ocasión la solicitud de ratificación fracasó como consecuencia de la ya mencionada Resolución Byrd-Hagel. No obstante, las dificultades políticas de esta vía parecían llevar al autor a abrir la puerta a la posibilidad de la aceptación por el presidente.¹⁸

¹⁷ Hasta el punto que, como apunta Bailey (2015: 143 y ss.), la política climática era vista como una gran ocasión por los republicanos para explotar el rédito electoral de cara a las elecciones al Senado de 2014, en las que lograrían la victoria.

¹⁸ Como recordaba él mismo (2015: 14 y ss.), también contaba con precedentes en materia medioambiental, en concreto varios protocolos a la Convención sobre Contaminación Transfronteriza de 1979, y se apoyaba en argumentos diversos, desde la inclusión de la comunicación con gobiernos extranjeros entre las atribuciones del presidente en materia de política

Sin embargo, el propio Bodansky ya apuntaba el inconveniente de esta vía desde la perspectiva de la estabilidad del régimen climático internacional, aunque lo presentaba como algo positivo, al señalar que, cualquiera que sea la base legal para la aceptación del Acuerdo de París como un *presidential-executive agreement*, la autoridad del presidente quedaría reforzada por la inclusión de una previsión de retirada, común en los acuerdos medioambientales multilaterales, incluyendo la CMNUCC,¹⁹ y que permitiría expresamente a un futuro presidente terminar con las obligaciones de los Estados Unidos en el marco de dicho Acuerdo, limitando la capacidad de un presidente para atar las manos de su sucesor al concluir un acuerdo ejecutivo.

En definitiva, la aprobación por medio del artículo II de la Constitución o como *congressional-executive agreement* daría un más amplio apoyo político que la aprobación como *presidential-executive agreement*, haciendo la posterior retirada menos probable en la práctica. No obstante, Obama optaba por esta vía y el Acuerdo de París era aceptado el 3 de septiembre de 2016, entrando en vigor para Estados Unidos el 4 de noviembre. Con eso se abría la vía de la retirada de dicho Acuerdo, cuya calificación como un *presidential executive-agreement*, susceptible, por tanto, exclusivamente de aceptación presidencial, permite seguir el mismo procedimiento simplificado para su rechazo. Otra cuestión es el procedimiento en el plano del propio Acuerdo de París, planteándose una serie de aspectos que conllevan una complejidad mayor de lo que, en principio, podría esperarse para salir del Acuerdo y que serán analizados en la siguiente parte.

exterior, de forma que, en la medida en que el Acuerdo de París se limitara a obligaciones procedimentales relacionadas con la información y *review*, se podría argumentar que caía en la autoridad constitucional independiente del presidente. En segundo lugar, que un acuerdo internacional en materia climática complementaría el derecho existente y, teniendo en cuenta el pronunciamiento del Tribunal Supremo en *Massachusetts v. EPA*, al que nos referiremos más tarde, en la medida en que la amenaza del CO₂ exige acción en el plano internacional, el presidente podría argumentar que la autoridad para negociar un acuerdo internacional constituye un anexo necesario para la regulación de las emisiones domésticas. Este argumento quedó reforzado porque la Global Climate Protection Act de 1987 señalaba que la naturaleza global del problema climático requeriría un vigoroso esfuerzo para lograr la cooperación internacional necesaria para minimizar y responder a los efectos adversos del cambio climático, así como por la Sección 115 de la Clean Air Act, que en relación con la contaminación internacional del aire establece que ésta autoriza acción federal sobre base de reciprocidad con otros Estados para reaccionar frente a contaminantes que causan daño transfronterizo. En tercer lugar, que un acuerdo que implemente o desarrolle los compromisos existentes en la CMNUCC entraría en el ámbito del consentimiento original del Senado a la CMNUCC y, por tanto, constituiría un *treaty-executive agreement*. La Plataforma de Durban apoya esta conclusión previendo específicamente que el nuevo acuerdo estará bajo la CMNUCC.

¹⁹ En su artículo 25 recoge la posibilidad de denuncia en términos idénticos a lo que posteriormente se señalará en el artículo 28 del Acuerdo de París, al que aludiremos más adelante.

A ese contexto jurídico-político en el que se inscribe la decisión de Donald Trump de salir del Acuerdo de París debe añadirse la discrepancia que existe, dentro de la propia administración, entre la opinión del entorno del inquilino de la Casa Blanca y las diversas agencias adscritas al propio gobierno federal, que han presentado diversos informes que contradicen la posición presidencial. En efecto, las evidencias del impacto del calentamiento global en Estados Unidos no sólo se recogen en informes internacionales,²⁰ sino también en nacionales. En ese sentido, apunta Rahm (2010: 34 y 35) que para Estados Unidos el coste de la inacción será mayor que el de la acción, conforme a un estudio de la Universidad de Maryland que, haciéndose eco del Informe Stern (2007), concluía que el cambio climático afectaría a cada americano de manera significativa y dramática con costes crecientes si la acción se dilata. Asimismo, la autora señala la estimación de la Oficina Gubernamental de Rendición de Cuentas de Estados Unidos acerca de la exposición de las aseguradoras públicas y privadas a los efectos del cambio climático, especialmente en propiedades y cultivos debido a eventos relacionados con el clima, incrementándose de forma sustancial el riesgo de daños en el curso de las próximas décadas (Government Accountability Office, 2007).

En esa misma línea del carácter inequívoco del cambio climático y de la influencia de la actividad humana, así como de los impactos del fenómeno en Estados Unidos, se sitúa el *Climate Science Special Report*, redactado por diversas agencias del gobierno de los Estados Unidos y académicos de todo el país, y cuyo primer volumen fue publicado en 2017 en el contexto del National Climate Assessment y a requerimiento de la Global Change Research Act de 1990.²¹

III. EL IMPACTO DE LA SALIDA DE ESTADOS UNIDOS DEL ACUERDO DE PARÍS EN LA COOPERACIÓN CLIMÁTICA GLOBAL

Más allá de los posibles cambios que pudieran resultar en el futuro de todo lo dicho anteriormente, como consecuencia del juego de los factores que determinan la política climática de los Estados Unidos, debe reconocerse que

²⁰ A este respecto, véase el capítulo dedicado a América del Norte en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC. *Cambio climático 2014: impactos, adaptación y vulnerabilidad* (1439 y ss.), disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap26_FINAL.pdf (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

²¹ *Climate Science Special Report*, disponible en: <https://science2017.globalchange.gov> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018). Este informe forma parte del mandato del Congreso para revisión cada 4 años del National Climate Assessment, centrado en los impactos del cambio climático en Estados Unidos. Véase <https://nca2014.globalchange.gov>.

actualmente la ya apuntada condición de ese país como actor climático principal, aunque ya haya perdido el dudoso honor de mayor emisor de GEI, superado por China, convierte su salida del marco global de cooperación en una mala noticia.

En cualquier caso, antes de entrar en el análisis del citado impacto, tanto en el plano material como en el político, conviene completar el estudio iniciado anteriormente respecto al procedimiento a seguir para esa salida. Si en el apartado anterior se prestaba atención al procedimiento de ratificación en el plano interno, lo que servía para poner de manifiesto la debilidad de la opción elegida para la ratificación del Acuerdo de París en términos de facilitar la salida del mismo, ahora debemos volver la mirada a las exigencias del procedimiento conforme al derecho internacional. En este sentido, Juan Rosa (2016: 16 y ss.) destaca la dificultad de la nueva administración estadounidense para hacer realidad su deseo de salir del Acuerdo, y no sólo por la reacción tanto interna como internacional, por ejemplo, durante la COP de Marrakech, sino también por la complejidad técnica de dicha salida conforme al artículo 28 del Acuerdo, que, como ya se apuntó, sigue la mecánica ya establecida en la CMNUCC, unida a las obligaciones que al respecto resultan de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados.

En este sentido, debe recordarse que el artículo 28 del Acuerdo de París señala que su denuncia por una de las Partes sólo es posible transcurridos tres años desde la entrada en vigor del mismo para el denunciante, y añade que esa denuncia surtirá efectos en el plazo de un año desde la fecha en que el depositario del Acuerdo haya recibido la correspondiente notificación. Eso conduce a que en el caso de Estados Unidos, para quien el Acuerdo de París entró en vigor el 4 de noviembre de 2016, la denuncia únicamente será posible a partir de noviembre de 2019 y surtirá efectos en noviembre de 2020, siempre que se hubiera notificado dicha denuncia al depositario con un plazo mínimo de un año antes de esa fecha. Es decir, la salida anunciada por Trump, que al día de hoy no ha sido notificada al secretario general de las Naciones Unidas, en su condición de depositario, de conformidad con el artículo 29 del Acuerdo, sería efectiva, en el mejor o peor de los casos, en las nuevas elecciones en Estados Unidos, en el supuesto de que el actual presidente agote su mandato. Mientras tanto, de conformidad con lo establecido en el artículo 70.1.b) de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados,²² Estados Unidos estaría obligado a cumplir sus obligaciones hasta el momento en que surta efectos la retirada.

²² Este artículo señala que la terminación de un tratado, salvo que el propio texto disponga otra cosa, "...no afectará a ningún derecho, obligación o situación jurídica de las partes creados por la ejecución del tratado antes de su terminación".

De lo dicho, resulta que la salida de Estados Unidos no se va a materializar hasta dentro de 3 años. Ello no obsta, sin embargo, para que ya se esté produciendo una cierta reducción de la implicación de ese Estado en diversos aspectos relativos a dicho Acuerdo, por ejemplo, en relación con ciertos pagos en materia de fondos de adaptación, etcétera.²³

Así pues, parece que, más allá de que la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París llegue a perfeccionarse de forma definitiva o no, el anuncio de Trump ha provocado reacciones que, como ya se señaló al principio, parecen inspirarse en otro episodio que condujo a la cooperación climática internacional a un *impasse* del que se tardó mucho, quizá demasiado, en salir. Nos referimos al rechazo a la ratificación del Protocolo de Kioto por parte de George W. Bush. Sin embargo, son varios los factores que permiten afirmar que la situación no es exactamente la misma, y que la salida de los Estados Unidos del esquema de cooperación acordado en París, si bien es claramente una muy mala noticia, no necesariamente ha de tener el mismo efecto paralizador.

Entre esos factores diferenciadores, los hay tanto de carácter interno como externo, tal como apunta Olabe (2017: 118 y ss.), y cada una de esas categorías genera consecuencias diversas en cuanto a la matización del impacto de la salida del Acuerdo de París en diferentes planos. Así, los factores internos contribuyen a minimizar en parte ese impacto en el plano material o sustantivo, es decir, en el conjunto del esfuerzo dedicado a la mitigación por toda la comunidad internacional. Por su parte, los factores externos, por un lado, sirven para evitar cuando menos la parálisis de la diplomacia climática que se produjo con ocasión del rechazo a ratificar el Protocolo de Kioto, de manera que las insuficiencias y límites del sistema establecido en París ya no son achacables exclusivamente a la actitud de la administración de Trump, y, por otro lado, generan una serie de cambios de equilibrio y ajustes para ocupar el hueco dejado por Estados Unidos. A continuación, atendaremos a ambos planos.

²³ Así se recogía en el diario *El Confidencial*, el 17 de noviembre de 2017, al referirse a los desafíos abiertos de cara a la COP de Bonn, señalando la paralización por la actual administración de los Estados Unidos de los compromisos financieros asumidos por Obama en ese contexto, especialmente los 2,000 millones de dólares de aquí a 2020 para ayudar a paliar, en los países en vías de desarrollo, los efectos del calentamiento global. En ese sentido se apuntaba la disposición de Alemania de aumentar sus contribuciones, pero sin llegar a sustituir directamente a Estados Unidos, sino avisando de la necesidad de repartir esa carga financiera. Véase “Las seis claves de la Cumbre del Clima de Bonn: ¿podrán lograrlo sin Estados Unidos?”, disponible en: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2017-11-17/seis-claves-cumbre-cambio-climatico-bonn_1478964/ (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

1. *El impacto de la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París en el esfuerzo de mitigación de emisiones de GEI*

En un primer momento, intentaremos aportar elementos que permitan calibrar el impacto real que esa salida del Acuerdo de París anunciada por Trump puede tener en el conjunto del esfuerzo mundial de reducción de emisiones de GEI, es decir, en el volumen del esfuerzo de mitigación. Para ello debe comenzarse por recordar que lo anunciado por Trump implica que, a partir de que se perfeccione la salida del gobierno, el Estado se verá libre del cumplimiento de las obligaciones que dicho Acuerdo le impone. A este respecto, sin embargo, debe afirmarse que nada impide que Estados Unidos pueda asumir obligaciones con carácter voluntario, esto es, autoimponerse un esfuerzo de mitigación. Es obvio que, dada la filosofía del nuevo esquema de asignación de obligaciones, siguiendo la lógica *bottom-up* que se plasma en el Acuerdo de París, no tiene mucho sentido esa salida si el Estado quisiera autoimponerse esas obligaciones desde una perspectiva federal, puesto que eso ya lo estaría haciendo en el marco del Acuerdo sin necesidad de afrontar el coste político de la salida del mismo. Pero la cosa cambia si esas obligaciones se establecen por algunas entidades del nivel subfederal, y, en este sentido, se debe reconocer que el panorama ha cambiado desde el episodio del rechazo a ratificar el Protocolo de Kioto.

En efecto, el cambio experimentado en la conciencia climática en los Estados Unidos ha llevado a que la salida anunciada por Trump haya encontrado cierta compensación en el activismo en ese plano de algunos estados,²⁴ entre los que destaca de forma especial el caso de California, o de grandes ciudades, como Los Ángeles, Washington, Boston, San Francisco o Pittsburgh, citada por el propio Trump en su argumentario.²⁵ A ello se añade la

²⁴ Ese desarrollo de una conciencia climática se traslada a la acción internacional con la actividad de figuras como Al Gore. En este sentido, Rahm (2010: 45) cita el caso de la COP de Bali en diciembre de 2007, en la que se pretendía la adopción de una hoja de ruta para negociar el futuro acuerdo pos-Kioto. La representación de los Estados Unidos fue doble: por una parte, la representación oficial, a cargo del gobierno federal de George W. Bush, que se mantenía en la misma postura que había utilizado para rechazar la ratificación del Protocolo de Kioto, y, por otra parte, el ya ex vicepresidente Al Gore, recién designado Premio Nobel de la Paz, precisamente, por sus esfuerzos frente a la amenaza climática, quien estuvo presente en la reunión y criticó duramente el papel de los delegados de Estados Unidos, que en su opinión estaban obstruyendo el acuerdo. Ello hizo que, como recuerda la autora, la gran brecha en América acerca de qué hacer con el cambio climático fuera muy obvia para todos.

²⁵ La afirmación de Donald Trump en *twitter* al anunciar la salida del Acuerdo de París, de que había sido elegido para representar a los ciudadanos de Pittsburgh y no de París, era

posición favorable a esos esfuerzos de distintos actores sociales, desde medios de comunicación como *New York Times* o *Washington Post* hasta la propia industria del gigante americano, incluidas grandes corporaciones del sector energético, como Exxon Mobil,²⁶ Chevron o General Electric, y de otras ajenas a ese ámbito pero de enorme peso, como Apple, Google, Microsoft, Intel o Nike. La reacción contraria de la industria al anuncio de salida del Acuerdo de París, considerado bajo esa perspectiva como una mala decisión, responde a diversos factores, que van desde cuestiones de naturaleza económica, en particular la intención de rentabilizar inversiones ya realizadas en tecnologías bajas en carbono, hasta las oportunidades que se abren en el ámbito energético, en concreto en lo que respecta a la inversión en energías renovables, que la economía norteamericana no parece estar dispuesta a dejar pasar sin más.

El resultado es que el vacío dejado por el gobierno federal en lo que se refiere a la reacción frente al calentamiento global es ocupado por una pluralidad de actores internos, entre los que destaca la acción desarrollada a nivel estatal y regional.²⁷ La acción a estos niveles es primordialmente visible en los momentos de especial inacción o rechazo a la acción por parte del gobierno federal, no porque se limite a esos periodos, sino porque es durante los mismos cuando resalta su carácter disonante de la acción desarrollada por el gobierno de Washington. Así, esa acción, concretada en la adopción de programas regulatorios a nivel estatal, regional o local, destaca durante la presidencia de George W. Bush, convirtiéndose, en palabras de Gerrard (2016: 621 y ss.), en una vía de salida de la frustración por la inacción federal, especialmente cuando, tras las elecciones de 2010, la composición

respondida por el alcalde de esta ciudad, Bill Peduto, reafirmando su compromiso contra el cambio climático, e incluso llegando a publicar una columna en el *New York Times* conjuntamente con Anne Hidalgo, alcaldesa de la capital francesa, para responder al presidente. Véase “Ni Pittsburgh ni París. La guerra entre las ciudades y Donald Trump ha comenzado”, disponible en: https://elpais.com/elpais/2017/06/09/opinion/1496998681_195627.html (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

²⁶ Ello supone un claro contraste con el papel, ya señalado, de los grandes del petróleo y el carbón en otros momentos, recurriendo a la creación de plataformas destinadas a distorsionar la comprensión pública de la ciencia del cambio climático. De hecho, Rahm (2010: 79 y ss.) cita como ejemplo de ese comportamiento precisamente a Exxon Mobil, quien destinó fondos a financiar más de 40 grupos con ese objetivo (como la Global Climate Coalition o el Global Climate Science Team).

²⁷ Entre los factores que propician ese efecto sustitutivo de la acción a nivel federal por la desarrollada por los estados, Rahm (2010: 46 y ss.) alude a la existencia en los niveles estatal y local de funcionarios con experiencia en áreas relacionadas con la gestión medioambiental, tales como el reciclaje o la contaminación del aire, lo que facilitaba la acción a ese nivel cuando el gobierno federal no actuaba.

de ambas cámaras parecía alejar la posibilidad de una acción legislativa en esta materia.

En realidad, estas iniciativas a escala subfederal no sólo pretenden llenar el vacío dejado por una acción a nivel global de los Estados Unidos, sino que además juegan un papel de incentivo para el desarrollo de ese tipo de acciones a nivel federal. De manera que el buen resultado que pueda lograrse a nivel estatal o regional terminará convenciendo a los representantes nacionales para la repetición de ese tipo de respuestas a un nivel de todo el Estado.²⁸ Eso confiere valor a la acción en ese plano subfederal, lo que no imposibilita a Rahm (2010: 63) afirmar que un único programa de reducción de emisiones de GEI preparado a nivel federal sería mejor solución, lo cual no le impide volver sobre la idea ya mencionada del efecto aprendizaje de la acción de los estados, al señalar que ese programa único podría basarse en los conocimientos adquiridos en los esfuerzos estatales y regionales y que el Congreso podría mirar esos programas regionales como un proyecto de legislación nacional.

Un rápido repaso a las iniciativas a nivel estatal de reacción frente al calentamiento global en Estados Unidos nos lleva a fijarnos en dos supuestos especialmente relevantes: por una parte, el papel pionero jugado por el estado de Oregón y, por otra, el indiscutible protagonismo de California. A todo ello alude Rahm (2010: 47 y ss.), señalando que el primero de esos estados adoptaba ya en 1997 la House Bill 3283,²⁹ que contenía las primeras medidas obligatorias en Estados Unidos para controlar las emisiones de CO₂, además de exigirles a las plantas de producción de energía compensar un 17% de su incremento de emisiones, bien a través de la mejora de la eficiencia energética, bien comprando mecanismos de compensación (reducciones de emisiones obtenidas más allá del sector, como reforestación, etcétera).

En cuanto a California, el gobernador Schwarzenegger aprobaba el 27 de septiembre de 2006 la Global Warming Solutions Act (Assembly Bill No. 32), en la que, además de reconocer los devastadores impactos económicos y sociales del cambio climático en ese estado, se establecía una reducción de sus emisiones de GEI de un 25% respecto de niveles de 1990 para 2020 y de un 80% en 2050, para lo que contemplaba un sistema estatal obligatorio

²⁸ A este respecto, Peterson insiste (2004: 94 y 95) en el valor de los laboratorios de experimentos económicos y sociales que cumplen esas iniciativas subfederales para posteriormente diseñar la acción y política nacional. El autor enumera los elementos clave que justifican esa acción a nivel estatal, que incluyen desde la preocupación de la opinión pública y la subsiguiente presión, la oportunidad de ejercer liderazgo político, la preocupación por los daños y el impacto fiscal hasta las oportunidades de lograr beneficios en la nueva política medioambiental y energética.

²⁹ Sobre esta disposición, véase West, s.a.

de *cap and trade* que comenzaría en 2012, incluyendo a todos los sectores.³⁰ El compromiso de California en la lucha contra el cambio climático quedaba demostrado en 2010, año en que se organizó una amplia recolección de votos para suspender la operatividad de la AB 32 por un periodo indefinido y que únicamente obtuvo un 38.5% de votos favorables frente al 61.5% de votos en contra de esa suspensión.

Sin embargo, la iniciativa a nivel estatal en este plano no se limita a la adopción de programas de reacción a nivel de cada uno de ellos, sino que va más allá, estableciendo sinergias entre varios de ellos que amplían el efecto positivo de esos esfuerzos y son las que implican que, desde el punto de vista que aquí nos interesa, el impacto de una eventual salida de los Estados Unidos del Acuerdo de París se vea matizado en un plano sustantivo o material, respecto a la reducción del esfuerzo de mitigación. La primera manifestación de ese esfuerzo regional, implicando a varios estados, es el Climate Change Action Plan, establecido en 2001 por seis estados de Nueva Inglaterra (Maine, New Hampshire, Vermont, Massachusetts, Rhode Island y Connecticut) y algunas provincias canadienses (Nova Scotia, Newfoundland y Labrador, Prince Edward Island, New Brunswick y Quebec), que contemplaba una reducción de emisiones de GEI para volver a niveles de 1990 en 2010 y reducciones de un 10% respecto de niveles de 1990 en 2020, así como reducciones de entre un 75% y un 85% respecto de niveles de 2011, como objetivos a largo plazo.³¹

Entre los programas de carácter regional debe destacarse el Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI), puesto en marcha mediante la firma el 20 de diciembre de 2005 de un *Memorandum of Understanding (MoU)* por los gobernadores de Connecticut, Delaware, Maine, Massachusetts, New Hampshire, Nueva Jersey, Nueva York y Vermont, a los que posteriormente se unía Maryland, mientras que el Distrito de Columbia, Pennsylvania, Rhode Island y las provincias del Este de Canadá y New Brunswick son observadores

³⁰ Assembly Bill No. 32. Chapter 488, disponible en: http://www.leginfo.ca.gov/pub/05-06/bill/asm/ab_0001-0050/ab_32_bill_20060927_chaptered.pdf (fecha de consulta: 23 de enero de 2018). El protagonismo de California es analizado por Gerrard (2016: 623 y ss.), quien considera que ese estado es indiscutiblemente el líder de la nación y se puede argumentar que del mundo en su programa de cambio climático. Así, en el marco de la clasificación que establece de las leyes y programas estatales dirigidos a limitar el cambio climático, Gerrard distingue los explícitamente centrados en la reacción al cambio climático y las iniciativas de reacción más indirecta, como las relativas al sector eléctrico o los programas de uso de la tierra y construcción. Pues bien, apunta el autor que, en agosto de 2015, 34 estados tenían programas de ese tipo y 20 de ellos incluían objetivos de emisión, pero sólo California había puesto en marcha un amplio sistema económico de límites de emisiones con previsiones de aplicación obligatoria.

³¹ "Climate Change Action Plan August 28, 2001", disponible en: <http://www.dem.vi.gov/climate/pdf/negecpp.pdf> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

del proceso. Por su parte, Nueva Jersey salía del *MoU* con efectos al 1o. de enero de 2012.³²

El RGGI desarrolla una estrategia conjunta de reducción de emisiones de GEI basada en la creación de un sistema *cap and trade* que se centra en plantas generadoras de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles con una capacidad mínima de 25 MW, sin que las discusiones para extender los contaminantes cubiertos y las categorías de fuentes hayan dado resultados, a las que se les exige reducir emisiones, invertir en tecnologías más limpias o comprar mecanismos de compensación para alcanzar sus objetivos.³³

Otros mecanismos regionales son la West Coast Governors' Global Warming Initiative (WCGGI), que reúne a los estados de Washington, Oregón y California, o la Southwest Climate Change Initiative, puesta en marcha en febrero de 2006 por los gobernadores de Arizona y Nuevo México. El 26 de febrero de 2007, ambas iniciativas se combinan mediante la creación de la Western Climate Initiative (WCI), en la que se concreta la coordinación de los esfuerzos de reducción de emisiones de GEI de los cinco estados concernidos.³⁴ El impacto cuantitativo de todo ese esfuerzo es subrayado por Rahm (2010: 59 y ss.), recordando que en 2010 los estados parte de la WCI emitían conjuntamente un mayor volumen de GEI (740 millones de tn) que Australia (523.3), Francia (495.4), Italia (473.9) o España (373.6), y prácticamente lo mismo que Canadá (828). Por su parte, la suma de la reducción de emisiones en los estados parte de los tres mayores acuerdos regionales era de 1,700 millones de tn (26% de las emisiones de Estados Unidos y 43% de las de la Unión Europea).

A ese impacto, ya de por sí relevante, ha de unirse lo que resulta de la acción local antes apuntada, pudiendo señalar que son varias las grandes ciudades que cuentan con normas, por ejemplo, en materia de construcción de edificios con requerimientos de eficiencia energética o para desincentivar el uso del automóvil o para limitar las emisiones de sus flotas de vehículos municipales, como las de camiones de basura, plantas de depuración de aguas o de tratamiento de residuos.

Asimismo, está creciendo el número de ciudades que prestan atención a cuestiones de adaptación al cambio climático, citándose el caso de Nueva York, cuando, tras el huracán Sandy (octubre de 2012), el entonces alcalde

³² *A Brief History of RGGI*, disponible en: <https://www.rggi.org/design/history/mou> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

³³ Sobre el contenido del programa, véase *Elements of RGGI*, disponible en: <https://www.rggi.org/design/overview> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

³⁴ Western Climate Initiative, Inc., disponible en: <http://www.wci-inc.org> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

Michael Bloomberg anunciaba en junio de 2013 un plan de 20 millones de dólares de adaptación a las consecuencias del cambio climático (Russ, 2013).³⁵ Este plan recibiría continuidad por su sucesor Bill De Blasio, quien en 2015 presentaba el informe *Building the Knowledge Base for Climate Resiliency*, del Panel sobre Cambio Climático de Nueva York, que incluía proyecciones sobre los efectos del cambio climático en la ciudad en una perspectiva de 2100, así como estrategias para mejorar la resiliencia del área metropolitana.³⁶

Entre las iniciativas desplegadas en este plano local sobresale el U.S. Mayors Climate Protection Agreement, impulsado por el alcalde de Seattle, Greg Nickels, y aprobado en la 73a. Conferencia de Alcaldes de los Estados Unidos en junio de 2005, en el que se exhorta tanto al gobierno federal como a los estatales a adoptar medidas para lograr una reducción de emisiones de GEI de un 7% respecto de 1990 para 2012.³⁷ Esto, como recuerda Rahm (2010: 49 y ss.), representa lo que Estados Unidos debió realizar si hubiera firmado el Protocolo de Kioto. La presión de los entes locales continuaba y, de esta manera, en el marco del citado Acuerdo de Protección Climática, los alcaldes, con ocasión de la 82a. reunión anual en Dallas, en 2014, mantenían el llamamiento urgente a los gobiernos federal y estatales para reducir las emisiones de GEI en un 17% para 2020.³⁸ En la actualidad son 1,060 alcaldes los que se han unido al citado Acuerdo de Protección Climática.³⁹

En la Conferencia de junio de 2017, en Miami, se firmaron resoluciones no vinculantes como un plan impulsado y guiado por las ciudades para frenar el cambio climático, sin llegar a fijar objetivos de emisiones, y se marcó la meta de que todo el suministro de energía de las metrópolis fuera de energías renovables para 2035.⁴⁰

³⁵ Respecto del mencionado plan, que lleva por título “A Stronger More Resilient New York”, véase <http://www.nyc.gov/html/sirr/html/report/report.shtml> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

³⁶ Con relación al informe citado, véase <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nyas.2015.1336.issue-1/issuetoc> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

³⁷ “The U.S. Mayors Climate Protection Agreement (As endorsed by the 73rd Annual U.S. Conference of Mayors Meeting, Chicago, 2005)”, disponible en: <http://www.mayors.org/climateprotection/documents/mcpAgreement.pdf> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

³⁸ “The U.S. Mayors Climate Protection Agreement (As presented to the 82nd Annual U.S. Conference of Mayors Meeting, Dallas, 2014)”, disponible en: <http://actrees.org/wp-content/uploads/2014/07/US-Mayors-Climate-Agreement-June-2014.pdf> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

³⁹ The United States Conference of Mayors, “Mayors Climate Protection Center”, disponible en: <https://www.usmayors.org/mayors-climate-protection-center/> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

⁴⁰ “The United States Conference Mayors 85th Annual Meeting June 23-26, 2017 in Miami Beach, FL”, disponible en: http://legacy.usmayors.org/resolutions/85th_Conference/propose

Al elenco de actores con un papel destacable en el diseño de la política y la acción climática de Estados Unidos se unen los tribunales de ese Estado, cuya jurisprudencia contribuye a la delimitación de la acción en ese ámbito. Ese papel entra en juego de formas diversas identificadas por Gerrard (2016: 625 y ss.), quien menciona la posibilidad de que la acción o la inacción de una agencia gubernamental dé lugar a demandas o que los tribunales diriman cuestiones de responsabilidad. En la primera categoría, que el autor identifica como *Administrative Cases*, se incluye el asunto quizá más relevante a estos efectos. Se trata de la sentencia del Tribunal Supremo, del 2 de abril de 2007, *Massachusetts v. Environmental Protection Agency*, en la que el alto tribunal dejó claro que la EPA tiene autoridad conforme a la Clean Air Act para regular las emisiones de GEI de nuevos vehículos a motor y no puede liberarse de esa responsabilidad, a menos que proporcione bases científicas para ello.⁴¹ Esta decisión tuvo un limitado impacto en la administración de Bush, no muy partidaria de la acción en este campo; no obstante, en el momento en que tomó posesión un presidente que apoyaba la acción contra el cambio climático, la decisión permitió a la EPA poner en marcha una intensa actividad regulatoria. En cuanto a la segunda categoría de asuntos, identificados como *Common Law Cases*, Gerrard recuerda que desde 2004 se han interpuesto demandas en tribunales federales contra grandes compañías industriales en relación con sus niveles de emisiones o los de sus productos, etcétera.

2. *El impacto de la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París en la cooperación climática internacional*

Después de analizar el coste de la salida efectiva de Estados Unidos del Acuerdo de París en términos del esfuerzo global de mitigación, debemos

dcommittee.asp?committee=Environment (fecha de consulta: 23 de enero de 2018). El único compromiso concretado en cifras en esa ocasión era el American Cities Initiative expresado por Michael R. Bloomberg, quien anunciaba 200 millones de dólares al mismo con el objeto de ayudar a las ciudades de Estados Unidos a abordar sus retos, entre ellos los de carácter medioambiental y, en concreto, el cambio climático. Véase <https://www.bloomberg.org/press/releases/michael-r-bloomberg-announces-200-million-american-cities-initiative-help-u-s-cities-innovate-solve-problems-work-together-new-ways/> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

⁴¹ *Massachusetts v. EPA*, 549 U.S. 497 (2007), disponible en: <https://supreme.justia.com/cases/federal/us/549/497/> (fecha de consulta: 23 de enero de 2018). Respecto de esta categoría de asuntos, destaca Rahm (2010: 55 y ss.) la potencial litigiosidad existente entre gobierno federal y estados, mencionando la posible inconstitucionalidad de los sistemas *cap and trade* regionales, conforme al artículo 1o. de la sección 8 de la Constitución (la cláusula comercial y la restricción del comercio interestatal).

abordar ahora las consecuencias del vacío creado por esa decisión desde una aproximación que podríamos llamar “política”. Esas consecuencias se dibujan en diversos planos, que van desde la repercusión que eso puede tener para la propia posición de Estados Unidos en el plano exterior, más allá incluso del ámbito estricto de la diplomacia climática, hasta el coste en términos del impulso a la cooperación climática internacional. Por razones obvias, nos centraremos en esta segunda dimensión, señalando que es quizá en la que se advierte con mayor nitidez el cambio del signo de los tiempos en cuanto a la política climática de los Estados Unidos. Sin embargo, por apuntar alguna consideración, aunque sea breve, del primer plano de consecuencias, debe admitirse que la decisión de Trump viene a colocar a Estados Unidos en una situación delicada, siendo la única de las 197 Partes que firmaron el Acuerdo que quedaría oficialmente fuera del mismo.⁴²

No parece muy descabellado afirmar que ello debe tener hondas consecuencias en la condición de Estados Unidos como protagonista de esa diplomacia climática, olvidando la pretensión esgrimida por Obama de liderar la misma. Podría alegarse que no parece que eso pueda significar un motivo de preocupación para la actual administración de los Estados Unidos a la vista de sus posiciones al respecto; pero no deja por ello de ser un motivo de preocupación para ese Estado, el cual, en caso de un nuevo giro en su política climática exterior, verá cómo su posición en este ámbito ha quedado notablemente debilitada, resultándole más difícil jugar un papel tan influyente en la delimitación del esfuerzo de reacción contra el cambio climático como en otras épocas donde conseguía adecuar esa acción internacional a sus intereses. Incluso, esa pérdida de lugar es trasladable a otros ámbitos más allá de la reacción contra el calentamiento global, anunciando, en opinión de algunos, el inicio de un periodo de sustitución de Estados Unidos, o al menos de reparto del tablero internacional, por otros actores, especialmente China.

Volviendo al plano que más nos interesa, es decir, el del impacto de la salida del Acuerdo por Estados Unidos en la diplomacia climática, la cuestión se circunscribirá, en principio, a analizar si esta situación es equiparable a la que se produjo con el rechazo a la ratificación del Protocolo de Kioto. En aquella ocasión, la posición de Estados Unidos supuso un retraso muy importante en la entrada en vigor de ese texto, que suponía la concreción en cifras del esfuerzo de mitigación y que necesitó más de siete años para su

⁴² Tras la ratificación de Burundi, el 17 de enero de 2018, el número de Partes que han ratificado el Acuerdo asciende a 174. Sobre el estado de ratificaciones del Acuerdo de París, véase http://unfccc.int/paris_agreement/items/9444.php (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

entrada en vigor (desde su adopción el 2 de diciembre de 1997 hasta el 16 de febrero de 2005).

No obstante, el impacto provocado por ese vacío de liderazgo en esta ocasión no parece que pueda ser equiparable al que se produjo en ese entonces, en la medida en que en este momento existen diversos factores que no estaban presentes en aquel entonces. Entre ellos destaca, obviamente, el cambio de posición que respecto del esfuerzo de cooperación climática ha experimentado el otro gigante. De hecho, el Acuerdo de París fue posible por el cambio de posición no sólo de los Estados Unidos, sino también de China. Pues bien, ahora este Estado ha hecho saber que su compromiso en la reacción al calentamiento global no iba a verse afectado por el anuncio de Trump. Ese cambio de posición de China responde, a su vez, a una diversidad de causas, tanto internas como externas; por una parte, esa nueva aproximación se inscribe en el intento de reacción frente al problema que en el plano interno representa el deterioro del clima, el cual, como sus autoridades han expresado, pone en peligro su modelo de crecimiento. A ello se le une que las autoridades de Pekín han visto en el anuncio de Estados Unidos la oportunidad de obtener distintos beneficios, que van desde el reforzamiento de su liderazgo en la diplomacia climática hasta el intento de aprovechar los beneficios económicos de dedicar esfuerzos a sectores como el de las energías renovables.

En este plano de la dicotomía China-Estados Unidos en materia climática no puede olvidarse que el Acuerdo de París, más allá de las críticas que puedan serle realizadas, principalmente respecto de la efectividad del nuevo modelo *bottom-up* de asignación de esfuerzos de mitigación para reaccionar frente al calentamiento global (Salinas, 2018: 53 y ss.), termina con uno de los argumentos utilizados por los opositores en el plano interno de los Estados Unidos, como es el del trato discriminatorio que resulta de imponer obligaciones de reducción de emisiones de GEI a Estados Unidos y dejar libres de las mismas a sus competidores, especialmente la propia China. Tras lo acordado en la 21a. COP y el establecimiento del modelo *bottom-up*, esa oposición queda privada de ese argumento y está obligada a encontrar razones que van más allá de ese trato discriminatorio.

Así pues, no parece que se vaya a repetir el efecto paralizador que tuvo en su momento el rechazo de ratificación del Protocolo de Kioto. Esa posibilidad fue rechazada rápidamente durante la COP de Marrakech, cuando prácticamente, al mismo tiempo que Trump era elegido presidente de Estados Unidos, las Partes reunidas en esa ocasión dejaban claro el carácter irreversible, en un exceso de vehemencia quizá, del esfuerzo de reacción contra

el cambio climático.⁴³ En definitiva, el efecto paralizador no parece que se vaya a producir y eso, más allá de que, como se ha dicho, la postura de Estados Unidos no puede sino tener efecto negativo, es positivo. Sin embargo, esa consideración debe ser bien entendida, puesto que eso no significa que el esquema de cooperación climática establecido en París no presente problemas, sino más bien que la no participación de Estados Unidos es un problema grave pero no definitivo, susceptible de ser resuelto en el futuro con un nuevo cambio de posición del gigante americano. Más grave, sin duda alguna, es el problema de los propios límites que el sistema presenta desde la perspectiva de su eficacia para la reacción frente al calentamiento global, en concreto de la insuficiencia del esfuerzo en él establecido, en combinación con lo recogido en las contribuciones determinadas nacionalmente presentadas hasta el momento.

IV. CONCLUSIONES

De todo lo dicho, resulta que el anuncio de salida del Acuerdo de París por los Estados Unidos representa una mala decisión desde cualquier perspectiva. Para la comunidad internacional, se trata de un impacto negativo en el esfuerzo de reacción contra un fenómeno global, cuyas consecuencias afectan a todos, a pesar del papel de atenuantes que respecto de la decisión del gobierno federal juegan los factores internos antes apuntados. Pero también esta cuestión tiene consecuencias para los Estados Unidos, quien al asumir esa posición de *free rider* verá afectado su papel de liderazgo a nivel mundial, lo que se suma a otras decisiones de Trump, por ejemplo, en el plano del comercio internacional, favoreciendo un cambio de testigo en esa posición que el actual presidente parece empeñado en poner en manos de China.

Desde la perspectiva estricta de la diplomacia climática, parece obvio afirmar que el anuncio de Trump no representa una buena noticia en el camino de la comunidad internacional para encontrar una respuesta eficaz al más grave problema climático que la humanidad afronta al día de hoy. No obstante, los aspectos expuestos a lo largo de estas páginas permiten afirmar, por una parte, que su impacto material queda matizado por los esfuerzos que

⁴³ Así se señalaba en la *Marrakech Action Proclamation for our Climate and Sustainable Development* adoptada durante esa reunión, en la que, en el contexto de la adopción del Acuerdo de París, se añadía lo siguiente: "...this year, we have seen extraordinary momentum on climate change worldwide, and in many multilateral fora. This momentum is irreversible – it is being driven not only by governments, but by science, business and global action of all types at all levels". Véase http://unfccc.int/files/meetings/marrakech_nov_2016/application/pdf/marrakech_action_proclamation.pdf (fecha de consulta: 23 de enero de 2018).

en el seno del gigante americano desarrollan otras entidades, especialmente estados y ciudades, y, por otra, que el resto de participantes en el régimen de cooperación climática internacional parecen reforzar su compromiso en la continuidad de ese esfuerzo. Eso significa que el problema creado por el anuncio de Trump se resolvería con un nuevo giro de la política climática exterior, e interior, de los Estados Unidos, quizá con una nueva administración. Sin embargo, desgraciadamente las cosas no son tan sencillas, puesto que el problema del calentamiento global tiene en la urgencia de la respuesta una de las premisas a tomar en consideración y este episodio supone un nuevo retraso.

De todo ello, resulta que el anuncio de la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París representa no sólo un brusco despertar de ese sueño, un tanto ficticio eso sí, que la comunidad internacional había vivido durante los años inmediatamente anteriores, sino también una nueva dificultad que se suma a los límites propios de un sistema como el que establece el Acuerdo de París, que no permite superar la dependencia del mismo respecto de la voluntad política de unos Estados que en el actual modelo eligen su cuota de contribución al esfuerzo de mitigación con notable flexibilidad.

V. BIBLIOGRAFÍA

- BAILEY, Christopher J. (2015), *US Climate Change Policy*, Dorchester (Inglaterra), Ashgate Publishing.
- BODANSKY, Daniel (2015), *Legal Options for U.S. Acceptance of a New Climate Change Agreement*, Arlington (Virginia), Centre for Climate and Energy Solutions.
- BRUNNÉE, Jutta (2004), “The United States and International Environmental Law: Living with an Elephant”, *European Journal of International Law*, vol. 15, núm. 4.
- COLOMB, Jean-Daniel (2014), “The Ideology of Climate Change Denial in the United States”, *European Journal of American Studies*, vol. 9, núm. 1, disponible en: <http://ejas.revues.org/10305>.
- GERRARD, Michael B. (2016), “United States Climate Change Law”, en CARLANE, Cinnamon P. et al. (eds.), *The Oxford Handbook of International Climate Change Law*, Oxford, Oxford University Press.
- GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE (2007), *Climate Change: Financial Risks to Federal and Private Insurers in Coming Decades Are Potentially Significant*, Report to the Committee on Homeland Security and Government Affairs, U.S. Senate, GAO-07-285, disponible en: <https://www.gao.gov/assets/120/116474.pdf>.

- MCCRIGHT, Aaron M. (2011), “The Politicization of Climate Change and Polarization in the American Public’s View of Global Warming, 2001-2010”, *The Sociological Quarterly*, vol. 52.
- MCCRIGHT, Aaron M. y DUNLAP, Riley E. (2003), “Defeating Kyoto: The Conservative Movement’s Impact on U.S. Climate Change Policy”, *Social Problems*, vol. 50, núm. 3.
- OLABE, Antxon (2017), “Cambio climático en tiempos de incertidumbre”, *Política Exterior*, vol. XXXI, núm. 175, enero-febrero.
- PETERSON, Thomas D. (2004), “The Evolution of State Climate Change Policy in the United States: Lessons Learned and New Directions”, *Widener Law Journal*, vol. 14.
- RAHM, Dianne (2010), *Climate Change Policy in the United States. The Science, the Politics and the Prospects for Change*, Jefferson, McFarland.
- ROSA MORENO, Juan (2016), “La anunciada nueva estrategia de EE.UU. sobre el cambio climático. ¿Es posible la denuncia del Acuerdo de París?”, *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, núm. 35, septiembre-diciembre.
- RUSS, Hilary (2013), “New York Lays Out \$20 Billion Plan to Adapt to Climate Change”, *Reuters*, 11 de junio, disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-climate-newyork-plan/new-york-lays-out-20-billion-plan-to-adapt-to-climate-change-idUSBRE95A10120130612>.
- SALINAS ALCEGA, Sergio (2015), “Hacia un nuevo acuerdo climático: estado de la cuestión tras la COP 20 de Lima, «siempre nos quedará París»”, en EMBID IRUJO, Antonio (coord.), *Agua, energía, cambio climático y otros estudios de derecho ambiental en recuerdo a Ramón Martín Mateo*, Cizur Menor, Aranzadi.
- SALINAS ALCEGA, Sergio (2018), “El Acuerdo de París de diciembre de 2015: la sustitución del multilateralismo por la multipolaridad en la cooperación climática internacional”, *Revista Española de Derecho Internacional*, vol. 70, núm. 1, enero-junio.
- STERN, Nicholas (2007), *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge, Cambridge University Press.
- WEST, Peter (s.a.), “Regulating Carbon Dioxide in Oregon”, *Renewable Northwest*, disponible en: <https://renewablenw.org/node/article-regulating-carbon-dioxide-oregon>.

CAPÍTULO III

COOPERACIÓN INTERNACIONAL Y DESGOBERNANZA FINANCIERA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

José Clemente RUEDA ABAD*

SUMARIO: I. *Introducción.* II. *Dinero, poder y cambio climático en el actual orden mundial.* III. *De Bonn a Copenhague: la arquitectura financiera para cambio climático.* IV. *Flujos financieros para cambio climático.* V. *La arquitectura financiera en los Acuerdos de París.* VI. *Conclusiones.* VII. *Bibliografía.*

I. INTRODUCCIÓN

Las políticas públicas sin dinero son solamente palabras vacías o buenas intenciones, por lo que para poder garantizar su aplicación se requiere que los gobiernos especifiquen si las acciones serán implementadas con recursos financieros originados por su propio presupuesto, o si el dinero provendrá de la iniciativa privada, de donaciones o de recursos internacionales que se sumen a la deuda pública.

La disponibilidad y mecanismos de acercamiento para obtener financiamiento es uno de los temas centrales en el proceso de negociación multilateral de cambio climático. De hecho, desde la Conferencia de las Partes 1, el tema del financiamiento se encuentra en la agenda de la diplomacia climática; así, ante la ausencia de un brazo financiero propio, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) decidió solicitarle al Fondo para el Medio Ambiente Mundial que le ayudara en las tareas de financiamiento asociadas a cambio climático, usando para ello las directrices y criterios metodológicos que estableciera la CMNUCC.

Este capítulo, en primera instancia, hace una revisión de la relación existente entre el dinero, el poder y el papel del cambio climático en el orden

* Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad de Guanajuato. Enlace académico y logístico del Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM.

mundial; en segundo lugar, se reseña cuál ha sido el camino que ha seguido la Convención Marco para crear su propio brazo operativo en el tema financiero, específicamente en el marco de acción del Protocolo de Kioto (PK); posteriormente, se ejemplifica la difícil tarea de rastrear las cantidades de dinero que están fluyendo para cambio climático en el mundo; finalmente, se revisa que la estructura financiera del PK ha sido trasladada de manera íntegra al Acuerdo de París (AP).

El objetivo final de este capítulo es mostrar que la implementación de acciones de mitigación y adaptación social al cambio climático requiere para su instrumentación de recursos económicos nuevos y adicionales a las tareas de gobierno realizadas de manera cotidiana; sin embargo, también es necesario que los recursos públicos y privados se encuentren bien orientados para con ello poder obtener beneficios climáticos. No obstante, el elemento común entre los fondos financieros para cambio climático es que el rastreo e identificación de los recursos que se destinan es algo complejo, ya que el diseño institucional que está garantizado en el PK y que fue trasladado en su totalidad al AP permite el caos y el desorden a nivel mundial en esta materia.

II. DINERO, PODER Y CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ACTUAL ORDEN MUNDIAL

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), retomando la conceptualización de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), define al clima como un

...estado promedio del tiempo y, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante períodos que pueden abarcar desde meses hasta millares o millones de años. El período de promediación habitual es de 30 años [sin embargo] en un sentido más amplio, el clima es el estado del *sistema climático* en términos tanto clásicos como estadísticos (IPCC, 2007: 78).

Las conceptualizaciones del IPCC sobre el clima y el cambio climático señalan formas de simbolizar y entender la narrativa que versa sobre la valoración propia del discurso de la estadística descriptiva, y, por otro lado, refiere a una valoración sistémica y funcional del estado del tiempo y, con miras a largo plazo, del clima. Visto desde esta perspectiva, el cambio de clima es

Una variación del estado del *clima* identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a *forzamientos externos* o a cambios *antropógenos* persistentes de la composición de la *atmósfera* o del *uso de la tierra* (IPCC, 2007: 77).

De acuerdo con los datos publicados por la OMM, el periodo comprendido entre los años 2011-2015 ha sido el lustro más caliente de la historia. Entre los efectos documentados en el mencionado periodo se encuentran que

...ha sido el quinquenio más cálido del que se tengan registros en todo el mundo y el año 2015 ha sido el más cálido jamás registrado hasta la fecha. Este período también fue el más cálido desde que se tienen registros en todos los continentes, excepto África. Durante ese período las concentraciones de los principales gases de efecto invernadero siguieron aumentando y alcanzaron niveles récord para este período decisivo...

...en el caso de muchos episodios extremos durante el período 2011-2015, especialmente los relativos a temperaturas altas extremas, se ha multiplicado, en ciertas ocasiones por diez o más, la probabilidad de que sucedan durante un período de tiempo determinado como resultado del cambio climático provocado por la actividad humana...

En 2015, la media anual de las concentraciones en la atmósfera de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) eran de 400,0 partes por millón (ppm), 1 845 partes por mil millones (ppb), y 328,0 ppb, respectivamente (el CO₂ representa aproximadamente un 65% del total del forzamiento radiativo provocado por los gases de efecto invernadero de larga duración, el CH₄ representa un 17% y el N₂O, un 6%)...

El Boletín sobre los gases de efecto invernadero de 2015 muestra que aproximadamente el 44% del total de CO₂ emitido por las actividades humanas entre 2004 y 2015 permanecía en la atmósfera mientras que el 56% restante ha sido eliminado por los océanos y la biosfera terrestre...

El hielo marino ártico siguió disminuyendo durante el período 2011-2015... La extensión máxima en invierno estuvo por debajo de la media registrada en 1981-2010 durante los cinco años entre 2011 y 2015...

A medida que los océanos se calientan, se expanden, lo que se traduce en un aumento del nivel del mar a escala mundial y regional. El incremento del contenido calorífico de los océanos representa aproximadamente el 40% del aumento observado del nivel del mar a escala mundial en los últimos 60 años, y se prevé que contribuirá de forma similar al aumento futuro del nivel del mar... El nivel del mar en todo el mundo siguió subiendo durante el período 2011-2015...

Las anomalías de precipitación fueron persistentes durante múltiples años en varias partes del mundo, la mayoría de las cuales se iniciaron al terminar el episodio de La Niña de 2011/2012. Hubo tres regiones en las que las precipitaciones caídas en grandes zonas durante los tres años comprendidos entre octubre de 2012 y septiembre de 2015 estuvieron por debajo del percentil 10 (WMO, 2016: 5, 8, 9, 11 y 12).

Algunos de los impactos sectoriales esperados por el cambio climático son los siguientes:

1) Recursos hídricos

- Incremento del caudal de los ríos y disponibilidad de agua en 10-40% en latitudes altas y en algunas zonas tropicales.
- Disminución del caudal de los ríos y disponibilidad del agua en latitudes medias en un 10-30%.
- Extensión en áreas afectadas por la sequía.
- Incremento del riesgo de inundación por fuertes precipitaciones.
- Reducción de reservas de agua en los glaciares y la cubierta de nieve.
- Disminución de la disponibilidad del agua en regiones que dependen del agua procedente de deshielos de la montaña.

2) Ecosistemas

- Alteraciones en la elasticidad de los ecosistemas.
- Incremento inicial de absorción de carbono en este siglo para posteriormente debilitarse.
- Riesgo de extinción del 20% al 30% de especies vegetales y animales.
- Cambio en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas con efectos negativos sobre éstos y la biodiversidad.

3) Alimentos, fibra y productos forestales

- A nivel global, el incremento de la productividad de los cultivos.
- Descenso de la productividad de los cultivos en latitudes bajas con incremento en el riesgo de hambre.
- Incremento en la frecuencia de sequías e inundaciones.

- Aumento a nivel global de la producción comercial de madera a mediano y corto plazo.
 - Cambios regionales en la distribución y producción de tipos de peces.
- 4) Zonas costeras y áreas poco elevadas
- El incremento del nivel del mar provocará los siguientes impactos: la erosión de costas; el blanqueamiento de los corales por aumentos de temperatura superiores a 1-3 °C; una mayor vulnerabilidad en zonas costeras densamente pobladas y poco elevadas.
- 5) Industria, asentamientos y sociedad
- Los impactos varían en función de las costas y sectores directamente afectados.
 - Las comunidades más desfavorecidas y densamente pobladas son las más vulnerables.
- 6) Salud
- Se prevén impactos positivos y negativos de acuerdo con la localización y la capacidad de adaptación.
 - Los impactos negativos son malnutrición; muertes por olas de calor, inundaciones, tormentas; enfermedades diarreicas, cardiorespiratorias e infecciosas.
 - Se verán afectados los factores que condicionan la salud humana, como la educación, la asistencia médica, las infraestructuras y el desarrollo económico (IPCC, 2007: 16).

Por su parte, los resultados del Quinto Reporte de Evaluación del IPCC de la ONU (AR5, por sus siglas en inglés) señalan que el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. En este mismo sentido, la atmósfera y el océano se han calentado; los volúmenes de nieve y hielo han disminuido; el nivel del mar se ha elevado, y las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) han aumentado (IPCC, 2013: 4).

Asimismo, el AR5 del IPCC establece lo siguiente:

- Cada uno de los tres últimos decenios han sido sucesivamente más cálidos en la superficie de la Tierra que cualquier decenio anterior desde 1850. En el hemisferio norte es probable que el periodo 1983-2012 haya sido el lapso de 30 años más cálido de los últimos 1,400 años (nivel de confianza medio) (IPCC, 2013: 3).
- El calentamiento del océano domina sobre el incremento de la energía almacenada en el sistema climático y representa más del 90% de la energía acumulada entre 1971 y 2010 (IPCC, 2013: 6).
- En los dos últimos decenios, los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida han ido perdiendo masa; los glaciares han continuado menguando en casi todo el mundo, y el hielo del Ártico y el manto de nieve en primavera en el hemisferio norte han seguido reduciéndose en extensión (IPCC, 2013: 7).
- Desde mediados del siglo XIX, el ritmo de la elevación del nivel del mar ha sido superior a la media de los dos milenios anteriores (nivel de confianza alto). Durante el periodo 1901-2010, el nivel medio global del mar se elevó 0.19 metros (0.17-0.21 metros) (IPCC, 2013: 9).
- Las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) han aumentado en un 40% desde la era preindustrial debido, en primer lugar, a las emisiones derivadas de los combustibles fósiles y, en segundo lugar, a las emisiones netas derivadas del cambio de uso del suelo. Los océanos han absorbido alrededor del 30% del CO₂ antropógeno emitido, provocando su acidificación (IPCC, 2013: 9).
- La influencia humana en el sistema climático es clara. Es evidente a tenor de las crecientes concentraciones de GEI en la atmósfera, el forzamiento radiativo positivo y el calentamiento observado, y gracias a la comprensión del sistema climático (IPCC, 2013: 13).

La certeza de que estos escenarios se cumplan tiene origen en el hecho de que “la cantidad de evidencias científicas sobre el impacto del calentamiento casi se ha duplicado desde el informe anterior de 2007” (IPCC, 2014: 4). Por ello, para establecer un objetivo de calentamiento menor, o una probabilidad mayor de permanecer por debajo de un objetivo de calentamiento específico, será necesario que las emisiones de CO₂ acumuladas sean menores (IPCC, 2013: 28).

El AR5 del IPCC señala que los crecimientos económico y demográfico continúan siendo los motores más importantes de los aumentos en las emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles, y que alrededor de la mitad de las emisiones antropogénicas acumuladas de CO₂ entre

1750 y 2010 se han producido en los últimos 40 años (IPCC, 2013: 8). En ese entendido, las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles y los procesos industriales contribuyeron con alrededor del 78% del aumento de las emisiones de GEI totales de 1970 a 2010; asimismo, para el periodo 2000-2010, la contribución porcentual fue similar (IPCC, 2013: 7).

El AR5 se realizó en el supuesto de la reducción de emisiones y con la idea de niveles estimados de emisiones globales de GEI en 2020 basados en los Compromisos de Cancún, los cuales no son coherentes con trayectorias de mitigación costo-efectivas a largo plazo para las que sea al menos, tan probable como improbable, que el cambio de temperatura se limite a 2 °C con relación a los niveles preindustriales (concentraciones en 2100 entre aproximadamente 450 y 500 ppm de CO₂-eq), pero no excluyen la posibilidad de cumplir ese objetivo (IPCC, 2013: 16).

En otras palabras, la mitigación de GEI realizada y la proyectada sugieren que son insuficientes, y ello se traduce en la probabilidad de que los impactos adversos se mantengan e, incluso, se acelere su aparición, debido a que el umbral de temperatura decidido en los ámbitos políticos no coincide con lo que señala la ciencia. Por tal razón, señala el IPCC, este cambio climático puede comenzar a verse como irreversible en una escala temporal de entre varios siglos y milenios (IPCC, 2013: 28).

Desde un enfoque más sociopolítico, el cambio climático puede ser considerado como un elemento propio de la ideología dominante —pensamiento único— si se hace una lectura crítica de los acontecimientos históricos y recientes y éstos, a su vez, son interpretados como parte del proceso de dominación hegemónica que ha impuesto la realidad instrumental del dinero y en el que la ciencia ha estado al servicio del poder, sin que necesariamente haya sido ese su objetivo, para de esa manera justificar la toma de decisiones que buscan, en principio, evidenciar que los procesos energético-productivos de la economía deben modificarse para convertirse en procesos con menos emisores de GEI (Rueda y Chiu, 2017; Vega, 2015).

Empero, los prolegómenos de las emisiones de GEI, que se hicieron más intensas con el American New Deal y la economía de guerra de los Estados Unidos en el siglo XX, tienen una historicidad más longeva, como reconoce el mismo IPCC. Por ello, desde el origen de las emisiones (asociadas a la industrialización), que es catalogado por los economistas como la más grande falla de mercado, aunque asociada a la productividad, debe considerarse como una variable independiente tanto de la actividad económica como de las manifestaciones de carácter político y ausentes de pretensiones globales para establecer o ser parte del orden mundial.

Si consideramos que la realidad neoliberal, en su dimensión económica, se ha convertido en un orden mundial porque ha trastocado esferas que trascienden lo económico, entonces debemos decir que el cambio climático no debe analizarse fuera de dicho contexto. Ello significa que los mecanismos de respuesta internacional y regional del cambio climático están enclavados en el mismo tipo de discurso neoliberal, y no en otro, ya que es en este escenario social donde su análisis y comprobación científica se ha logrado. En otras palabras, el cambio climático, que no es sinónimo de calentamiento global, es una variable dependiente, es un nuevo “objeto”¹ del orden mundial actual y del futuro.

En este escenario, la ciencia climática y la comunidad científica del clima, si bien de una manera no autorreflexiva, forman parte de la cultura y el orden mundial de nuestros tiempos y, dada la magnitud de los impactos posibles adversos, aunque cambie el orden político y económico, el cambio climático formaría parte de probables nuevas dimensiones de la cultura.

En este momento, la cultura gestada por la globalización y la democracia liberal se basa en la competencia, la dualidad productiva y las asimetrías económicas, el mercado, en el orden generado a partir de la competitividad global. En otras palabras, la inequidad, o desigualdad, basada en lo económico es lo que regula el nuevo orden mundial y en su intento por mantener el *statu quo* ha permitido que el asunto del cambio climático escale como “forma de saber”, ya que, como señala Foucault, “Las formas de saber se inscriben en estrategias de poder, pero toda estrategia de poder se actualiza, toma como punto de anclaje, soporte, a las relaciones de poder” (1976: 121).

La afirmación previa, llevada al plano de lo climático, implica entender que la tecnología y la ciencia son elementos centrales de la narrativa de nuestros tiempos para poder mitigar las emisiones de GEI e impulsar los procesos de adaptación social. En el presente, la tecnología es vista como un “patrimonio común de la humanidad, puesto que constituye la expresión del ingenio del hombre, de sus audacias y de sus conquistas, de los progresos de la ciencia y del saber humano a lo largo de los siglos y por encima de los estados” (Urquidí, 1997: 201).

Hoy, el valor social de la ciencia es que a partir de ella se busca revertir los impactos ambientales generados por el progreso; por ello, en el nuevo orden mundial se tiene como premisa a la ciencia. En ese sentido, la ciencia del clima es una ciencia diferente, porque crea los escenarios del futuro del

¹ “El objeto no espera en los limbos el orden que va a liberarlo y a permitirle encarnarse en una visible y gárrula objetividad; no se preexiste a sí mismo, retenido por cualquier obstáculo en los primeros bordes de la luz. Existe en las condiciones positivas de un haz complejo de relaciones” (Foucault, 1970: 73).

clima usando técnicas actuales y su criterio de verdad y validez se centra en la objetividad del método científico.

Aparentemente, lo que habría de fondo es una apuesta a la neutralidad ideológica de las ciencias experimentales, naturales y exactas por su proceso aséptico del método y la validación, por el ensayo y repetición, de los métodos y la obtención de resultados —en este caso, se trataría de las corridas de los modelos de clima—, de sus impactos y consecuencias globales.

Derivado de ello, se encuentra el hecho de que los escenarios de clima se validan por sus métodos de obtención y la objetividad científica, lo que sólo significa que los escenarios son el discurso de lo probable y lo posible, pero esto no quiere decir que sea un hecho concreto. Por ello, el discurso de lo climático ha necesitado, desde un primer momento, enumerar una serie de eventos que validen la hipótesis de la modificación del clima del planeta con hechos concretos que acrediten su hipótesis de trabajo (fuente de la legitimidad del discurso de la ciencia climática). En este momento,

La integridad de la ciencia del clima depende de la fe más que de la verdad: fe en que las mejores personas están utilizando sus mejores criterios para producir los mejores conocimientos que se encuentran a su alcance. Sólo si los científicos del clima logran convencer al mundo —su juez último— de que han pasado esas pruebas, sus conclusiones se elevarán por encima de la malicia de los piratas informáticos y de los “negadores sistemáticos”, y demostrarán que pueden constituirse en conocimientos confiables para regir el planeta (Jasanoff, 2011: 93).

En ese sentido, el cambio climático, como elemento que puede incidir en la toma de decisiones de carácter político, económico, social, ambiental y de impacto cultural y así modificar el orden mundial del futuro —partiendo del orden mundial actual—, no debe buscar la validez de sus enunciados, sino que el discurso en sí se ha tornado en válido, porque en él se ha reducido el “concepto de validez ideal al de afirmabilidad racional bajo condiciones ideales, es decir haciendo referencia solamente a la resolución o desempeño discursivo de pretensiones de validez” (Habermas, 2001: 97).

Además de ello, el tema del cambio climático es una manifestación de poder que la comunidad científica ha logrado obtener, auspiciada por la preocupación de carácter ambiental. Sin darse cuenta o sin pretenderlo, el discurso del cambio climático antropogénico de carácter global se ha convertido en una institución y, como toda institución, una de sus características generales consiste “en organizar las supuestas relaciones de poder, que son relaciones moleculares o microfísicas, en torno a una instancia” (Foucault, 1976: 105).

Sin embargo, el nivel de incertidumbre que tiene el cambio climático puede generar un proceso futuro, inmediato o lejano, de deslegitimación de las “relaciones de poder”,² tanto de los políticos que usen a la ciencia como la base de su toma de decisiones como de la ciencia y la comunidad científica misma, ya que si no hacen acciones adecuadas y suficientes o si éstas se hacen a destiempo o, en el peor de los casos, no se hace nada por la incertidumbre misma, los impactos sociales podrían generar una mayor vulnerabilidad social.

Esta probable crisis estaría motivada en que los criterios de verdad tanto de los científicos como de los políticos son completamente distintos, y es que “entre técnicas de saber y estrategias de poder no existe ninguna exterioridad, aun teniendo cada una su papel específico, y se articulan una sobre otra a partir de su diferencia” (Foucault, 1976: 130). En ese entendido, se trata de dos formas de ver y entender el mundo y, a pesar de que el objeto de atención pueda ser el mismo, sus intenciones y motivaciones profundas son disímbolas, por lo que la creación de consensos debe ser un imperativo que ayude a gestar opciones de respuesta adecuadas para los constructos sociales que se verán impactados por el cambio de clima.

III. DE BONN A COPENHAGUE: LA ARQUITECTURA FINANCIERA PARA CAMBIO CLIMÁTICO

El régimen climático internacional, en su origen y hasta 2009, no contaba con un brazo financiero propio; por ello, se decidió desde la primera Conferencia de las Partes (COP) que esta tarea fuera encargada al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). La decisión 7 de la mencionada COP indica que es la CMNUCC quien, en el marco del FMAM, determinaría sobre las metodologías técnicas y las financieras para que los países pudieran acceder a los fondos etiquetados para cambio climático. Al mismo tiempo, se le solicitó al FMAM que presentara un informe de manera periódica de sus acciones a la CMNUCC (CMNUCC, 1995: 55 y 56).

En 2009 se aprobó la existencia del Fondo Verde del Clima a través del Acuerdo de Copenhague; sin embargo, por la forma en que concluyó la COP 15, se reconoció su existencia un año después a través de los Acuerdos de Cancún.

² “Las relaciones de poder posibilitan espacios de saber, suscitan saberes. Las relaciones de saber suponen relaciones de fuerza que las hacen posibles, pero las relaciones de poder se efectúan en las relaciones de saber” (Foucault, 1976: 130).

Es necesario advertir que el concepto de financiamiento climático no cuenta con una definición que pueda ser considerada como universal y de uso corriente. Lo que existe es una aproximación derivada de la agenda de cooperación internacional, de la que se entiende que este tipo de financiamiento es un elemento más de la mencionada cooperación, pero debe tener como característica básica el que éste sea “nuevo, adicional y garantizable por parte de los países desarrollados para que los territorios en desarrollo puedan implementar sus políticas de cambio climático” (CMNUCC, 1998: 12). Desde el punto de vista de la CMNUCC, el financiamiento para cambio climático es aquel que busca “reducir las emisiones y aumentar los sumideros de GEI; su objetivo es reducir la vulnerabilidad, y mantener y aumentar la resiliencia de los sistemas humanos y ecológicos a los impactos negativos del cambio climático” (CMNUCC, 2014: 19).

El PK, en su artículo 11, apartado 3, señala que los países en desarrollo pueden acceder a recursos financieros para cambio climático por “conductos bilaterales o regionales o por otros conductos multilaterales” (CMNUCC, 1998: 13), lo cual facilitó que de 2002 a 2011 se abrieran 25 nuevos fondos financieros en esta materia.

De acuerdo con *Climate Funds Update* (2017), entre los fondos multilaterales creados que se encuentran operados por el FMAM y que están enfocados a tareas de mitigación y adaptación, tenemos a los siguientes: Least Developed Countries Fund, creado en 2002; Special Climate Change Fund, en 2002; Strategic Priority on Adaptation, en 2004; GEF Trust Fund-Climate Change Focal Area (GEF-4), en 2006, y GEF Trust Fund-Climate Change Focal Area (GEF-5), en 2010. Por su parte, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano contaba con dos fondos para mitigación y adaptación al cambio climático: el MDG Achievement Fund. Environment and Climate Change Thematic Window, creado en 2007, y el UN-REDD Programme, creado en 2008.

Por otro lado, el Banco Mundial abrió en 2008 cuatro fondos para cambio climático: el Clean Technology Fund, que está especializado en mitigación, y el Forest Carbon Partnership Facility, el Pilot Program for Climate Resilience y el Strategic Climate Fund, que se encuentran enfocados a la mitigación, específicamente a los proyectos de reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques (REDD). Con ese mismo foco de acción, la institución creó en 2009 el Forest Investment Program y el Scaling-up Renewable Energy Program for Low Income Countries.

En el ámbito multilateral, la Comisión Europea, en 2008, creó dos nuevos fondos para cambio climático: el Global Climate Change Alliance, que atiende temas de adaptación, mitigación y proyectos tipo REDD, y el Glo-

bal Energy Efficiency and Renewable Energy Fund, que sólo ve tema de mitigación en general. Finalmente, se encuentra el Adaptation Fund, que fue creado en 2009 y financia actividades tipo REDD, y es operado por el Consejo del Fondo para Adaptación. El único fondo regional que se abrió (2008) fue el Congo Basin Forest Fund, que es controlado por el Banco Africano de Desarrollo y que tiene como objeto de atención la mitigación a través de los esquemas tipo REDD.

También existen fondos de carácter bilateral, entre los que cabe mencionar al Australia's International Forest Carbon Initiative, creado en 2007, que está especializado en proyectos tipo REDD y es operado por el gobierno de Australia. En 2008 se crearon cuatro fondos bilaterales; de ellos, sólo el Norway's International Climate and Forest Initiative, operado por el gobierno de Noruega, está enfocado a los proyectos tipo REDD; por su parte, Germany's International Climate Initiative, Japan's Fast Start Finance-Private Sources y Japan's Fast Start Finance-Public Sources, de los gobiernos de Alemania y Japón, respectivamente, financian tareas de adaptación, mitigación y proyectos tipo REDD.

Asimismo, hay fondos nacionales que bajo esquemas de "donación" múltiple compiten por el acceso a los recursos internacionales. En 2009 se abrió el Amazonia Fund, que funciona bajo un esquema tipo REDD y es operado por el Banco de Desarrollo de Brasil. El último de todos los fondos conocidos, oficialmente, es el Indonesia Climate Change Trust Fund, que también opera en el esquema de donación múltiple, es manejado por la Agencia Nacional de Planeación del Desarrollo de Indonesia y tiene por objeto de atención tareas de adaptación, mitigación y proyectos tipo REDD.

Es necesario decir que sólo los cinco fondos financieros implementados por el FMAM tienen la responsabilidad de entregar balances y reportes de actividades sobre proyectos y montos financiados bianualmente al Comité de Financiamiento de la CMNUCC. Eso, incluso, obliga al mencionado Comité a documentar los flujos financieros a través de la página *Climate Funds Update*.

Los destinos para la aplicación de los recursos financieros, que se regulan por el PK, deben estar enfocados a algunas o varias de las siguientes tareas: comunicaciones nacionales, mejoramiento de la calidad de los factores de emisión, inventarios de emisiones por fuentes, inventarios de absorción de sumideros de carbón, medidas de mitigación por sectores (energía, transporte, industria, agricultura, silvicultura, gestión de desechos) y fomento a la adaptación usando métodos de planificación espacial (CMNUCC, 1998: 10-13).

En lo que respecta a la cooperación, caben dentro de esta área la promoción de modalidades eficaces para el desarrollo, la aplicación y la di-

fusión de tecnologías, conocimientos especializados, prácticas y procesos ecológicamente racionales en lo relativo al cambio climático; la formulación de políticas y programas para la transferencia efectiva de tecnologías ecológicamente racionales que sean de propiedad pública o de dominio público; la creación en el sector privado de un ambiente propicio que permita promover la transferencia de tecnologías ecológicamente racionales y el acceso a éstas; la cooperación en investigaciones científicas y técnicas que promuevan el mantenimiento y el desarrollo de procedimientos de observación sistemática y la creación de archivos de datos para reducir las incertidumbres relacionadas con el sistema climático, las repercusiones adversas del cambio climático y las consecuencias económicas y sociales de las diversas estrategias de respuesta, y, finalmente, la promoción del desarrollo y el fortalecimiento de la capacidad y de los medios nacionales para participar en actividades, programas y redes internacionales e intergubernamentales de investigación y observación sistemática.

En lo que se refiere a la cooperación internacional, se encuentran la elaboración y ejecución de programas de educación y capacitación que prevean el fomento de la creación de capacidad nacional, en particular la capacidad humana e institucional, y el intercambio o la adscripción de personal encargado de formar especialistas en esta esfera, específicamente para países en desarrollo, promoviendo tales actividades y facilitando en el plano nacional el conocimiento público de la información sobre el cambio climático y su respectivo acceso al público.

Finalmente, con respecto a la transferencia de tecnología, según señala la CMNUCC, el financiamiento internacional debe servir para sufragar la totalidad de los gastos adicionales ocasionados por el cumplimiento de los compromisos ya enunciados en el párrafo 1 del artículo 4o. de la Convención, previstos en el artículo 10, y que se acuerden entre una Parte, que es un país en desarrollo, y la entidad o las entidades internacionales.

Considerando que los recursos nuevos y adicionales a la cooperación internacional para el desarrollo se orientan a la implementación de tareas específicas en el contexto del cambio climático, como ejecución de tareas nacionales y regionales, cooperación, cooperación internacional y transferencia de tecnologías, éste puede ser considerado como una parte importante de la economía verde;³ sin embargo, teniendo en cuenta su frágil regulación, el número de actores, sus objetivos, la lógica interna y la forma de operación, su revisión sólo puede ser considerada como “desordenada y complicada” (CEPAL, 2015: 8).

³ La economía verde es “aquella que genera bajas emisiones de carbono, utiliza los recursos de forma eficiente y es socialmente incluyente” (PNUMA, 2011: 18).

IV. FLUJOS FINANCIEROS PARA CAMBIO CLIMÁTICO

Como se ha mencionado, el rastreo de la información del financiamiento para cambio climático es compleja, ya que la persona que desee identificar y analizar de primera mano lo que está sucediendo en la materia tendrá, en primera instancia, que conocer cuáles fondos y entidades gubernamentales, fundaciones, entidades multilaterales y bilaterales, banca de desarrollo, banca privada y empresas están aportando recursos para apoyar las tareas de adaptación y mitigación del cambio climático.

Otro elemento en el que debe ponerse atención es que los reportes de financiamiento de cada una de estas entidades a las actividades vinculadas a cambio climático no dan cuenta de los criterios de elegibilidad de los proyectos que han sido sujetos de aprobación para ser financiados. Tampoco puede saberse el periodo total del financiamiento aprobado. De acuerdo con el Comité de Financiamiento de la CMNUCC:

Hay incertidumbres asociadas con cada fuente de datos, y estos tienen diferentes causas subyacentes. Las incertidumbres están relacionadas con los datos sobre las inversiones nacionales de carácter público, como resultado de la falta de cobertura y diferencias en la forma en que se aplican los métodos, cambios significativos en los métodos para estimar la eficiencia energética y la falta de datos disponibles en el transporte privado sostenible y otros sectores clave.

Las incertidumbres también surgen de la falta de procedimientos y datos para determinar la financiación del clima privado, métodos para estimar las finanzas de adaptación, las diferencias en suposiciones de fórmulas subyacentes para atribuir finanzas de los bancos multilaterales de desarrollo, la clasificación de datos como “finanzas verdes” y datos incompletos sobre flujos no concesionales (CMNUCC, 2016: 3).

Considerando todo lo antes mencionado, desde los inicios del siglo se creó la plataforma *Climate Funds Update*, que es una plataforma virtual en la que se concentra la información disponible en esta materia. La mencionada plataforma es una fuente de información actualizada que ha servido para que el Comité de Financiamiento de la CMNUCC acceda a información que, posteriormente, utiliza en sus reportes bianuales. Esto significa que ni siquiera la CMNUCC cuenta con esquemas que le permitan acceder a la información que se genera en todo el planeta. De hecho, la revisión exhaustiva que se presenta a la Convención a través de estos reportes se basa principalmente en los datos que son enviados por dicho Comité y los que sus

analistas logran identificar en fuentes abiertas. Por ello, es muy difícil poder contar con un número exacto sobre la cantidad de recursos que se están moviendo en el mundo para el tema del cambio climático.

A manera de ejemplo, para el periodo 2008-2011, los montos otorgados por las agencias bilaterales de financiamiento que forman parte del Grupo de Trabajo del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (la Agencia Francesa para el Desarrollo, el Banco Europeo de Inversiones, el Organismo Japonés de Cooperación Internacional y el Banco Alemán de Desarrollo) rondan los 50 millones de dólares, donde 2010 ha sido el año que tiene el mayor monto, pero además destaca el hecho de que hay una relación de 3 a 1 de los montos destinados a los proyectos de mitigación con respecto de los proyectos de adaptación (UNEP y Stockholm Environmental Institute, 2010: 8; UNEP, 2011: 3; UNEP, 2012: 12).

En este proceso de financiamiento del cambio climático es necesario decir que el papel del Banco Mundial ha sido destacado y su actividad está legitimada, en tanto que, en octubre de 2008, el Grupo del Banco Mundial aprobó el Marco Estratégico sobre Desarrollo y Cambio Climático (Grupo del Banco Mundial, 2008). El documento en cuestión fue elaborado en consulta con los gobiernos de 185 países miembros y ratificado por ellos. De dicho documento se desprende que

...en su calidad de institución de desarrollo, la función del Grupo del Banco consiste en acelerar o mantener un sólido crecimiento económico en los países en desarrollo y reconocer a la vez los costos adicionales y los riesgos que conllevan el cambio climático y la evolución de la política mundial sobre el clima (Grupo del Banco Mundial, 2009: 2).

Dada la naturaleza de los fondos financieros que concurren en el financiamiento climático, como se puede ver en la tabla 1, los países desarrollados le están dando mayor prioridad a los elementos de carácter técnico que a los de carácter social, porque se ha direccionado principalmente a los proyectos de mitigación, y se han centrado básicamente en Asia-Pacífico, que tiene el 58% del total.

Por su parte, el Reporte Bianual 2016 del Comité de Financiamiento de la CMNUCC muestra, a su vez, la misma tendencia que tiene la información de la página *Climate Funds Update*, es decir, que un amplio porcentaje de los recursos financieros se han estado destinando para las tareas de mitigación.

TABLA 1
 MONTOS APROBADOS POR LOS DIVERSOS FONDOS FINANCIEROS
 EN CADA UNA DE LAS REGIONES EN EL PERIODO 2003-2011

<i>Fondo</i>	<i>Asia y el Pacífico</i>	<i>Europa y Asia Central</i>	<i>América Latina y el Caribe</i>	<i>Oriente Medio y Norte de África</i>	<i>África subsahariana</i>	<i>Total</i>
Adaptation Fund	23.92	2.93	38.5		24.26	89.61
Amazonia Fund			124.29			124.29
Clean Technology Fund	248	257.86	438.69	474.1	400	1818.65
Congo Basin Forest Fund					74.639	74.639
Forest Carbon Partnership Facility	7.47		0.76		8.11	16.34
Forest Investment Program	1.21		1.05		5.15	7.41
GEF Trust Fund-Climate Change Focal Area (GEF-4)	387.039	165.24	190.809	59.66	155.79	958.539
GEF Trust Fund-Climate Change Focal Area (GEF-5)	63.49	39.47	14.12		7.1	124.18
Germany's International Climate Initiative	159.723	208.033	97.446	10.583	79.386	555.171
Global Climate Change Alliance	77.67		15.22		117.91	210.8
Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund	17.009		16.75		26.96	60.719
Indonesia Climate Change Trust Fund	6.94					6.94
Japan's Fast Start Finance-Public Sources	7280.59	325	850.77	440.32	842.23	9738.91
Least Developed Countries Fund	68.67	5.1	6.43	6.9	106.08	193.18
Norway's International Climate and Forest Initiative	33.83		73.45		36.49	143.77
Pilot Program for Climate Resilience	28.82	14.91	34.829	1.5	66	146.059
Scaling-up Renewable Energy Program for Low Income Countries	0.83		3.3		27.92	32.05

<i>Fondo</i>	<i>Asia y el Pacífico</i>	<i>Europa y Asia Central</i>	<i>América Latina y el Caribe</i>	<i>Oriente Medio y Norte de África</i>	<i>África subsahariana</i>	<i>Total</i>
Special Climate Change Fund	25.68	15.19	31.42	10.35	33	115.64
UK's International Climate Fund	11.53		16.23		15.65	43.41
	8442.424	1033.733	1954.066	1003.413	2026.676	14460.311

FUENTE: elaboración propia con información de *Climate Funds Update*, disponible en: <http://www.climatefundsupdate.org/data>.

TABLA 2

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS COMPROMISOS APROBADOS DURANTE 2013 Y 2014 POR LOS FONDOS CLIMÁTICOS MULTILATERALES (MILLONES DE USD)

	<i>Comprometidos en el año fiscal 2014</i>	<i>Compromisos a través del año fiscal 2012</i>	<i>Compromisos a través del año fiscal 2013</i>	<i>Compromisos a través del año fiscal 2014</i>
<i>Fondos de adaptación</i>				
Adaptation for Smallholder Agriculture Program	359.48			191.00
Adaptation Fund	478.70	197.66	26.53	67.63
Least Developed Countries Fund (LDCF)	916.49	355.70	299.60	234.60
Pilot Program for Climate Resilience (PPCR)	1148.00	273.60	225.50	332.90
Special Climate Change Fund (SCCF)	348.45	199.90	54.36	48.42
Subtotal de fondos de adaptación	3251.12	1026.86	605.99	874.55
<i>Fondos REDD-plus</i>				
Congo Basin Forest Fund (CBFF)	164.65	82.12		
Forest Carbon Partnership Facility-Carbon Fund (FCPF)	470.24	2.09	2.12	2.06
Forest Investment Program (FIP)	595.00	57.00	47.80	179.20
UN REDD	268.27	102.75	52.19	34.44
Subtotal de fondos REDD-plus	1855.79	283.40	149.04	249.11

	<i>Comprometidos en el año fiscal 2014</i>	<i>Compromisos a través del año fiscal 2012</i>	<i>Compromisos a través del año fiscal 2013</i>	<i>Compromisos a través del año fiscal 2014</i>
<i>Fondos de mitigación</i>				
Clean Technology Fund (CTF)	5191.00	2169.10	686.40	1063.50
GEF Trust Fund 5th Replenishment	1260.00	586.11	387.80	168.06
GEF Trust Fund 6th Replenishment	1130.00			42.17
Scaling-up Renewable Energy Program (SREP)	516.00	32.83	25.65	95.47
Subtotal de fondos de mitigación	8097.00	2788.04	1099.85	1369.49
Green Climate Fund (GCF)	10126.80			
Total (excluyendo al Green Climate Fund)	13203.91	4098.30	1854.88	2493.13

FUENTE: CMNUCC, 2016: 43.

Como se desprende de la tabla 2, en 2012 el 68% del total de dinero comprometido fue para la mitigación; en 2013 fue el 59%, y en 2014 fue el 55%. Ello significa que la reducción de emisiones es el foco principal de actividades mundiales en esta materia, lo cual, incluso, requiere de un proceso de análisis amplio, porque se está apostando a la revolución energética, sin dar un peso similar a los problemas sociales asociados al cambio climático.

V. LA ARQUITECTURA FINANCIERA EN LOS ACUERDOS DE PARÍS

Con la entrada en vigor del AP, habrá de perder vigencia el PK. En el AP se menciona que este instrumento financiero entrará en vigor hasta 2025, por lo que, aunque la inexistencia del brazo financiero de la CMNUCC ha sido subsanada, además, desde un primer momento, la bolsa de este fondo ha sido establecida en 100,000 millones de dólares (UN, 2010).

Lo novedoso del AP es que por primera vez en un documento vinculante a la CMNUCC se dice que ésta cuenta con un mecanismo financiero y, además de que mantiene las características originales del financiamiento, se agrega el concepto “progresivo” (CMNUCC, 2015: 31). Asimismo, se abre la oportunidad de que existan donaciones directas o préstamos a saldo perdido para estrategias de adaptación en los países menos desarrollados y en los pequeños Estados insulares en desarrollo (CMNUCC, 2015: 31).

El elemento financiero de la CMNUCC contará con los siguientes elementos: se rescata el Fondo de Adaptación vinculado al mecanismo de desarrollo limpio del PK; serán operados por este brazo financiero el Fondo para los Países Menos Adelantados y el Fondo Especial para Cambio Climático, que en este momento están bajo la responsabilidad del FMAM, más el Fondo Verde del Clima (CMNUCC, 2015: 10 y 32).

Igualmente, se han establecido reglas que aporten a la transparencia que habrá de implementarse en áreas de financiamiento, transferencia de tecnología y fomento de capacidades. La idea de estos mecanismos es promover “la exactitud, la exhaustividad, la coherencia y la comparabilidad” (CMNUCC, 2015: 14) de los datos para “garantizar la integridad ambiental” (CMNUCC, 2015: 15). En la COP 21 se determinó que “las modalidades, procedimientos y directrices de este marco de transparencia deberán basarse en el sistema de medición, notificación y verificación” (CMNUCC, 2015: 15 y 16).

Es necesario señalar que la preocupación por la transparencia y la gobernanza financiera climática no es algo nuevo. Precisamente, para indagar en qué estatus se encuentra esta área, han sido revisados el Forest Carbon Partnership Facility (Martin y Elges, 2013); el Adaptation Fund (Martin y Elges, 2014); el Climate Investment Funds (Martin, 2014), y el Global Environment Facility’s, el Least Developed Countries Fund y el Special Climate Change Fund (Martin *et al.*, 2014).

De dicha revisión se concluyó, en primer lugar, que era indispensable crear normas y procedimientos que impidan hechos de corrupción tanto al interior de los fondos como en los países receptores, y, en segundo lugar, que se necesitaba establecer elementos que apunten hacia la rendición de cuentas claras y coherentes, porque al momento de ser revisados ninguno de los fondos contaba con ambas directrices, lo cual complicaba la idea de la transparencia.

En otras palabras, de alguna manera lo que pretende la CMNUCC es modificar la imagen de desorden y complejidad para rastrear información financiera en este tema. En ese sentido, el AP busca que el tema financiero, por un lado, sea regulado por mecanismos que controlen el acceso a los recursos económicos y, por otro, el establecimiento de filtros de transparencia (artículos 9o. y 13 del instrumento). Dicho en otros términos, lo que ha sucedido es que se han colocado mecanismos de gobernanza al financiamiento climático para que los recursos ejercidos no sólo puedan ser rastreados, sino que además su aplicación sea eficaz y se logren beneficios de carácter climático.

Sin embargo, también se advierte que todo puede quedar en un buen propósito (en lo que se refiere al rastreo de información), porque la entrega de los datos financieros de todos los organismos que aportan dinero para el tema de mitigación y adaptación al cambio climático permanece en un estatus “voluntario” (CMNUCC, 2015: 32).

Considerando lo antes mencionado, pero además el tipo de evolución de los sistemas financieros de los países que forman parte de la CMNUCC, el inciso 15 del artículo 13 del AP señala que “se prestará también apoyo continuo para aumentar la capacidad de transparencia de las Partes que son países en desarrollo” (CMNUCC, 2015: 35), lo que significa que los criterios de transparencia y rendición de cuentas son una decisión que ya no es negociable; en otras palabras, se trata de una condición necesaria para facilitar el acceso a los flujos financieros para cambio climático.

VI. CONCLUSIONES

El cambio climático surgió con la preocupación genuina del conocimiento científico: intentar comprobar la existencia de una alteración en la concentración de GEI y que podría modificar la estabilidad del sistema climático. Tal fue el mandato de la Primera Conferencia Mundial del Clima, celebrada en 1979 en la sede de la OMM, lo cual fue comprobado con una certeza del 90% hasta 2007 con la publicación del Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC. Sin embargo, el cambio climático es un hecho político aceptado en el ámbito multilateral desde 1992, cuando en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro se presentó para su firma la CMNUCC.

El cambio climático, para algunos, es el mayor reto socioambiental que habrá de enfrentar la humanidad en el mediano y largo plazo. Para la CMNUCC, se trata de un problema asociado al tipo de crecimiento económico que se tiene en el mundo. Para los economistas, es la mayor externalidad negativa del mercado. En ese sentido, desde el punto de vista del pensamiento neoliberal, se trata de un problema que puede ser resuelto con estrategias provenientes del mismo esquema de pensamiento que lo provocó.

Por ello, cuando se piensa en el tema del financiamiento del cambio climático, sin el paraguas de la agenda de la cooperación internacional para el desarrollo, la discusión se centra sólo en cuánto dinero se necesita para descarbonizar los procesos económicos en todo el planeta. Esto hace transitar al cambio climático del mayor reto socioambiental actual a tratar a la atmósfera como mercancía, y en donde la mitigación de GEI y la adaptación social al cambio climático son identificadas como nichos de mercado, mercancías

y áreas de oportunidad para los actores que forman parte de la economía mixta y los Estados nacionales de libre competencia. En otras palabras, no es que el cambio climático haya sido cosificado como mercancía —con calor y costo—, sino que éste no ha podido exentarse del marco epistémico vigente.

Desde la lógica del régimen climático internacional, el aspecto financiero vinculado a la adicionalidad en los esquemas de la cooperación internacional ha sido un tema siempre presente, y en el que los mecanismos de control de buen gobierno no han sido ejercidos por la CMNUCC, porque ésta no contaba con los instrumentos necesarios para hacerlo.

Por otro lado, este asunto ha sido uno de los temas centrales que, en su momento, ha servido para que las negociaciones internacionales del clima no hayan podido avanzar de acuerdo con sus propias agendas preestablecidas. En ese sentido, sólo citaremos un par de ejemplos: el PK no pudo avanzar porque no existía un ente financiero que apoyara en las tareas de mitigación de GEI y es que no se contaba con la burocracia y la entidad que sirviera como garante de implementación del artículo 11 del mencionado Protocolo.

Un segundo ejemplo está vinculado al proceso de negociación del segundo periodo de aplicación del PK, que inició en 2007 en Bali y en cuyo proceso el tema del dinero fue una constante y que sólo pudo ser solventado en la COP 16 con la decisión de reconocer la existencia del Fondo Verde del Clima. En esa misma conferencia realizada en Cancún se creó el Fondo de Adaptación, el cual se vinculó al PK e implicaba una cuota del 2% de cada uno de los proyectos aceptados por la Oficina del Mecanismo de Desarrollo Limpio y destinados a conformar la bolsa de operaciones del mencionado instrumento financiero.

En 2009, cuando se creó el Acuerdo de Copenhague, se propuso un mecanismo de financiamiento rápido y que estaba condicionando a que los países dieran a conocer sus acciones de mitigación apropiadas y que indicaran en qué proyectos podría ser utilizado el fondo de financiamiento rápido.

Es necesario señalar que aún a la fecha no es posible determinar cuánto dinero es el que se necesita para fomentar y consolidar la política multilateral que conduzca a la descarbonización económica mundial. Esto constituye un salto al vacío, puesto que, independientemente de que muchos países en desarrollo hayan firmado y ratificado el AP, eso no significa que sus condiciones de subdesarrollo se hayan modificado.

El reto financiero, en este caso, si puede afirmarse, es del tamaño del planeta y ello ha facilitado el que las negociaciones del clima, cada vez que suceden, parezcan más reuniones en las que el tema central —el cambio climático y sus efectos adversos probables— es desplazado por el análisis y la búsqueda de recursos económicos.

El nexo financiero es, sin lugar a dudas, el elemento que hace coincidir el dinero, el poder y el clima para buscar resolver con tecnologías adecuadas y recursos económicos bastos, suficientes y garantizables la conversión de la base energética cimentada en el petróleo a fuentes de energía más limpias. Sin embargo, la gran cantidad de actores financieros y la falta de regulación en el sector han provocado un caos operativo al momento de rastrear los flujos de financiamiento y en el que los riesgos de actos de corrupción se encuentran latentes para el régimen climático internacional. Ello ha generado que la implementación de esquemas de financiamiento se haya tornado en una caja negra en la que es sumamente complicado identificar las fuentes de financiamiento, los montos autorizados, los entregados, los ejercidos y sus resultados.

La inversión en alternativas que ayuden a mitigar la emisión de GEI es muy importante, pero también es relevante que existan los mecanismos que ayuden a crear la gobernanza financiera. En ese sentido, el AP —que continúa en proceso de desarrollo para su entrada en operaciones en 2020— significa un paso adelante en la tarea de crear las condiciones propicias para que se reduzcan las incertidumbres asociadas a las cantidades de dinero y que con ello se transparente no sólo las cantidades de dinero que fluyen día a día por todo el mundo, sino que además los resultados de la estrategia de reducción de emisiones puedan ser contabilizados y con ello se genere la certeza no sólo de los inversionistas, sino también de la sociedad en general en el camino para lograr la reducción de la interferencia humana en el sistema climático en el menor tiempo posible.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Climate Funds Update (2017), disponible en: <http://www.climatefundsupdate.org/data/> (fecha de consulta: 1o. de diciembre de 2017).

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL) (2015), *Financiamiento para el desarrollo en América Latina. Un análisis estratégico desde la perspectiva de los países de renta media*, Santiago de Chile, CEPAL.

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC) (1995), *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su primer periodo de sesiones*, Bonn (Alemania), disponible en: http://unfccc.int/resource/docs/publications/cop_1-11_decisions_esp.pdf (fecha de consulta: 1o. de diciembre de 2017).

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC) (1998), *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Na-*

ciones Unidas sobre Cambio Climático, Bonn (Alemania), disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> (fecha de consulta: 1o. de diciembre de 2017).

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC) (2014), *Biennial Assessment and Overview of Climate Finance Flows Report – 2014*, Bonn (Alemania), Standing Committee on Finance.

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC) (2015), *Acuerdo de París*, Bonn (Alemania), FCCC/CP/2015/L.9, disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf> (fecha de consulta: 1o. de diciembre de 2017).

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC) (2016), *Biennial Assessment and Overview of Climate Finance Flows Report – 2016*, Bonn (Alemania), Standing Committee on Finance.

FOUCAULT, Michel (1970), *La arqueología del saber*, México, Siglo XXI.

FOUCAULT, Michel (1976), *Historia de la sexualidad. La voluntad de saber*, México, Siglo XXI.

GRUPO DEL BANCO MUNDIAL (2008), *Development and Climate Change. A Strategic Framework for the World Bank Group*, Washington, Banco Mundial.

GRUPO DEL BANCO MUNDIAL (2009), *Desarrollo y cambio climático. El Grupo del Banco Mundial en acción*, Washington, Banco Mundial.

HABERMAS, Jürgen (2001), *Más allá del Estado nacional*, 3a. ed., Madrid, Trotta.

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 (2013), *Cambio climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas. Informe del Grupo de Trabajo I del IPCC*, Ginebra, IPCC.

IPCC (2014), *Cambio climático 2014. Mitigación del cambio climático. Resumen para responsables de políticas*, Ginebra, IPCC.

JASANOFF, Sheila (2011), “Ciencia del clima: bajo la lupa mundial”, en TRANSPARENCY INTERNATIONAL, *Informe global de la corrupción: cambio climático*, Reino Unido-Washington, Earthscan-UNEP.

MARTIN, C. (2014), *Protecting Climate Finance: An Anti-Corruption Assessment of the Climate Investment Funds*, Berlín.

MARTIN, C. et al. (2014), *Protecting Climate Finance: An Anti-Corruption Assessment of the Global Environment Facility's, Least Developed Countries Fund & Special Climate Change Fund*, Berlín.

MARTIN, C. y ELGES, L. (2013), *Protecting Climate Finance: An Anti-Corruption Assessment of the UN-REDD Programme*, Berlín.

- MARTIN, C. y ELGES, L. (2014), *Protecting Climate Finance: An Anti-Corruption Assessment of the Adaptation Fund*, Berlín.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) (2011), *Hacia una economía verde: Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza. Síntesis*, Nairobi (Kenia), PNUMA.
- RUEDA ABAD, José Clemente y CHIU MAGAÑA, Marcela (2017), “El ingreso del Sistema Monetario Internacional a la agenda climática global: del *mainstreaming* a la construcción del *habitus* climático”, en RUEDA ABAD, José Clemente *et al.* (coords.), *La gobernanza climática en México: aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional*, vol. II: *Retos y opciones*, México, UNAM, Programa de Investigación en Cambio Climático, disponible en: <http://www.pincc.unam.mx/slider/pdf/vol2.pdf>.
- UNITED NATIONS (UN) (2010), *Report of the Secretary-General's High-Level Advisory Group on Climate Change Financing*, Nueva York, ONU, Advisory Group on Climate Change Financing.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) (2011), *Bilateral Finance Institutions and Climate Change. A Mapping of Public Financial Flows for Mitigation and Adaptation to Developing Countries in 2010*, Nairobi (Kenia), UNEP Working Group.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) (2012), *Bilateral Finance Institutions and Climate Change. A Mapping of 2011 Climate Financial Flows to Developing Countries*, Nairobi (Kenia), UNEP Working Group.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) Y STOCKHOLM ENVIRONMENTAL INSTITUTE (2010), *Bilateral Finance Institutions and Climate Change. A Mapping of 2009 Climate Financial Flows to Developing Countries*, Nairobi (Kenia), UNEP Working Group.
- URQUIDI, Víctor L. (1997), *México en la globalización. Condiciones y requisitos de un desarrollo sustentable y equitativo. Informe de la Sección Mexicana del Club de Roma*, México, Fondo de Cultura Económica.
- VEGA, Ángel de la (2015), “Apuntes acerca del conocimiento económico en los análisis del IPCC”, en CRUZ, Xóchitl *et al.* (coords.), *México ante la urgencia climática: ciencia, política y sociedad*, México, UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias-Programa de Investigación en Cambio Climático.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO) (2016), *Estado del clima mundial en 2011-2015*, Ginebra, WMO.

SEGUNDA PARTE

MEDIDAS ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN
DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LA NUCLEOELECTRICIDAD COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN

Beatriz HERNÁNDEZ MÉNDEZ*
Sergio SUÁREZ CONTRERAS**

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Antecedentes*. III. *Fisión nuclear*. IV. *Nucleoelectricidad*. V. *Nucleoelectricidad en el mundo*. VI. *Riesgos inherentes a la tecnología*. VII. *Nucleoelectricidad en México*. VIII. *La energía eléctrica y su contribución al cambio climático*. IX. *La nucleoelectricidad como energía limpia*. X. *Conclusiones*. XI. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

A partir del descubrimiento de la radiactividad y, posteriormente, de la fisión nuclear (en la cual se liberan grandes cantidades de energía mediante una reacción nuclear en cadena y controlada), la utilización de estos conceptos se ha aprovechado enormemente en múltiples aplicaciones de beneficio al ser humano, entre ellas la generación de electricidad. Ante el reconocimiento científico internacional del calentamiento global y la certeza en un 95% de que el ser humano es “extremadamente responsable” de ello, se han planteado objetivos globales, como los del desarrollo sostenible, y acuerdos internacionales entre países, como los establecidos en la COP 21 de París, enfocados a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y lograr un incremento de temperatura por debajo de los 2 °C al final del si-

* Maestra en Ingeniería Ambiental por la Universidad Veracruzana; ingeniera industrial en Química por el Instituto Tecnológico de Veracruz; investigadora en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

** Maestro en Ciencias Ambientales por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM); biólogo por la misma UAEM; profesionista en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

glo. Ya que el sector eléctrico es uno de los principales emisores de GEI, en este trabajo se presentan y analizan aspectos favorables y desfavorables de la energía nucleoelectrónica y su planteamiento como una opción viable para satisfacer los alcances en los plazos requeridos para la mitigación de emisiones de GEI, reconocida por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) para reducir las emisiones del sector energético.

Lo anterior, a pesar del aumento en el desmantelamiento de los reactores más antiguos, la desfavorable percepción pública en ciertos estratos de algunos países y la necesidad del cese temporal ante el accidente de Fukushima, Japón, en 2011, el cual afectó para que el porcentaje de participación de la tecnología nuclear en la generación de electricidad disminuyera; sin embargo, éste se ha ido recuperando a partir de 2012 y el crecimiento en capacidad instalada ha sido prácticamente constante. La nucleoelectricidad es plenamente reconocida como una tecnología con emisión de CO₂ casi nula y de generación continua.

En materia de emisiones de GEI, diferentes análisis del ciclo de vida reportan una emisión promedio del orden de 15 gCO₂eq/KW, sólo mejorada por la tecnología hidroeléctrica y eólica; no obstante, estas mismas presentan factores de planta de 0.28 y 0.36, respectivamente, a diferencia de la nucleoelectrónica, en la cual el factor es de 0.8, lo que refleja que su operación no depende de recursos naturales variables por factores climáticos, como las renovables (hidroelectricidad y eólica). Por otro lado, el desarrollo científico y tecnológico en materia de reactores nucleares ha llevado a una tecnología conocida como “reactores rápidos”, que se encuentran dentro de la Generación IV. Estos reactores emplean el combustible usado para reducir sustancialmente en volumen los radionúclidos de vida larga en los productos de desecho, disminuyendo con esto las prácticas de almacenamiento geológico profundo y la intensidad de extracción y enriquecimiento del mineral de uranio, factores que hasta ahora le han restado bondades ambientales. Con ello, la nucleoelectricidad se presenta y discute como una opción de generación de energía limpia que requiere evaluar diferentes aspectos, los cuales se exponen en este capítulo, para su auge en México.

II. ANTECEDENTES

Demócrito (siglo V a. C.) estableció que la naturaleza está formada por partículas muy pequeñas e indivisibles llamadas “átomos”; muchos siglos después, Dalton, en 1808, formuló la teoría atómica, donde uno de los principios es

que la materia está formada por partículas indivisibles que no pueden crearse ni destruirse. Los átomos están constituidos por electrones, protones y neutrones, también llamadas “partículas subatómicas”; los neutrones y los protones se localizan dentro del núcleo y orbitando alrededor de él están los electrones. Por naturaleza, hay átomos donde el número de neutrones para un mismo elemento químico puede ser diferente; a cada una de estas variedades se le llama “isótopo”; un ejemplo es el uranio, con número atómico 92 e isótopos uranio 238 y uranio 235, que indican una masa atómica diferente entre sí y, por lo tanto, un número diferente de neutrones. Para este tipo de isótopos, la inestabilidad de su núcleo provoca que su masa emita energía, lo que se conoce como “radiactividad”,¹ la cual puede ser de tipo alfa, beta y gamma.

La radiación ionizante que se libera tiene suficiente energía para desplazar a los electrones fuera de la órbita, dando lugar a la “radiación beta”. Otro tipo de emisión puede ser de dos protones y dos neutrones, la cual se denomina “desintegración alfa”. Con frecuencia, el núcleo inestable (nucleido) está en un estado tan excitado que la emisión de partículas no es suficiente para estabilizarlo; entonces, genera una emisión intensa de energía en forma de radiación electromagnética, constituida por fotones, que se denomina “rayos gamma”.

En la actualidad, sabemos que la energía de la radiación puede dañar los tejidos vivos; en este sentido, la cantidad de energía que se deposita en el tejido vivo se expresa en términos de una magnitud denominada “dosis”, y la cantidad de dosis que se absorbe por kilogramo de tejido se denomina “dosis absorbida”, la cual se expresa en una unidad llamada gray (Gy).² Sin embargo, como los diferentes tipos de radiación pueden provocar mayor o menor daño, la dosis debe ser ponderada en función del tipo de daño biológico provocado; a esto se le llama “dosis equivalente” y se expresa en sievert (Sv).³

Una vez mencionado lo anterior, podemos ver en la tabla 1 y en la figura 1 los rangos de niveles de dosis absorbida y equivalente que presenta el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR, por sus siglas en inglés) y una comparación de dosis recibidas por diferentes fuentes.

¹ La radiactividad es el número de transformaciones nucleares de energía por unidad de tiempo, que se miden en desintegraciones por segundo, y se expresa en becquerelios (Bq).

² El gray (Gy) se usa para representar la dosis de radiación absorbida por unidad de masa en un determinado punto. La unidad es el julio por kilogramo (J kg-1).

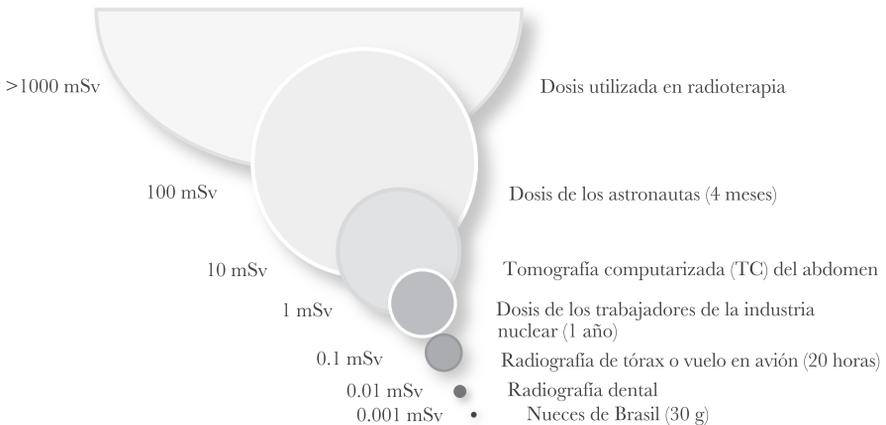
³ El sievert (Sv) es la unidad de medida de la dosis efectiva de la radiación ionizante, que toma en cuenta la sensibilidad relativa de distintos tejidos y órganos expuestos a la radiación. 1 Sv es equivalente a un julio entre kilogramo (J kg-1), y un milisievert (mSv) es la milésima parte de un sievert (IAEA, Magnitudes y unidades de radiación).

TABLA 1
NIVELES DE DOSIS QUE ESTABLECE EL UNSCEAR

<i>Rangos dosimétricos utilizados por el UNSCEAR</i>		
Dosis alta	Más de ~ 1 Gy	Accidentes radiológicos graves (por ejemplo, el accidente de Chernobyl y sus efectos en los bomberos).
Dosis moderada	~ 100 mGy a ~ 1 Gy	Trabajadores de la operación de recuperación después del accidente de Chernobyl.
Dosis baja	~ 10 mGy a ~ 100 mGy	Múltiples tomografías computarizadas (TC).
Dosis muy baja	Menos de ~ 10 mGy	Radiografía convencional (es decir, sin TC).

FUENTE: PNUMA, 2016.

FIGURA 1
DOSIS RECIBIDAS POR DIFERENTES FUENTES



FUENTE: PNUMA, 2016.

Al quedar descubierto el fenómeno de la radiactividad, se le han dado diversas aplicaciones médicas en industria, agricultura, construcción e investigación.

III. FISIÓN NUCLEAR

Para poder obtener energía manipulando los núcleos de uno o varios átomos, podemos hacerlo de dos formas distintas, ya sea uniendo núcleos de átomos distintos (fusión nuclear) o partiendo núcleos de un mismo átomo (fisión nuclear); aquí el núcleo se divide en fragmentos con una masa casi igual a la mitad de la masa original más dos o tres neutrones.⁴

La suma de las masas de estos fragmentos es menor que la masa original. Esta “falta” de masa (alrededor del 0.1% de la masa original) se ha convertido en energía, según la ecuación de Einstein.⁵

En la fisión nuclear, provocada de manera artificial y controlada, a un átomo de un elemento químico de grandes dimensiones se le dispara un neutrón (partícula muy pequeña) a una cierta velocidad, lo cual provoca que el núcleo del átomo se rompa. Dado que los enlaces entre neutrones y protones dentro del núcleo son muy energéticos, se genera una reacción nuclear exotérmica (desprende energía térmica) en cadena.

Una reacción en cadena es un proceso mediante el cual los neutrones que se han liberado en una primera fisión nuclear producen otra fisión en, al menos, otro núcleo, el cual, a su vez, produce neutrones, y el proceso se repite (Fisión Nuclear, 2017).

Estas reacciones pueden ser controladas, como las que ocurren en las centrales nucleares, donde el objetivo es generar energía eléctrica de forma constante (Fisión Nuclear, 2017).

IV. NUCLEOELECTRICIDAD

El plutonio y el uranio 235 son materiales fisionables. De forma natural, el uranio 235 se encuentra presente en una pequeña fracción (menor al 1%) en el mineral de uranio. Un reactor puede funcionar tanto con uranio natural (con escaso contenido de material fisionable) como con uranio enriquecido,

⁴ Para cualquier elemento químico, dentro de su núcleo están los neutrones (n^0) y los protones (p^+), que sumados dan la masa atómica. Orbitando alrededor de él, están los electrones (e^-). Los p^+ y los e^- son de carga eléctrica positiva y negativa, respectivamente, y de igual número (número atómico); esto da un balance para que el átomo sea de carga eléctrica neutra. El núcleo es alrededor de la cienmilésima parte del tamaño de todo el átomo, pero es tan denso que su masa representa casi toda la masa del átomo.

⁵ $E=mc^2$. En esta ecuación, “E” corresponde a la energía obtenida; “m” es la masa de la que hablamos, y “c” es una constante, la de la velocidad de la luz: 299.792.458 m/s² (Fisión Nuclear, 2017).

el cual es uranio mineral que se ha tratado especialmente para aumentar su rendimiento concentrando el U-235. Como se ha mencionado, la fisión comienza cuando un neutrón a gran velocidad (neutrones térmicos con energías de milielectronvoltios⁶ y velocidades de 2,200 m/s) choca con el núcleo del uranio, provocando una reacción en cadena, que genera tres neutrones con energía del orden de megaelectronvoltios y velocidades de $1.4E^{07}$ m/s; la energía disipada en forma de calor ocurre en fracciones de segundo. Esto ocurre en el núcleo del reactor, el cual se encuentra rodeado de una sustancia llamada “moderador”, que se utiliza para frenar la velocidad de los neutrones a 3,700 m/s, aproximadamente, y controlar la temperatura a 290 °C. Ello aumenta la probabilidad de choque con otros núcleos de uranio, ya que, como se mencionó, los neutrones provenientes de la fisión tienen una gran velocidad, que les dificulta chocar en contra de otros núcleos. Por lo tanto, es necesario frenarlos mediante el impacto con otras sustancias capaces de extraerles energía sin absorberlos (Energía Nucleoeléctrica, 2017).

En los reactores que emplean uranio enriquecido como elemento combustible, se utiliza agua común o grafito como moderador; en cambio, en los reactores que usan uranio natural (menos cantidad de núcleos fisionables), se utiliza agua pesada⁷ (Energía Nucleoeléctrica, 2017). Estos elementos constituyen un sistema de seguridad de la operación.

Otro sistema más, dentro del núcleo del reactor, son las barras de control, cuya función es controlar la potencia de la fisión. Estas barras son generalmente de boro o cadmio, un material que absorbe los neutrones que chocan en contra de ellas durante el proceso de fisión, evitando así que progrese la reacción en cadena.

El calor producido por la reacción nuclear evapora el agua, la cual, una vez convertida en vapor, pasa a una turbina que al girar permite que un alternador produzca la energía eléctrica. Este proceso es similar en cualquier planta termoeléctrica que use carbón, combustóleo o gas. A diferencia de ellas, en las nucleoeeléctricas no se liberan emisiones de gases de efecto invernadero en la etapa de generación de electricidad, ya que no existe una combustión.

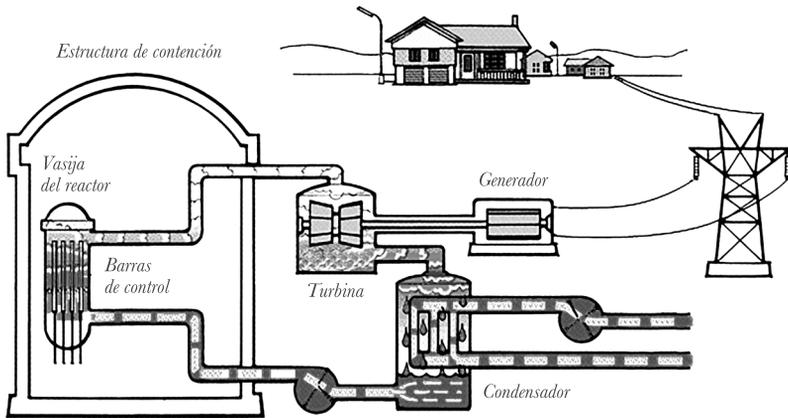
⁶ El electronvoltio es la energía que un electrón adquiere al pasar a través de una diferencia de potencial de exactamente un voltio y equivale a $1,602176565 \times 10^{-19}$ J. Un milielectronvoltio (meV) es la milésima parte de un electronvoltio (NASA, 2001).

⁷ El agua pesada está formada por dos átomos de deuterio 1 y un átomo de oxígeno (el deuterio es un isótopo del hidrógeno que posee un neutrón más en su núcleo; por lo tanto, es más denso) y es 100 veces más absorbente que el agua normal; por eso, se le emplea con uranio natural, el cual es deficiente en U-235. El agua ligera es el agua común (Aprea, 2013).

Durante la fisión de un átomo de U-235 se liberan en promedio 3 neutrones y del orden de 200 millones de electronvoltios de energía. Esto equivale a 50 millones de reacciones químicas de combustión. Cada combustión es del orden de 4 eV^1 (Energía Nucleoeléctrica, 2017).

Hablando específicamente del reactor, existen los que usan agua ligera, que también son conocidos como Boiling Water Reactor (BWR), y su funcionamiento se esquematiza en la figura 2.

FIGURA 2
ESQUEMA DE UN REACTOR BWR TRADICIONAL



FUENTE: Energía Nucleoeléctrica, 2017.

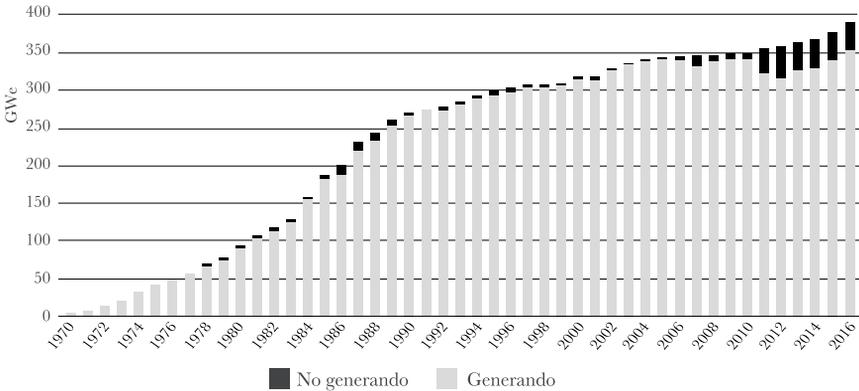
Aquí, el agua está a una presión aproximada de 75 veces la atmosférica y ebulle a $285 \text{ }^\circ\text{C}$. Opera, como ya se ha mencionado, con las particularidades de la circulación que tiene el agua en el proceso (Energía Nucleoeléctrica, 2017).

V. NUCLEOELECTRICIDAD EN EL MUNDO

Los primeros reactores nucleares iniciaron su operación en la década de los cincuenta. En el mundo, la capacidad instalada de nucleoeléctricas ha crecido cada año desde su inicio hasta 2016, alcanzando 391 GWe.⁸ En la gráfica 1 se muestra esta evolución (WNA, 2017).

⁸ El gigawatt eléctrico (GWe) es la unidad de potencia en el Sistema Internacional de Unidades equivalente a mil millones de vatios (1,000,000,000 W) (Agencia Andaluza de la Energía, s.a.).

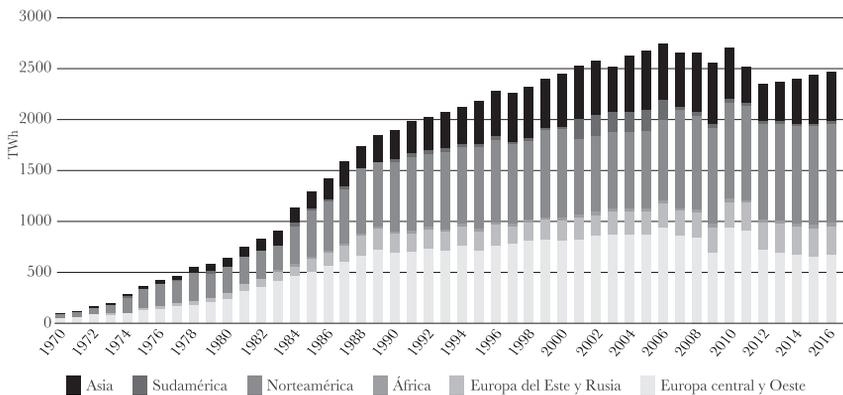
GRÁFICA 1
 EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA
 DE NUCLEOELÉCTRICAS EN EL MUNDO DE 1970-2016



FUENTE: WNA, 2017a.

En cuanto a la producción global neta, ésta cayó drásticamente con el accidente en la Planta de Fukushima en Japón, en 2011; posterior a él, ha sido ascendente a partir de 2012, alcanzando los 2,476 TWh⁹ de electricidad (gráfica 2) (WNN, 2017).

GRÁFICA 2
 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA NUCLEAR
 EN EL MUNDO DE 1970-2016



FUENTE: WNA, 2017a.

⁹ El terawatt hora (TWh) es la unidad de potencia en el Sistema Internacional de Unidades equivalente a un trillón de vatios (1,000,000,000,000 W) (Agencia Andaluza de la Energía, s.a.).

Al 31 de diciembre de 2016 existían en el mundo 448 reactores operables y 61 en construcción, como se muestra en la tabla 2 (IAEA, 2017a).

TABLA 2
 REACTORES OPERABLES Y EN CONSTRUCCIÓN
 AL 31 DE DICIEMBRE DE 2016

País	Reactores operacionales		Reactores en paro a largo plazo		Reactores en construcción		Electricidad nuclear suministrada en 2016	
	Número de unidades	Capacidad neta MW(e)	Número de unidades	Capacidad neta MW(e)	Número de unidades	Capacidad neta MW(e)	TW(e)-h	% Total
Argentina	3	1632			1	25	7.7	5.6
Armenia	1	375					2.2	31.4
Belarus					2	2218	NA	NA
Belgium	7	5913					41.4	51.7
Brazil	2	1884			1	1245	15.0	2.9
Bulgaria	2	1926					15.1	35.0
Canada	19	13554					95.7	15.6
China	36	31384			21	21622	197.8	3.6
Czech Rep.	6	3930					22.7	29.4
Finland	4	2764			1	1600	22.3	33.7
France	58	63130			1	1630	386.5	72.3
Germany	8	10799					80.1	13.1
Hungary	4	1889					15.2	51.3
India	22	6240			5	2990	35.0	3.4
Iran, Isl. Rep.	1	915					5.9	2.1
Japan	42	39752	1	245	2	2653	17.5	2.2
Korea, Rep. of	25	23077			3	4020	154.3	30.3
Mexico	2	1552					10.3	6.2
Netherlands	1	482					3.7	3.4
Pakistan	4	1005			3	2343	5.4	4.4
Romania	2	1300					10.4	17.1
Russia	35	26111			7	5520	184.1	17.1
Slovakia	4	1814			2	880	13.7	54.1
Slovenia	1	688					5.4	35.2
South Africa	2	1860					15.2	6.8
Spain	7	7121	1	446			56.1	21.4
Sweden	10	9740					60.6	40.0
Switzerland	5	3333					20.3	34.4
UAE					4	5380	NA	NA
UK	15	8918					65.1	20.4
Ukraine	15	13107			2	2070	76.1	52.3
USA	99	99869			4	4468	804.9	19.7
Total	448	391116	2	692	61	61264	2476.2	NA

FUENTE: IAEA, 2017a.

De la tabla anterior resalta que los países de Asia dominan el mercado de la construcción de reactores nucleares. De acuerdo con la World Nuclear Association, de diez reactores que entraron en operación durante 2016, ocho están localizados en Asia, incrementando la generación de energía eléctrica

en 11.5% con respecto a 2015 y 35% con respecto a 2012; estos incrementos significan dos veces más que hace treinta años. Para la India y Pakistán se ha aumentado más del doble en los últimos diez años y para China más del triple, siendo éste el país con el programa nucleoelectrico más ambicioso, invirtiendo fuertes sumas de dinero para este tipo de energía, pero menos que para energías renovables (IAEA, 2017a; WNA, 2017a).

Actualmente, la región de Asia contribuye con el 18% de la generación de nucleoelectricidad a nivel global. Japón, con posterioridad al accidente de 2011, suspendió la actividad nuclear, reiniciándola en 2015, de tal manera que hoy en día operan sus 42 reactores y se consideran dos para construcción. No obstante, países como Alemania han interrumpido esta tecnología, y actualmente en esta nación sólo operan ocho reactores. Francia y España han anunciado el cese de algunos reactores; sin embargo, esta acción aún no figura en los datos que reporta la Agencia Internacional de Energía Atómica, órgano regulador a nivel mundial. Por otro lado, en la actualidad 16 países generan al menos 25% de su electricidad a través de plantas nucleares. Francia genera electricidad por esta tecnología en un 75%. Por su parte, Bélgica, República Checa, Finlandia, Hungría, Eslovaquia, Suecia, Suiza, Eslovenia y Ucrania generan más del 30%, al igual que el Sur de Corea y Bulgaria. Japón generaba más del 25% antes del accidente y se espera que regrese a este nivel. Algunos países nuevos que han incorporado nucleoelectricas son Turquía, Bielorrusia, la Federación de Rusia, Bangladesh, Polonia y los Emiratos Árabes Unidos, este último reconocido como potencia petrolera. En conclusión, al 2016 el balance entre cierres y aperturas de reactores nucleares para generación de energía eléctrica ha sido positivo a partir de 2013 (WNN, 2017; WNA, 2017b).

VI. RIESGOS INHERENTES A LA TECNOLOGÍA

Actualmente, además de la seguridad en los procesos, es prioritario el aspecto ambiental en la generación de electricidad. En el caso de la nucleoelectricidad, el diseño, construcción, explotación y evaluación de la seguridad de las centrales se basa en ciencia y tecnología modernas, que requieren personas e instituciones con capacitaciones específicas y de alto nivel, lo que demuestra la expansión y establecimiento de esta tecnología en países con un sólido desarrollo científico y tecnológico.

La nula liberación de GEI (dióxido de azufre, monóxido de carbono y metano) deja de ser un atributo importante en la percepción pública, sub-

jetiva y ligada en muchos países ante peligros y consecuencias a la salud, los cuales generalmente se consideran como costos externos (cuantificables, pero no transmitidos al consumidor, sino que son sufragados por la sociedad en general). Cabe mencionar que la producción de electricidad a partir de cualquier forma de energía primaria tiene algún efecto ambiental y algunos riesgos. Una evaluación equilibrada y justa de la energía nuclear requiere una comparación de sus efectos ambientales con otras opciones, considerando los costos de los desechos y el desmantelamiento internalizados en la economía de la tecnología.

Desde el punto de vista ambiental, las distintas aproximaciones tecnológicas a la problemática de los residuos aún suscitan controversias científicas, el reprocesado de combustibles sólo acorta el periodo de riesgo y el almacenamiento geológico tiene serios cuestionamientos técnicos. No obstante, el bajo volumen de residuos que se generan en la nucleoelectricidad, en comparación con algunas otras tecnologías, sigue siendo un aspecto importante y, además, costoso desde el punto de vista de gestión. “La ciencia y la tecnología se encaminan hacia un tipo novedoso de reactores conocidos como reactores rápidos que funcionan en un ciclo de combustible cerrado, con la expectativa de proporcionar energía durante miles de años y aliviar las preocupaciones sobre los desechos”, dice Stefano Monti, jefe de equipo de la Sección de Desarrollo de Tecnología de Reactores Rápidos del OIEA en el Departamento de Energía Nuclear. Los reactores rápidos consumen el material que de otro modo se consideraría como “combustible gastado” y con ello se reduce el volumen total de material nuclear que debe considerarse y, por lo tanto, gestionarse como desecho.

Además de los prototipos y reactores en prueba, existen seis operando en el mundo y, en la actualidad, en la Federación de Rusia opera el reactor rápido comercial más potente (BN-600 en Beloyarsk). Recientemente lanzó un “Programa Federal Objetivo”, titulado “Tecnologías de energía nuclear de nueva generación para 2010-2015” con Outlook hasta 2020, destinado al desarrollo de varias tecnologías de reactores rápidos, así como a los ciclos de combustible relacionados. Existen programas para desarrollar e implementar sistemas innovadores de energía nuclear rápida en China, Francia, India, Japón, la República de Corea y la Federación de Rusia, entre otros países (IAEA, 2013).

En cuanto a los riesgos para la salud ocupacional, tradicionalmente se han medido en términos de accidentes inmediatos, en especial en tasas de mortalidad. Sin embargo, hoy en día, y particularmente en relación con la energía nuclear, se hace mayor hincapié en los efectos menos obvios o re-

tardados de la exposición a sustancias inductoras de cáncer y radiación.¹⁰ Tomando en cuenta estadísticas de accidentes de trabajo en los últimos 50 años de energía nuclear en América del Norte y Europa, comparada con la generación de electricidad a partir de carbón y otros, se muestra que la energía nuclear es más segura, como se observa en la tabla 3.

TABLA 3
COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES
EN PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA

<i>Combustible</i>	<i>Fatalidades inmediatas 1970-1992</i>	<i>¿Quién?</i>	<i>Muertes normalizadas por TWj*</i>
Carbón	6,400	Trabajadores	342
Gas natural	1,200	Trabajadores y público	85
Hidro	4,000	Público	883
Nuclear	31	Trabajadores	8

* Base: por millón de MWe operando en un año. El dato en esta columna fue publicado en 2001. FUENTE: WNA, 2013.

Por otro lado, en cuanto a los efectos de la radiación, la exposición personal se mide en milisieverts (mSv). En la mayor parte del mundo, los niveles de exposición de fondo por persona alcanzan hasta 3 mSv/año. Los ciudadanos de Cornwall, Reino Unido, reciben un promedio de aproximadamente 7 mSv/año. Cientos de miles de personas en India, Brasil y Sudán reciben hasta 40 mSv/año.

Se conocen varios lugares en Irán, India y Europa en donde la radiación de fondo natural representa una dosis anual de más de 50 mSv, y en Ramsar, Irán, puede ser hasta de 260 mSv. Las dosis de por vida de la radiación natural pueden llegar hasta varios miles de milisieverts. Sin embargo, no hay evidencia de un aumento de cánceres u otros problemas de salud derivados de estos niveles naturales. Por su parte, la dosis de radiación cósmica varía

¹⁰ Un accidente es todo suceso involuntario, incluidos errores de operación, fallos del equipo u otros contratiempos, cuyas consecuencias, reales o potenciales, no sean despreciables desde el punto de vista de la protección o de la seguridad tecnológica. Por otro lado, un accidente nuclear es todo accidente relacionado con instalaciones o actividades que ocasione, o sea probable que ocasione, una emisión de material radiactivo, y que resulte, o pueda resultar, en una emisión transfronteriza internacional que pueda tener importancia desde el punto de vista de la seguridad radiológica para otro Estado.

con la altitud y la latitud: la tripulación aérea puede recibir hasta 5 mSv/año de sus horas en el aire, mientras que los viajeros frecuentes pueden obtener un incremento similar. En contraste, los ciudadanos del Reino Unido reciben aproximadamente 0.0003 mSv/año por parte de la generación de energía nuclear.

En el accidente de Chernóbil, un gran número de personas estuvieron expuestas a niveles de radiación fuera de orden, pudiéndose conocer valores muy aproximados de las dosis reales. En el accidente de Fukushima, pocos trabajadores estuvieron expuestos a niveles altos de radiación. Después de 18 meses del accidente, los hallazgos preliminares del UNSCEAR muestran que no se han observado efectos de radiación en la salud derivados del accidente de Fukushima entre el público o los trabajadores.

La Agencia Internacional de Energía Atómica (International Atomic Energy Agency [IAEA]) establece una Escala Internacional de Sucesos Nucleares y Radiológicos (International Nuclear Events Scale [INES]), que es un instrumento a nivel global para comunicar al público información sistemática acerca de la importancia de los sucesos nucleares y radiológicos desde el punto de vista de la seguridad (IAEA, 2016a).

La escala INES aplica para una amplia gama de actividades, como el uso industrial y médico de fuentes de radiación, instalaciones nucleares y transporte de materiales radiactivos. Con base en esta escala, los sucesos se clasifican en siete niveles: del uno al tres se denominan “incidentes”¹¹ y del cuatro al siete se habla de “accidentes”. Cada ascenso de un nivel a otro en la escala indica una gravedad diez veces superior. Cuando los sucesos no son importantes desde el punto de vista de la seguridad se les denomina “desviaciones” y se clasifican debajo de la escala, o sea, en el nivel 0 (IAEA, 2016a). La escala INES considera tres áreas de impacto:

- 1) *Las personas y el medio ambiente.* Se refiere a las dosis de radiación en personas situadas cerca del lugar donde ocurre un suceso y a la liberación no prevista, en un área amplia, de materiales radiactivos fuera de una instalación.

¹¹ El incidente es todo suceso no intencionado, incluidos los errores de funcionamiento, los fallos del equipo, los sucesos iniciadores, los precursores de accidentes, los cuasiaccidentes y otros contratiempos, o acto no autorizado, doloso o no, cuyas consecuencias reales o potenciales no son despreciables desde el punto de vista de la protección o la seguridad tecnológica. Por su parte, el incidente nuclear es cualquier hecho o sucesión de hechos que tengan el mismo origen y que hayan causado daños nucleares o que, sólo con respecto a las medidas preventivas, hayan creado una amenaza grave e inminente de causar tales daños (IAEA, 2007).

- 2) *Barreras y controles radiológicos*. Se refiere únicamente al interior de grandes instalaciones. Se alude a niveles altos de radiación no previstos y liberación de cantidades considerables de materiales radiactivos confinados en las instalaciones.
- 3) *Defensa en profundidad*. Se refiere a las medidas establecidas para prevenir accidentes que no funcionen conforme a lo previsto (IAEA, 2016a).

En el mundo sólo dos accidentes han alcanzado el nivel siete en la escala INES, aunque con diferentes características: Chernóbil en 1986 y Fukushima en 2011. El nivel 7 establece “impacto en las personas y el medio ambiente” (IAEA, 2017b).

De 1944-2000, antes de Fukushima, 417 accidentes de radiación por diferentes actividades, incluido el sector nucleoelectrico, produjeron la sobreexposición significativa de al menos una persona; esta sobreexposición es cuando la dosis absorbida en todo el cuerpo es superior a 0.25 Gy, 6 Gy a la piel, o 0.75 Gy a cualquier otro órgano. Entre 3,000 personas sobreexpuestas se registran 127 muertes en 57 años. Aquí se incluye a 28 operadores y bomberos que tuvieron una exposición fatal en Chernóbil en abril de 1986 (Turai y Veress, 2001).

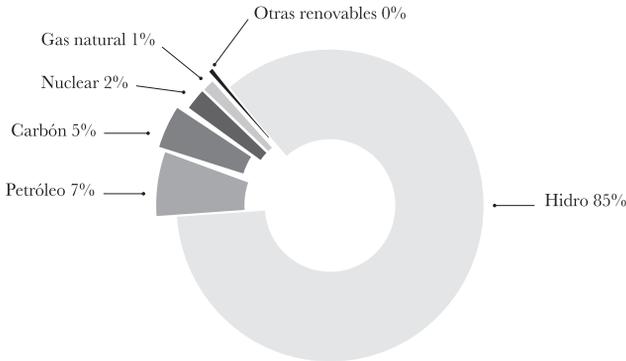
Por otro lado, para el caso de Fukushima, las muertes son atribuidas al tsunami y no al accidente en la planta nuclear. El UNSCEAR cita que “no se han observado muertes o enfermedades graves relacionadas con la radiación entre los trabajadores y la población general expuestos a la radiación a raíz del accidente” (IAEA, 2015; ONU, 2013).

Un estudio reciente evaluó el riesgo de accidentes utilizando un conjunto de datos históricos de 1874-2014 para 11 sistemas de energía: biocombustibles, biomasa, carbón, geotermia, hidroelectricidad, hidrógeno, gas natural, energía nuclear, petróleo, energía solar y energía eólica. El estudio mostró que de un total de 1,100 accidentes resultaron más de 210,000 muertes y casi 350,000 millones de dólares en daños a la propiedad. El estudio reveló lo siguiente: la energía eólica fue la más frecuente en incurrir en un accidente; las represas hidroeléctricas fueron los lugares donde más accidentes fatales ocurrieron, representando el 85% de las muertes, y los accidentes de energía nuclear son, con mucho, los que resultaron más caros, representando el 70% en costo de los daños (gráficas 3 y 4).

GRÁFICA 3

PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS EN ACCIDENTES CON MUERTES

Muertes ($n=211,529$)

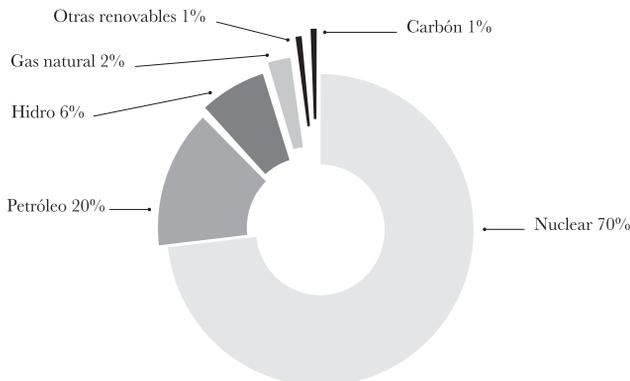


FUENTE: Sovacool *et al.*, 2015.

GRÁFICA 4

PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN COSTOS DE ACCIDENTES

Total de daños ($n=\$344.4$ billion)



FUENTE: Sovacool *et al.*, 2015.

Con los argumentos citados parecería que las centrales nucleares son suficientemente seguras; sin embargo, la sociedad no lo percibe así y los expertos advierten que la bondad de los resultados obtenidos depende de las incertidumbres de los datos de entrada y del conocimiento de los fenómenos que desencadenan los accidentes graves. Reducir las incertidumbres es tarea difícil y costosa.

VII. NUCLEOELECTRICIDAD EN MÉXICO

La Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) fue establecida en 1956 para allanar el camino en la introducción de la energía nuclear y las aplicaciones nucleares en México. La CNEN abarcaba todas las actividades nucleares en el país (exploración de uranio, investigación nuclear, regulación, etcétera), pero la generación de electricidad por medios nucleares es y ha sido responsabilidad exclusiva de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (IAEA, 2016b).

Más tarde, la CNEN se transformó en el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN), que redefinió los atributos, pero con muy pocos cambios. En 1979, el INEN fue reemplazado por tres organizaciones: el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), a cargo de todos los aspectos relacionados con la investigación; Uranio Mexicano (Uramex), a cargo de la exploración y producción de uranio, y la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas (CNSNS), a cargo de la regulación y salvaguardas nucleares. En 1985, Uramex se disolvió y todas sus funciones pasaron a la Secretaría de Energía (IAEA, 2016b).

El interés de México en la energía nuclear se remonta a principios de los sesenta. Los primeros pasos concretos se tomaron en 1966, cuando se llevó a cabo una investigación preliminar de sitios potenciales para centrales nucleares, y, al final de la década, el gobierno concluyó que las plantas de energía nuclear podrían jugar un papel importante. Así, en 1976 se inició la construcción de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CNLV), hasta ahora la única en su tipo, situada en la costa del Golfo de México, en el municipio de Alto Lucero, en el estado de Veracruz. La CNLV cuenta con una capacidad instalada de 1,608 MWe, que en 2016 generó el 3% de la energía eléctrica total nacional, esto es, 10,567 GWh. La primera unidad entró en operación comercial en julio de 1990 y la segunda lo hizo en abril de 1995. Los reactores de Laguna Verde tenían una capacidad original de 654 MWe cada uno, pero en 2010 se actualizaron a 805 MWe. En 2014 se

generaron 9,677.208 GWh, equivalente al 3.2% de la generación total en el país, y se evitó la emisión nacional de 6 a 8 millones de toneladas de CO₂ (IAEA, 2016b).

Actualmente, el uranio se compra como hexafluoruro o como un concentrado que se convierte en hexafluoruro por la empresa Tenex de la Federación de Rusia, a través de un contrato a largo plazo; el enriquecimiento es proporcionado por la empresa Nukem en el Departamento de Energía de los Estados Unidos, también a través de un contrato a largo plazo, y la fabricación de combustible se realiza en Estados Unidos de América por Global Nuclear Fuels American.

CFE ha sido autorizado por la Secretaría de Energía para negociar compras y enriquecimiento de uranio, así como fabricación de combustible (IAEA, 2016b).

En cuanto al combustible nuclear gastado, éste se almacena en las piscinas de los reactores, y se planea utilizar una instalación independiente de almacenamiento de combustible gastado; también cuenta con un depósito provisional de sus desechos radiactivos de nivel bajo operado por la misma Central (IAEA, 2016b).

La CNLV es propiedad de CFE y su personal realiza la operación y el mantenimiento. En el pasado, la capacitación de operadores del reactor se llevó a cabo en varias instalaciones similares en España y Estados Unidos de América. Hoy en día, la capacitación se realiza principalmente a nivel local, utilizando el simulador de la operación de los reactores con fines de capacitación; este simulador se encuentra instalado dentro de la planta y funciona bajo las mismas condiciones operativas de los reactores reales (IAEA, 2016b; Fernández de la Garza *et al.*, 2009).

México no produce uranio debido al bajo costo que presenta en el mercado mundial; en este sentido, se han identificado unas 1,300 toneladas de reservas de uranio en el país, pero la explotación es económicamente inviable (IAEA, 2016b).

VIII. LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y SU CONTRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La energía es un factor clave para el desarrollo económico de la sociedad; las estrategias en este sector que se toman en los países se encuentran alineadas con los Acuerdos de París de noviembre de 2016, que marcan esfuerzos para combatir el cambio climático (IEA, 2016; IEA, 2017a).

El crecimiento en la demanda energética está relacionado directamente al incremento de la población, la cual, de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, se proyecta que pase de 7.3 billones en 2015 a 9.2 billones de habitantes en el mundo en 2040 (IEA, 2016; IEA, 2017a).

La producción total de energía primaria en el mundo pasó de ser de 6,100.99 a 13,647.37 MMTep (millones de toneladas equivalente de petróleo) de 1973 a 2015, lo que representa un 111.8% de incremento. Por otro lado, el consumo mundial de energía pasó de ser de 4,661.19 a 9,383.6 MMTep; en este consumo, la electricidad participó de 9.4% a 18.5% (un incremento del 98.4%) (IEA, 2016; IEA, 2017a).

En este sentido, México requerirá para 2040 un total de 10,000 millones de dólares anuales para cubrir el aumento de 85% de la demanda de electricidad, por lo que, además de la inversión, el impacto económico se prevé más suave si se cuenta con un sistema eléctrico más eficiente (IEA, 2017b). La producción nacional de energía primaria en 2015 fue de 8,261.03 PJ; de esta cifra, sólo el 1.46% es por energía nuclear, cuya participación tuvo un incremento de 2014 a 2015, pasando de 100.6 PJ a 120.41 PJ, lo que significó un 19.69% de incremento. El consumo nacional de energía en 2015 fue de 8,528.87 PJ; de ahí, el 30.75% fue por el sector energético (IEA, 2017b).

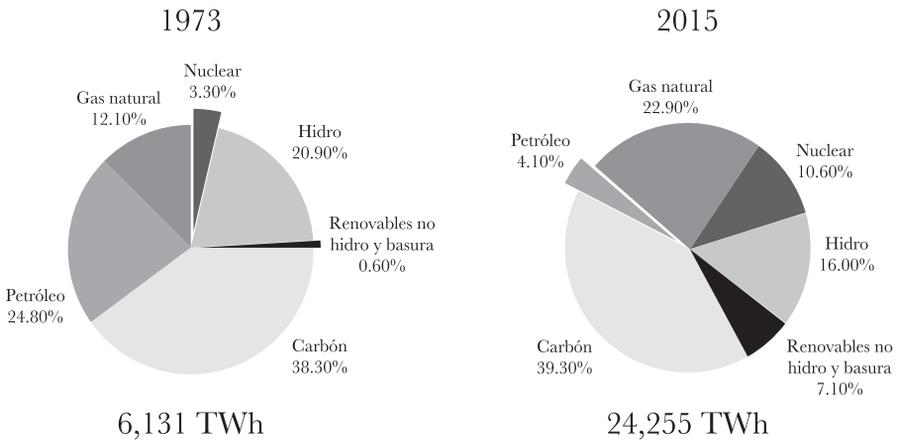
Dentro del sector energético, la generación de electricidad juega un papel importante. Esta actividad tuvo un aumento de la producción bruta mundial entre 1974 y 2015, pasando de 6,287 TWh a 24,345 TWh, con una tasa de crecimiento anual promedio del 3.4%.

Para la producción más reciente de la cual se tiene reporte (British Petroleum en 2016), la generación de electricidad anual global fue de 24,816.4 TWh, esto es, un 2.2% más que en 2015, y para México, según el Prodesen (Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional) 2017-2031, fue de 319.36 TWh en 2016, con un incremento del 3.2% respecto a 2015 (IEA, 2017b; Sener, 2017).

A nivel mundial, la participación de los combustibles fósiles en la generación de electricidad ha pasado de 1973 a 2015 del 75.2% al 66.3%, y la participación nuclear, del 3.3% al 10.6%, como se puede mostrar en las gráficas 5a y 5b.

GRÁFICAS 5A Y 5B

PARTICIPACIÓN DE LOS DIFERENTES COMBUSTIBLES EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN 1973 Y 2015



FUENTE: IEA, 2017a.

Entre 2015 y 2016 hubo una disminución en la producción de electricidad con combustibles fósiles, siendo 7.1% para el carbón y 7.0% para el aceite; asimismo, hubo una ligera disminución para la energía nuclear del 0.8% debido al periodo de mantenimiento de las plantas. Por el contrario, la producción de energía eléctrica por gas natural creció en un 5.8% y también las energías renovables, incrementándose la eólica 7.7%, la solar 19.2% y la hidroeléctrica 1.9%, la cual resurgió, ya que en 2015 tuvo una declinación debido al fenómeno del Niño, lo que ocasionó condiciones severamente secas. Las cifras anteriormente mencionadas muestran una estabilidad de la energía nuclear (IEA, 2017b).

Para México, en la generación de energía eléctrica, la participación de las tecnologías limpias es del 20.3% y no se ha incrementado de 2015 a 2016; sin embargo, algunas de estas tecnologías limpias emplean combustibles fósiles (gas natural), al igual que las tecnologías convencionales, las cuales aportan el 79.7%. Por ello, la dependencia de combustibles fósiles es de al menos el 79.7%, cantidad que supera a la participación en 1973 de estos combustibles a nivel mundial (Sener, 2017).

En México, en cuanto a la energía nuclear, ésta se ha incorporado al portafolio de energías limpias y representó para 2016 el 3% de la generación

total de energía (10,567 GWh), con una disminución de 2015 a 2016 del 8.7%, disminución que supera a la reportada a nivel mundial. Con respecto a las energías renovables, las cuales, al igual que la nuclear, forman parte de las energías limpias, variaron de 2015 a 2016 de la siguiente manera: eólica 19.6%, solar 104.6%, hidroeléctrica 0.1% y geotérmica -2.9%. De acuerdo con estas cifras, la participación de las hidroeléctricas se mantiene casi constante; esta tecnología, considerada como de recursos renovables, representa el 47.6% de las energías limpias y aporta el 10% en la matriz de generación total de energía eléctrica del país. Los cambios en la geotérmica y en la solar, aunque en una sea de tipo negativo y en otra sea superior al 100%, respectivamente, no resultan de gran impacto en la matriz energética, ya que sumados representan menos del 2% en la generación total. Sin embargo, la aportación de la energía eólica sí se refleja en la matriz energética nacional, pues actualmente contribuye con el 3%. El aumento en GWh de energía eólica fue de 1,718, pasando de 8,745 a 10,463, lo cual es casi 11 veces más que la generación de energía solar y el equivalente de generación por bioenergía (IEA, 2017b; Sener, 2017).

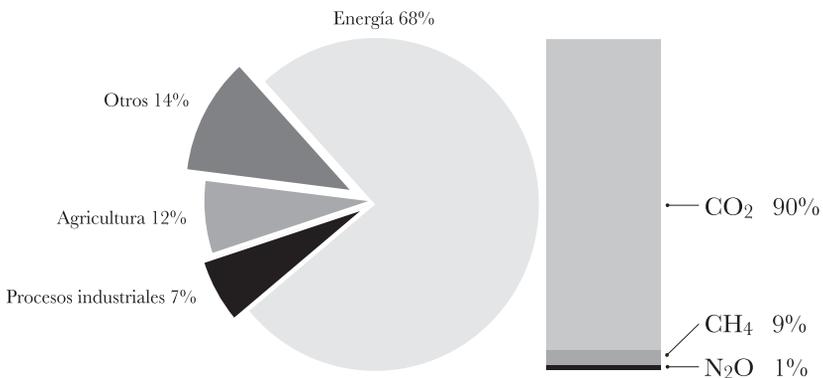
Con relación al cambio climático, en 1869, Tyndall descubre que algunos gases de la atmósfera bloquean la radiación infrarroja y sugiere que el cambio en la concentración de los gases puede llevar a un cambio climático. Con el reconocimiento científico de este hecho en el siglo XIX, detectando cambios naturales en el paleoclima (el clima que existía hace muchos años antes de que el ser humano empezara a usar instrumentos para su medición y registro) e identificando, por primera vez, el efecto invernadero natural en los decenios siguientes (1950-1960, 1960-1970 y 1970-1980), se recogieron datos que demostraron que las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera estaban aumentando muy rápidamente; al mismo tiempo, las investigaciones sobre los núcleos de hielo y los sedimentos lacustres revelaron que el sistema climático había sufrido otras fluctuaciones abruptas en el pasado.

En 1990, el IPCC presentó un primer informe de evaluación, en el que se reflejaban las investigaciones de 400 científicos; en éste se afirmaba que el calentamiento atmosférico de la Tierra era real y se pedía a la comunidad internacional que tomara cartas en el asunto para evitarlo. En su informe más reciente, el IPCC ha establecido que el calentamiento del planeta Tierra es inequívoco y que el promedio global de la temperatura de la superficie terrestre ha aumentado desde la Revolución Industrial, más notablemente en los últimos 50 años, y se atribuye con un 95% de nivel de confianza a las

actividades humanas, siendo la quema de combustibles fósiles y la deforestación entre las actividades que más aportan a las emisiones. En 2016, la concentración promedio de CO_2 fue aproximadamente un 40% mayor (403 ppm) que a mediados de 1800, con un crecimiento promedio de 2 ppm/año en los últimos diez años (IEA, 2017c).

Cabe señalar que ya en 1977 un informe de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos concluía que “el principal factor limitante en la producción de energía a partir de los combustibles fósiles en los próximos siglos podrían ser los efectos climáticos de la liberación de dióxido de carbono”. En la actualidad, esto es sabiduría convencional. En la gráfica 6 se puede observar la participación del sector energía en la producción de GEI (IEA, 2017c).

GRÁFICA 6
PARTICIPACIÓN GLOBAL ANTROPOGÉNICA
DE GEI EN 2014

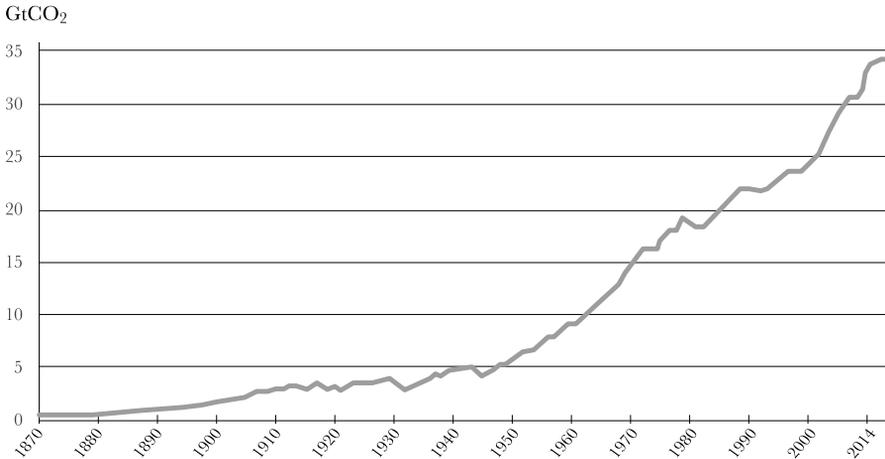


FUENTE: IEA, 2017c.

El incremento en la demanda de energía desde la Revolución Industrial ha contribuido a las emisiones de CO_2 , lo que se refleja en un crecimiento que parte de casi cero en 1870 hasta 33 GtCO_2 emitidas en 2015 derivadas del uso de combustibles fósiles, como se muestra en la gráfica 7 (IEA, 2017c).

GRÁFICA 7

TENDENCIA DE EMISIÓN DE CO₂ DE LA COMBUSTIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES (1870-2014)

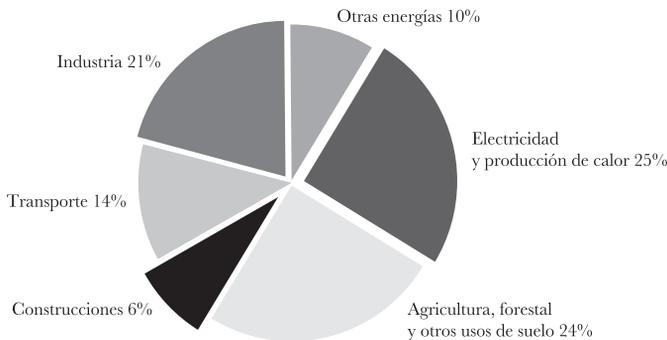


FUENTE: IEA, 2017b.

Actualmente, el sector energía aplicado a la generación de electricidad y calefacción es el mayor emisor a nivel global, como se muestra en la gráfica 8 (USEPA, 2017).

GRÁFICA 8

EMISIONES DE GEI POR SECTOR ECONÓMICO EN EL MUNDO



FUENTE: USEPA, 2017.

México, tras el Acuerdo de París en 2015, fue el primero en presentar sus contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional (INDC). La meta no condicionada fue reducir las emisiones de GEI en 22% para 2030, con relación a una línea base, lo que equivale a 210 millones de toneladas de bióxido de carbono (MtCO₂e). El sector de generación de electricidad apoya esta meta con una reducción de 63 MtCO₂e, aproximadamente la tercera parte de la meta nacional no condicionada (Gobierno de la República, 2015).

Con el objetivo de alcanzar esta meta, se establece que la generación de electricidad con energías limpias (fuentes renovables más energía nuclear y otras tecnologías) deberá alcanzar una participación del 35% en 2024 y del 43% hacia 2030. Por otro lado, el sector eléctrico, a través de su Ley de Transición Energética, establece metas escalonadas, donde la más cercana es del 25% de energías limpias para 2018. Básicamente, las energías limpias han mostrado un crecimiento en las referidas a los recursos renovables, en los cuales México ocupa el lugar 20o. en capacidad eólica y el 5o. en capacidad geotérmica a nivel mundial.

De acuerdo con las proyecciones del sector, se estima que la reducción para 2030 será de 43 MtCO₂e, es decir, el 71% de la meta establecida, y para 2031 se llegará al 100% de la meta comprometida.

IX. LA NUCLEOELECTRICIDAD COMO ENERGÍA LIMPIA

Para 2040, de acuerdo con el Escenario de Nuevas Políticas de la Agencia Internacional de Energía (AIE) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), se proyecta que las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía aumenten un 16%, sin los incentivos de descarbonización que aún no se han puesto en práctica. El ritmo para mitigar las emisiones de CO₂ del sector de la energía difiere en cada país, dependiendo del nivel de desarrollo económico, las tecnologías, la disponibilidad de recursos fósiles nacionales baratos, los potenciales de energía renovable, el acceso a financiamiento y la existencia de políticas y estándares.

Para tener un 66% de probabilidad de mantener la temperatura promedio global por debajo de los 2 °C, se tiene que considerar que existe un remanente de CO₂ desde 2014 de 903 Gt. Según las actuales tasas de emisión, esta cuota se consumirá en alrededor de 20 años, de acuerdo con el Global Carbon Project.

La esencia del Acuerdo de París 2015 es modificar las tasas de emisión actuales a los niveles más bajos y, esencialmente, descarbonizar el sector energético mundial.

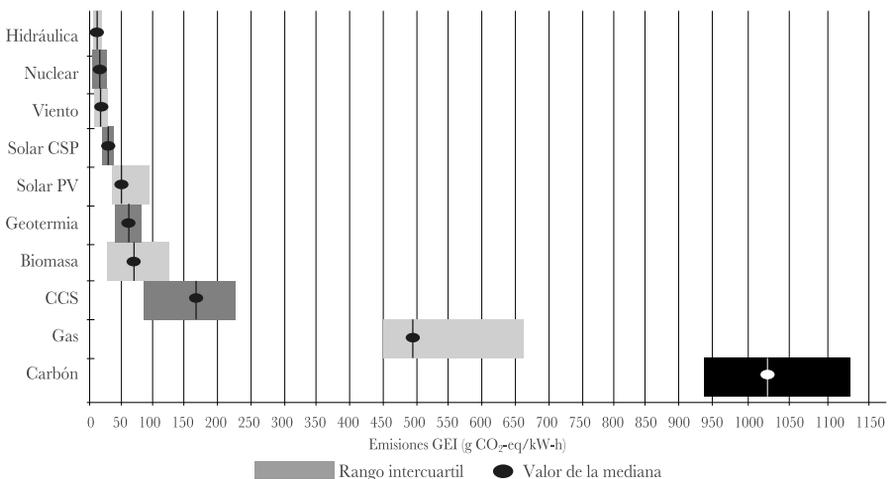
Dado que se espera que la demanda mundial de energía aumente, se requieren tecnologías energéticas que emitan menores cantidades de CO₂ por unidad de servicio, a fin de satisfacer las necesidades de las poblaciones, que crecen en tamaño y riqueza (especialmente en los países en desarrollo y en aquellos que son menos desarrollados), como es el caso de México. Al comparar las emisiones de GEI de todas las tecnologías energéticas existentes y futuras, la energía nuclear proporciona servicios de energía con muy pocas emisiones de GEI y se considera justificadamente una tecnología baja en carbono.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la forma razonable y justa de comparar las emisiones de las tecnologías es a lo largo del ciclo de vida de cada una de ellas, de manera que se incluyan las emisiones durante la obtención de materiales de construcción, procesamiento, manufactura y construcción de la planta, proceso operacional (operación de la planta, mantenimiento, extracción, proceso y transporte del combustible, gestión de los desechos) y procesos de desmantelamiento (transporte y disposición de los desechos del desmantelamiento, gestión del material de reuso).

Este enfoque queda considerado en la gráfica 9, que resume las bases de datos de evaluación de ciclo de vida obtenidas por diferentes proyectos analizados por Estados Unidos y Japón (IAEA, 2016c).

GRÁFICA 9

BASES DE DATOS DE EVALUACIÓN DE CICLO DE VIDA DE DIFERENTES PROYECTOS EN ESTADOS UNIDOS Y JAPÓN



FUENTE: IAEA, 2016c.

De la gráfica anterior se puede apreciar que el carbón es la tecnología de mayor emisión en todo el ciclo de vida y el gas es la segunda más importante, y se resalta que la captura y almacenamiento de carbono reduce las emisiones; sin embargo, no se coloca en el nivel de las energías renovables o, mejor dicho, se considera una opción intermedia para un cambio entre la adopción de energías tradicionales (fósiles) a las renovables. Por otro lado, en el grupo de más baja emisión se encuentran las tecnologías de viento, nuclear e hidroeléctrica, de las cuales la tecnología nuclear es la única no sujeta a las condiciones geográficas y climáticas de la región.

En resumen, las emisiones de CO₂ por generación nuclear están entre las más bajas y se esperan reducciones por cambios en los siguientes aspectos:

- Nuevas mejoras en las tecnologías de enriquecimiento de uranio, pasando de difusión gaseosa intensiva en electricidad a tecnologías centrífugas o láser, que requieren menor electricidad.
- Una mayor participación de la electricidad utilizada para el enriquecimiento basado en tecnologías bajas en carbono.
- Mejoras en el diseño y fabricación de combustible nuclear, que permitan una reducción de emisiones por unidad de electricidad en la parte de suministro de combustible durante el ciclo de vida.
- Prolongar la vida útil de la central nuclear de 40 a 60 años, extendiendo las emisiones asociadas con la construcción y el desmantelamiento durante un periodo más largo, mientras que se genera más electricidad.

Por otro lado, la estabilidad en la generación de electricidad se ve reflejada con factores de planta por encima de 0.8, a diferencia de las energías renovables, cuyo factor está por debajo de 0.5, a excepción de la geotermia, que presenta un factor de 0.78. Otro aspecto ambiental destacable es que el terreno necesario para una planta nuclear de 1,000 megawatts (MW) es entre 0.5 y 2.4 kilómetros cuadrados (km²), mientras que una central solar requiere entre 20 y 50 km² y una eólica ocupa entre 40 y 150 km² (IAEA, 2016b; Fernández de la Garza *et al.*, 2009).

X. CONCLUSIONES

La tecnología nuclear emite aproximadamente un 3% y 1.5% de las emisiones de GEI empleando combustibles fósiles (gas natural y carbón, respectivamente); además, es una tecnología de generación continua de electricidad que no depende de las condiciones climáticas (como la hidroelectricidad y

otras renovables). Estas características permiten que se considere como la tecnología más robusta en un “mix eléctrico” en los países que buscan la mitigación de GEI y eficiencia energética.

En México se requiere un análisis y discusión matizada del futuro energético en materia nuclear que permita generar decisiones informadas que presenten honestamente las ventajas y los riesgos de la tecnología.

La energía nuclear puede ser la fuente más eficiente y limpia de que se disponga, pero presenta un reto en la gestión de sus desechos y residuos nucleares que requieren resolver problemas desafiantes de ingeniería.

Las nuevas tecnologías de reactores pueden disminuir de manera impactante la necesidad de gestión de residuos y el impacto por explotación del mineral, por lo que el enfoque nacional de incorporación de centrales nucleares debe analizarse tomando en cuenta las nuevas tecnologías.

El gas natural está reemplazando cada vez más al petróleo en la generación de energía eléctrica. Sin embargo, nos preocupa que México es un importador neto de gas natural que hoy en día lo surte Estados Unidos, país con cuyas negociaciones actualmente son complicadas.

Es innegable el potencial energético y sustentable que posee la tecnología nuclear, así como la dependencia de un personal calificado y de un sistema de seguridad que brinde la confianza necesaria a la población para aprovechar esta tecnología. Por lo tanto, se debe trabajar en ambos aspectos para contemplar a futuro el potencial de energía y la escasa a casi nula contribución al cambio climático de la tecnología nuclear. En México no se parte de cero, pues en la actualidad se cuenta con un grado de madurez en materia de nucleoelectricidad para ciertos tipos de reactores.

Una sola tecnología no resuelve todas las necesidades energéticas del país, por lo que los desarrollos e infraestructura con los que ya cuenta México en térmicas convencionales, así como los potenciales recursos energéticos renovables, pueden llevar a un adecuado “mix” energético, aprovechando la estabilidad y eficiencia de la tecnología nucleoelectrónica.

La percepción pública es uno de los puntos principales a resolver para la nucleoelectricidad; esto amerita una evaluación metodológica que vaya construyendo una sociedad informada capaz de incidir en decisiones nacionales con fundamentos basados en información veraz.

XI. BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA (s.a.), “Glosario de términos”, disponible en: <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/agenciadelaenergia/nav/glosarios/listadoGlosario.jsp?id=121>.

- APREA, José Luis (2013), “Una mirada al agua pesada”, *Hojitas de Conocimiento*, Argentina, núm. 13 “Energía”.
- ENERGÍA NUCLEOELÉCTRICA (2017), “Temas nucleares”, disponible en: http://www2.cnea.gov.ar/temas_nucleares/energia_nucleoelectrica.php.
- FERNÁNDEZ DE LA GARZA, Rafael *et al.* (2009), *La nucleoelectricidad, una oportunidad para México. Reporte final*, México, Academia de Ingeniería de México.
- FISIÓN NUCLEAR (2017), disponible en: <https://energia-nuclear.net/que-es-la-energia-nuclear/fision-nuclear>.
- GOBIERNO DE LA REPÚBLICA (2015), “Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030”, México.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC) (2013), *Inventario de gases y compuestos de efecto invernadero*, México, INECC.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) (2007), *Glosario de seguridad tecnológica del OIEA. Terminología empleada en seguridad tecnológica nuclear y protección radiológica*, Viena.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) (2013), “Fast Reactors Provide Sustainable Nuclear Power for «Thousands of Years»”, IAEA, Division of Public Information.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) (2015), *The Fukushima Daiichi Accident. Report by the Director General*, Viena.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) (2016a), *The International Nuclear and Radiological Event Scale*, Nuclear Safety & Security.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) (2016b), *Country Nuclear Power Profiles*, México-Viena.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) (2016c), *Climate Change and Nuclear Power 2016*, Viena.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) (2017a), *Nuclear Power Reactors in the World. 2017 Edition*, Viena.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA) (2017b), *Fukushima Nuclear Accident Update Log*.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) (2016), *Mexico Energy Outlook*, París, World Energy Outlook.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) (2017a), *Key World Energy Statistics*, Francia.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) (2017b), *Electricity Information: Overview*, Reino Unido-Francia.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) (2017c), *CO2 Emissions from Fuel Combustion: Overview*, Francia.

- MARKANDYA, Anil y WILKINSON, Paul (2007), “Electricity Generation and Health”, *Energy and Health* 2, vol. 370.
- NASA (2001), disponible en: https://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2001/comment2_ast15jan_1%20electron%20volr.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (2013), *Informe del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas*, Nueva York, Naciones Unidas.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) (2016), *Radiación: efectos y fuentes*, Viena.
- SECRETARÍA DE ENERGÍA (SENER) (2017), *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2017-2031*, México.
- SOVACOOOL, Benjamin K. *et al.* (2015), “Profiling Technological Failure and Disaster in the Energy Sector: A Comparative Analysis of Historical Energy Accidents”, *Energy*, vol. 90.
- TURAI, István y VERESS, Katalin (2001), “Radiation Accidents: Occurrence, Types, Consequences, Medical Management and Lessons to be Learned”, *CEJDEM*, vol. 7, núm. 1.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA) (2017), *Global Greenhouse Gas Emissions Data*, disponible en: www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data.
- WORLD NUCLEAR ASSOCIATION (WNA) (2013), *Environment and Health in Electricity Generation*, Londres.
- WORLD NUCLEAR ASSOCIATION (WNA) (2017a), *World Nuclear Performance Report 2017*, Inglaterra-Gales.
- WORLD NUCLEAR ASSOCIATION (WNA) (2017b), *Nuclear Power in the World Today*, Londres.
- WORLD NUCLEAR NEWS (WNN) (2017), “Asia Remains Biggest Area for Nuclear Growth, Says Report”, 24 de octubre.

CAPÍTULO V

CAMBIO CLIMÁTICO, GEOINGENIERÍA Y SEGURIDAD INTERNACIONAL

Armando BERRUECOS REYES*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Seguridad internacional, cuestiones ambientales y gobernanza*. III. *Cambio climático y geoingeniería*. IV. *Propuestas y problemática*. V. *Geoingeniería y gobernanza*. VI. *Conclusiones*. VII. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

Las líneas de evidencia estudiadas para medir los graduales procesos geológicos que a lo largo de su dilatada existencia ha experimentado la Tierra dejan clara su naturaleza dinámica, fluctuante, vibrante y compleja (Hazen, 2015: 16); 4,500 millones de años de lento y sostenido cambio le han otorgado una configuración, hasta ahora la única conocida, que le permite albergar la presencia de vida en una gran diversidad de ecosistemas, para lo que sólo requiere un mínimo de agua en estado líquido y una fuente de energía utilizable (Briones, 2010: 31).

Si bien en la historia del planeta los periodos de variabilidad climática siempre han estado presentes, sus efectos en los entornos atmosférico, terrestre y oceánico sólo de manera excepcional han alcanzado el alarmantemente rápido ritmo de cambio actual (Hazen, 2015: 19).

En la actualidad se sabe, más allá de toda duda razonable, que la concentración atmosférica de dióxido de carbono (CO₂) se mantuvo estable en un nivel de 280 partes por millón (ppm) durante los últimos 10,000 años

* Doctorando en el Programa de Seguridad Internacional de la Universidad Anáhuac; maestro en Administración Naval por el Centro de Estudios Superiores Navales; ingeniero en Ciencias Navales por la Heroica Escuela Naval Militar.

(Delgado, 2012: 217); por otra parte, y gracias a una creciente cantidad de datos, información y fundamentos desarrollados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la ciencia demuestra, con una seguridad del 95%, que la actividad humana es la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX (IPCC, 2013: V).

Este conocimiento ha fomentado el discurso internacional sobre la correspondiente implementación de medidas de mitigación y adaptación en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). La complejidad de esta realidad crítica ha estimulado una búsqueda de soluciones a los principales problemas ambientales, cuyo desarrollo y posible implementación claramente requieren un concurso multidisciplinar a escala global.

Con tal contexto, el presente trabajo aborda una posible solución basada en el discurso del desarrollo tecnocientífico, en el que la investigación, el desarrollo y la eficiencia tecnológicas juegan un papel preponderante para estimular el advenimiento de una nueva revolución tecnológica (Delgado, 2012: 219) enfocada a la solución de los principales problemas relacionados con el cambio climático: el despliegue de técnicas de geoingeniería.¹ Esta posibilidad plantea riesgos cuya potencial manifestación podrían resultar inadmisibles, especialmente para los actores del sistema internacional con menor índice de desarrollo.

Como marco referencial se utilizará la perspectiva de la seguridad internacional, una subdisciplina de las relaciones internacionales (RI), que en la mayor parte del siglo XX se dedicó casi exclusivamente al estudio de los problemas de hegemonía, guerra, paz, conflictos y dilemas tanto de defensa como de seguridad-poder en torno a la amorfa figura central del Estado y sus interacciones en un sistema internacional más bien anárquico (Buzan, 1983: 94), y que sólo después del periodo de guerra fría volvió su atención al tema de la seguridad ambiental (Dalby, 2016: 42), asunto que gradualmente ha ido adquiriendo mayor relevancia en el contexto internacional, ante el cúmulo de evidencia sobre los fuertes y críticos impactos que el cambio climático ya ejerce sobre toda la comunidad de Estados, pues queda claro que ningún actor, grande o pequeño, débil o poderoso, estará inmune a las

¹ Este escenario se respalda en principios técnicos y supuestos metodológicos no demasiado complicados y, por lo tanto, teóricamente alcanzables, cuya consideración política claramente se vincula a los actores del sistema internacional que detentan más poder económico y tecnológico y que, de forma adicional, se caracterizan por ser los países más contaminadores del clima a nivel mundial (Fundación Heinrich Böll y Grupo ETC, 2017: 1), situación que trae aparejados algunos problemas, tanto de tipo moral como de tipo ético y jurídico.

alteraciones que tal fenómeno podrá provocar en el medio ambiente, tanto natural como construido,² o en las economías, no sólo en los ámbitos locales, sino también en los nacionales y regionales (Wijkman y Rockström, 2012: 1), lo que, desde luego, y en el menor de los casos, tendrá un fuerte impacto en la calidad de vida de grandes núcleos de población, como ya se ha empezado a documentar.³

II. SEGURIDAD INTERNACIONAL, CUESTIONES AMBIENTALES Y GOBERNANZA

Al término del periodo de guerra fría, la comunidad académica en materia de seguridad internacional retomó, como un asunto prioritario de análisis sobre contaminación, conservación y recursos (Dalby, 2016: 42), las relaciones entre la actividad humana y la biósfera, tanto a nivel local como planetario (Buzan *et al.*, 1998: 76), situación que, aunque ya había sido planteada con anterioridad, no contaba con el interés que siempre debió suscitar.

Una combinación de rápidos cambios en los índices de crecimiento económico, las presiones políticas nacionales sobre el medio ambiente, la contaminación, el aumento de población, las innovaciones científicas fundamentales y el creciente número de organizaciones ambientales internacionales y de protección a la naturaleza estimularon la cooperación internacional en la esfera ambiental.

En la actualidad, el medio ambiente se ha tornado en un componente clave de las RI (Dalby, 2016: 42), dado que el cambio climático global plantea retos críticos que podrían incluir amenazas a la salud pública, a los ecosistemas y a la estabilidad geopolítica, por lo que se ha generado una atención creciente respecto a los peligros sociales y desiguales consecuencias que dicho fenómeno entrañará para los próximos decenios⁴ (Welzer, 2012: 38).

² El medio construido refiere a los grandes espacios urbanos cuya edificación involucró grandes afectaciones al medio ambiente natural; constituye el signo distintivo de todas las agrupaciones humanas que devienen en civilizaciones (Nava, 2013: 149). Este asunto es relevante en la medida en que aproximadamente el 54 % de la población mundial vive en ciudades (Ecosoc ONU, 2014).

³ El cambio climático, sólo a modo de ejemplo y como una de muchas posibles consecuencias, puede exacerbar la degradación ambiental, con la consiguiente potencialidad para generar desastres repentinos y latentes, ocasionando deterioro de medios de sustento y movimientos migratorios (Ibarra, 2016: 68), como disparadores de una cadena de eventos con mayores efectos.

⁴ Si bien las naciones industrializadas del hemisferio boreal, las mayores emisoras de gases de efecto invernadero, van a resultar, en principio, beneficiadas y, posteriormente, po-

El discurso sobre el medio ambiente ha generado una amplia variedad de comunidades epistémicas, organizaciones internacionales, departamentos gubernamentales y movimientos sociales (Buzan *et al.*, 1998: 71), situación que se ha consolidado de manera formal con la creación del IPCC, principal órgano internacional para la evaluación del cambio climático, por parte del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial, lo que fue un avance significativo para ofrecer una visión científica clara del estado actual de los conocimientos sobre el caso y sus posibles repercusiones medioambientales y socioeconómicas, especialmente teniendo en cuenta las fluctuaciones de las percepciones sobre las amenazas ambientales (Buzan *et al.*, 1998: 71), no sólo en la población en general, sino también en los líderes con influencia global.⁵

Por otra parte, el decidido concurso de los actores no estatales proporciona insumos que han enriquecido e impregnado a la idea de gobernanza con una conceptualización más amplia (Ibarra, 2017: 54), aunque es evidente que el camino por recorrer aún es largo y será arduo, pues existen numerosas dificultades no sólo para el ambicioso trabajo de regular, sino también para tratar de abordar los múltiples problemas interconectados del cambio climático.

En el aspecto formal, quizá el legado más importante de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, que se celebró en Estocolmo en 1972, es que las cuestiones ambientales quedaron firmemente colocadas en la agenda internacional, considerando la protección y el mejoramiento del medio humano como una cuestión fundamental que afecta al bienestar de los pueblos y al desarrollo económico del mundo entero (ONU, 1972: 3), sembrando la semilla que después daría lugar al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Posteriormente, los debates sobre el desarrollo sostenible condujeron a la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en Río de Janeiro, creándose la CMNUCC en 1992.

Hasta ahora una de las principales estrategias de negociación en el marco de las Conferencias de las Partes de la CMNUCC se ha centrado en los

drán disponer de cierto tiempo para adaptarse, no ocurre lo mismo con aquellas regiones no favorecidas por la geografía, y que adicionalmente no han alcanzado niveles de desarrollo humano y tecnológico que les permitan implementar de forma adecuada las medidas de adaptación pertinentes en cada caso.

⁵ En este aspecto es claramente ilustrativa la descripción de las distintas opiniones de la gente respecto a su percepción sobre la gravedad del cambio climático: desde escépticos peleoneros cuyas ideas no están basadas en la ciencia hasta realistas extremos que consideran que la adaptación es la única vía a tomar en cuenta (Wijkman y Rockström, 2012: 90 y 91).

mecanismos financieros,⁶ que han sido utilizados como herramientas internacionales en un intento de hacer frente al cambio climático y estimular la reducción de carbono atmosférico; pero los resultados no han sido precisamente alentadores (Ibarra, 2012; Gilbertson y Reyes, 2010).

III. CAMBIO CLIMÁTICO Y GEOINGENIERÍA

En términos generales, el cambio climático reúne todas las características para ser considerado como el problema más difícil que haya enfrentado la humanidad; su complejidad es multifactorial y radica no sólo en la comprensión de sus dimensiones conceptuales, temporales y espaciales, sino también en el análisis de los profundos impactos de seguridad, ambientales, sociales, económicos, políticos, éticos y jurídicos que plantea (Dalby, 2016: 44).

A estos factores se les suma la dificultad práctica para implementar, controlar y evaluar tanto las acciones técnicas de respuesta práctica y viable como las de política y gobernanza concertadas vertical y horizontalmente a través de múltiples niveles de gestión, y sobre diferentes arenas que involucran actores públicos y privados (Sosa-Núñez, 2016: 94), para paliar, mitigar o adaptarse a sus consecuencias. Para abordar la multivariada naturaleza del fenómeno, se hace indispensable la decidida participación del mayor número de profesionales y especialistas de distintas disciplinas científicas en los ámbitos de las ciencias naturales y sociales.

En esa tesitura, hasta el momento los esfuerzos para enfrentar el cambio climático se han centrado casi exclusivamente en aspectos de mitigación o intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2013: 196); sin embargo, la reducción de las emisiones de GEI no sólo no se ha llevado a cabo, sino que además las emisiones han aumentado consistentemente año con año (IPCC, 2013: 12) y las tendencias, en definitiva, están lejos de ser prometedoras. La planificación de medidas de adaptación ha comenzado, pero se considera que éstas tienen aún más limitaciones en términos de alcance e implementación que las medidas de mitigación (Lin, 2013: 115). Éste es el telón de fondo en el que aparece la geoingeniería como posible alternativa que pudiera complementar las acciones de mitigación y adaptación, o ésa podría ser la primera impresión.

⁶ Los mecanismos de aplicación conjunta, los mecanismos de desarrollo limpio y el comercio de emisiones se encuentran fundamentados en los artículos 6o., 12 y 17, respectivamente, del Protocolo de Kioto, aprobado en 1997.

Los componentes etimológicos del término “geoingeniería” implican una definición sencilla. La raíz griega *geo* significa “tierra” y la palabra “ingeniería” se refiere a “la aplicación de la ciencia a la conversión óptima de los recursos de la naturaleza para los usos de la humanidad” (Keith, 2000: 248); pero ése no es precisamente el sentido de este término *ad hoc*, que no existe en los diccionarios de uso general. Desde que hizo su aparición en la corriente principal del debate sobre el cambio climático durante la última década del siglo XX, el término ha sido generalmente aplicado a las propuestas para manipular el entorno, con el objetivo de reducir el cambio climático, no deseado, causado por influencia humana.

La intención y la magnitud de la escala desempeñan un papel central en una primera definición de geoingeniería: la manipulación deliberada y a gran escala del medio ambiente. En este sentido, para que una acción sea considerada bajo el paraguas teórico de la geoingeniería, la intención y el efecto de la manipulación sobre el medio ambiente deben ser a gran escala, por ejemplo, continental o global, y el cambio ambiental debe ser el objetivo principal de tal acción, no un efecto secundario (Keith, 2000: 247).

Una segunda y más actualizada aproximación al concepto es aportada en los documentos del Programa de Geoingeniería que se lleva a cabo en la Oxford Martin School,⁷ en donde se le define como la intervención deliberada a gran escala en los sistemas naturales de la tierra, con la finalidad de combatir los síntomas del cambio climático (Oxford Martin School, 2018).

Por su parte, el IPCC define a la geoingeniería como la intervención deliberada a gran escala en el sistema Tierra, a fin de contrarrestar impactos indeseables del cambio climático sobre el planeta (Stocker y Qin, 2013: 98).

Aterrizando las definiciones citadas a cuestiones prácticas, la Real Sociedad, a través del reporte de su grupo de trabajo sobre el tema, cita que la geoingeniería no implica un conjunto de técnicas científicas conexas, sino que se refiere a un conjunto de tecnologías que involucran diferentes fenómenos científicos y medios de implementación, con el propósito de contrarrestar los elevados niveles de carbono⁸ que causan el cambio climático (The Royal Society, 2009: 1). Así que, finalmente, la geoingeniería queda referida a la implementación de una variedad de arriesgadas propuestas

⁷ Ésta es una comunidad de más de 200 académicos de diferentes disciplinas científicas con base en la Universidad de Oxford, quienes trabajan en equipos colaborativos transversales, que investigan cuestiones complejas de alcance global que no pueden ser abordadas ni abarcadas de manera efectiva por una sola disciplina.

⁸ La reducción del CO₂ atmosférico tiene por objetivo desacelerar e, incluso, revertir los aumentos proyectados de concentraciones futuras, acelerando su remoción natural y aumentando el almacenamiento de carbono en la tierra, los océanos y los reservorios geológicos (IPCC, 2013: 98).

técnicas no convencionales, que serían puestas en práctica a escala planetaria, para contrarrestar las altas concentraciones de CO₂ en la atmósfera y gestionar el almacenamiento de carbono en los océanos.

Habida cuenta de que el gran número y complejidad de las variables involucradas en una escala planetaria redonda en que los modelos climáticos en uso y la potencia de cómputo disponible sean claramente insuficientes, en la actualidad no existen proyectos de geoingeniería que hayan sido implementados ni técnicas listas para llevarse a la práctica (Lin, 2013: 116). Tampoco existen condiciones viables para realizar pruebas de campo, por lo cual los esfuerzos de investigación se han concretado principalmente en el modelado computacional,⁹ lo que, con las limitaciones citadas, complica la obtención de resultados confiables.

La naturaleza de las actividades que se relacionan con el objetivo de la geoingeniería debería tender a favorecer su supervisión internacional coordinada, de manera que se pueda lograr un efecto sinérgico con las actividades nacionales y regionales de mitigación y adaptación, lo que tácitamente implica una coordinación regida mediante mecanismos de gobernanza internacional (Lin, 2013: 116), pues dado que cualquier proyecto de semejante naturaleza sería, por definición, diseñado para afectar el clima mundial, esta situación visiblemente podría tener efectos adversos no intencionales en grandes áreas geográficas.

IV. PROPUESTAS Y PROBLEMÁTICA

Las propuestas de geoingeniería se centran en responder a las consecuencias indirectas de las grandes concentraciones atmosféricas de GEI. Esas propuestas se dividen en dos categorías generales: la remoción de CO₂ y la gestión de radiación solar hacia el espacio (The Royal Society, 2009: 1). Con la disminución de los niveles CO₂ en la atmósfera, se espera que el clima del sistema Tierra sea más manejable, mientras que la gestión de radiación solar¹⁰ intentaría controlar las condiciones climáticas, al reducir la cantidad de radiación

⁹ Un ejemplo sería los experimentos llevados a cabo para investigar si las emergencias climáticas podrían evitarse mediante la gestión de energía solar, a través de la inyección de aerosoles de sulfato en la estratosfera, lo que implicó el modelado de componentes de la atmósfera, los océanos, la superficie terrestre y los movimientos de hielo (McCusker *et al.*, 2011: 3099).

¹⁰ La gestión de la radiación solar tiene por objeto contrarrestar el calentamiento asociado al aumento de concentraciones de GEI, al reducir la cantidad de luz solar absorbida por el sistema climático. Mediante una técnica conexas se pretende disminuir deliberadamente el

absorbida por la Tierra, técnica que implica mayores riesgos e incertidumbres (Lin, 2013: 120).

Respecto a la primera técnica citada, se busca optimizar el ciclo global del carbono. Éste es intercambiado naturalmente entre la atmósfera, los océanos, la tierra y los seres vivos (United States Government Accountability Office, 2011: 3), de manera que las técnicas de remoción buscan mejorar partes de este ciclo para reducir la cantidad de CO₂ en la atmósfera. Algunas técnicas incluyen la fertilización de los océanos, la captura directa de emisiones de CO₂ de la atmósfera y la mejora de los procesos químicos en los que los minerales de los recursos naturales reaccionan con el CO₂ (The Royal Society, 2009: X).

Por lo que toca a la fertilización de los océanos, una propuesta parte de las correlaciones inversas entre el CO₂ atmosférico y la cantidad de hierro en el polvo atmosférico; algunos científicos han postulado al hierro como la limitación micronutriente más importante para potenciar la producción de fitoplancton, así que la adición de un átomo de hierro podría conducir a la incautación de 100,000 átomos de carbono orgánico. Sin embargo, independientemente de que el lecho oceánico ya se encuentra sobrecargado, tal y como lo atestiguan los crecientes niveles de acidificación y consecuente muerte de los bancos de coral, no parece ser en absoluto cierto que la fertilización del océano generará considerables cantidades de fitoplancton muerto para hundirse en la profundidad de los océanos con el carbono incautado. Incluso, si la fertilización del océano fuera eficaz y ampliamente aplicada, podría secuestrar sólo una pequeña fracción de las emisiones de carbono generadas por los seres humanos cada año. Los planes de fertilización del océano, en última instancia, implican una alteración significativa del riesgo en la química de los océanos y de los ecosistemas marinos.

Otra propuesta técnica de remoción es la captura directa de CO₂ del ambiente mediante el uso de procesos químicos; el CO₂ removido sería almacenado utilizando técnicas de captura de carbono. Los procesos químicos serían relativamente sencillos, pero el hecho de que el CO₂ represente solamente el 0.04% de la atmósfera (Pérez, 2017) implica un serio reto técnico. De hecho, la energía necesaria para capturar el CO₂ de la atmósfera puede generar más de una tonelada de carbono por cada tonelada de carbono capturada (Lin, 2013: 119).

Otro conjunto de técnicas de remoción busca acelerar los procesos naturales que remueven el CO₂ de la atmósfera a través de reacciones químicas con aerosoles estratosféricos (The Royal Society, 2009: 29), una de las pro-

efecto invernadero en el sistema climático, a través de la alteración de la nubosidad a gran altura (IPCC, 2013: 98).

puestas discutidas más seriamente debido a su aparente viabilidad técnica y económica.¹¹ El modelado realizado hasta ahora se apoya en supuestos bastante simplificados del sistema climático de la Tierra; la logística necesaria para apoyar ese plan implica el uso de una flota de aviones especializados, que tendrían que hacer miles de vuelos por día para liberar la suficiente cantidad de azufre a la estratósfera, a un ritmo sostenido durante cientos de años (Lin, 2013: 122).

Como potenciales consecuencias adversas, se podrían generar impactos globales sobre el medio ambiente; se producirían importantes perturbaciones en climas regionales, modificando los monzones de verano de Asia y África (Lin, 2013: 122), con graves consecuencias sobre el suministro de alimentos para miles de millones de personas; en muchas regiones, la seguridad humana, especialmente en el caso de las personas más vulnerables, quedaría seriamente comprometida al afectar derechos y oportunidad de desarrollo humano (Neack, 2017: 161 y 162).

Otra propuesta consiste en aplicar técnicas de blanqueamiento de nubes sobre el océano, con la finalidad de incrementar de manera significativa el albedo a la Tierra y reducir así la cantidad de radiación solar que absorbe (McCusker *et al.*, 2011: 3097). Los aerosoles que se utilizarían tienen relativamente breve duración, por lo que tendrían que ser constantemente re-puestos; la ventaja ante cualquier problema es que el experimento podría ser detenido de forma inmediata. Los costos para llevar a cabo tales planes son desconocidos. El blanqueamiento de las nubes marinas a gran escala probablemente tendría efectos regionales en la temperatura, precipitaciones pluviales, corrientes de viento y oceánicas.

Las técnicas de gestión de la radiación solar intentan bloquear una fracción de la radiación solar entrante y parten del principio de que el clima se mantiene relativamente constante debido a una cuestión de balance de la radiación (Delgado, 2012: 223): la Tierra irradia calor hacia el espacio aproximadamente en la misma tasa que absorbe la energía del Sol, y los GEI reducen la cantidad de energía irradiada. En teoría, se pueden implementar en la superficie de la Tierra, en diferentes capas de la atmósfera o en el espacio ultraterrestre. No obstante, son técnicas controversiales,¹² puesto que, si bien podrían implementarse con rapidez, implican riesgos e incertidumbres

¹¹ Así, por ejemplo, la inyección de sulfatos en las nubes es una de las principales propuestas, debido a que su implementación no sería cara, utilizaría la tecnología existente y tendría un rápido efecto sobre las temperaturas superficiales, pudiendo interrumpirse rápidamente (McCusker *et al.*, 2011: 3097).

¹² Ocasionalmente son caracterizadas como potencial respuesta de emergencia a un empeoramiento repentino y catastrófico del clima. La tentación de implementarlas, incluso en ausencia de emergencia climática, ha crecido (Lin, 2013: 121).

aún mayores que los planteados por las técnicas de remoción de CO₂. Un enfoque de este tipo involucra el despliegue de reflectores en el espacio ultraterrestre; un escudo compuesto de partículas de polvo, láminas de aluminio o grandes espejos sería colocado en órbitas entre la Tierra y el Sol. Su despliegue podría tener distintos efectos en climas regionales, generaría desechos que podrían interferir con la órbita de satélites, sería extremadamente caro y podría tomar décadas (Lin, 2013: 123).

Una deficiencia importante en el esquema teórico que soporta la proposición de las técnicas de gestión de radiación solar es que no toman en consideración su nulo efecto sobre el problema real: las elevadas concentraciones atmosféricas de GEI, lo que las convierte en un oneroso paliativo que, a fin de cuentas, sólo podría servir como medida provisional para disponer de tiempo adicional para reducir emisiones o encontrar otros medios de lucha contra el cambio climático, constituyendo, en tal sentido, un esquema profundamente irreal e injusto para las generaciones venideras. Otro serio problema es que, una vez implementadas, posiblemente habría que continuar con su operación por varios cientos de años; su repentino cese conllevaría un rápido cambio, ante el cual los ecosistemas tendrían poco margen de tiempo para adaptarse.

En el plano ético, el complejo conjunto de políticas que requiere la geoingeniería plantea serias preocupaciones, como la posibilidad de que estas técnicas sean fácilmente malinterpretadas como una rápida y sencilla solución al complicado problema del cambio climático.¹³ Esta presunción, mediante la desviación de los urgentes, justos y necesarios recursos, afectaría el financiamiento e investigación de metas ya comprometidas en el plano internacional, con el consecuente debilitamiento de las políticas económicas, sociales y de apoyo a las principales líneas de acción de mitigación y adaptación.

Si bien cada propuesta tiene sus riesgos inherentes, todas tienen impactos potencialmente graves para el medio ambiente; todas comparten riesgos clave. En efecto, empezar un despliegue necesariamente masivo, por definición, genera consecuencias imprevistas, no intencionales y, además, masivas. A la fecha no existen métodos ni capacidad de cómputo para generar modelos fiables acerca de la intensiva intervención en dinámicos y complejos sistemas de los que aún se entiende poco, como el clima y la ecología de los océanos, lo que, aunado a la manifestación impredecible de fenómenos

¹³ Así, resulta lógico que negadores del cambio climático y los gobiernos de algunas naciones desarrolladas prefieran la geoingeniería como respuesta para relajar las restricciones sobre las industrias altamente contaminantes, así como evitar los costos políticos inherentes a los programas de reducción de carbono, con la correspondiente exclusión y marginación de los intereses de los actores vulnerables (Fundación Heinrich Böll y Grupo ETC, 2017: 2 y 3).

naturales catastróficos o, incluso, de impactos transfronterizos sociales, hace que los riesgos se tornen inaceptables. Este tipo de conocimiento especializado deja abierta la posibilidad de generar una especie de monopolio privado, a través del uso de patentes, sobre “derechos” de modificación del clima, con la consecuente comercialización y especulación; además, la masividad de la intervención ocasionaría un fenómeno de irreversibilidad en muchos puntos de inflexión del sistema climático global: los daños ecológicos o sociales no podrían revertirse.¹⁴

Finalmente, no es conveniente olvidar que el concepto de control del clima y la temperatura proviene de las estrategias militares; es posible que exista mucha información no disponible sobre el desarrollo de sistemas bélicos enfocados a este objetivo, pues, a pesar de la existencia de tratados y convenciones,¹⁵ es difícil suponer que algunos Estados dejarán de mantener todas sus opciones abiertas para determinar las realidades climáticas regionales o globales, cuando se trate de velar por sus intereses geopolíticos (Fundación Heinrich Böll y Grupo ETC, 2017: 3 y 4).

En este sentido, y a pesar del estado relativamente subdesarrollado de tales tecnologías, algunos gobiernos nacionales, organizaciones internacionales y tanto la comunidad científica como la académica están comenzando a reconocer la necesidad de generar una gobernanza *ad hoc* (Oxford Martin School, 2018), teniendo muy en cuenta la experiencia que supuso la imposibilidad de las partes, para colaborar de manera democrática en la elaboración de un tratado internacional legalmente vinculante sobre cambio climático.

V. GEOINGENIERÍA Y GOBERNANZA

1. *La necesidad para generar una gobernanza*

En la mayoría de los casos, poco o nada se ha investigado en campo, las propuestas de geoingeniería son teóricas en gran parte y su despliegue, si alguna vez ocurre, puede sobrevenir en décadas (Lin, 2013: 124). Existen, sin embar-

¹⁴ Si, por ejemplo, se inicia un proceso de enfriamiento artificial del planeta y continúa el ritmo de emisiones de combustibles fósiles, será imposible detenerse a medio camino (Fundación Heinrich Böll y Grupo ETC, 2017: 2).

¹⁵ Al efecto, la Asamblea General de la ONU elaboró la Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles (ENMOD). En su artículo primero, cada Estado parte se compromete a no utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles que tengan efectos vastos, duraderos o graves, como medios para producir destrucción, daños o perjuicios a otro Estado parte (Asamblea General de la ONU y Comité Internacional de la Cruz Roja, 1976).

go, varias razones convincentes para iniciar esfuerzos de creación de gobernanza inmediatamente.

En primer lugar, los esfuerzos de gobernanza suelen ser más eficaces si se aplican en las primeras fases de desarrollo tecnológico, ya que el impulso que se acumula detrás de tecnologías no reguladas puede sobrepasar los esfuerzos posteriores para incorporar aportaciones académicas, gubernamentales o públicas encaminadas a regular o imponer una supervisión significativa sobre las entidades interesadas, cuyo propósito final no necesariamente puede tener en cuenta los legítimos intereses y las posibles afectaciones a las partes más vulnerables.¹⁶

Por ejemplo, la gobernanza para la investigación puede determinar el tipo de prioridades, la dirección de permisibilidad de ensayos de campo, la identificación de riesgos y el establecimiento de las directrices para los esfuerzos de investigación, de manera que los ensayos de campo a gran escala, que necesariamente se relacionan con cualquier técnica de geoingeniería, así como cualquier prueba con potencial para provocar efectos adversos en áreas geográficas significativas, deberían estar sujetos a una clara supervisión por parte de terceras partes confiables, imparciales y dotadas con los instrumentos de gobernanza adecuados, a fin de mantener tales actividades dentro de los cauces originalmente previstos.¹⁷

El hecho de que, en teoría, los principios científicos para desplegar técnicas de geoingeniería no sean extraordinariamente complejos deja abierta la posibilidad de que una nación con el suficiente desarrollo tecnológico y económico pueda iniciar esfuerzos de implementación (Lin, 2013: 126). A la fecha, una pequeña serie de países industrializados cuenta ya con los recursos económicos y la capacidad tecnológica para realizar de forma independiente la fertilización del océano, la liberación de aerosoles estratosféricos u otros proyectos de geoingeniería, lo que proporciona una mayor razón para establecer a la brevedad un instrumento de gobernanza que permita y facilite la supervisión internacional, pues los peligros, riesgos e impactos potenciales no se han entendido a plenitud.¹⁸

¹⁶ Una gobernanza proactiva puede ser un medio para identificar y analizar asuntos éticos; fomentar debates políticos mundiales, regionales, nacionales y locales; formular condiciones que deba cumplir cualquier país para justificar tanto investigación como despliegue, y, finalmente, proteger a la comunidad internacional contra un potencial despliegue hostil o unilateral (Lin, 2013: 125).

¹⁷ Y es que, a guisa de pequeño ejemplo, a pesar de décadas de experiencia con la siembra de nubes, los científicos aún no pueden determinar si esta modesta modificación del clima realmente funciona, incluso a escala local (Lin, 2013: 126).

¹⁸ Por esta razón, es necesario mantener y estimular una creciente investigación sobre el desarrollo de tecnologías específicas (Bipartisan Policy Center, 2010: 3), lo que adicionalmente

Una tercera razón es proporcionada por el potencial riesgo moral que presenta, ya que su implantación podría dar lugar a la falsa percepción de que las reducciones de las emisiones de GEI y las medidas de adaptación son innecesarias.

Como se ha planteado, los diversos problemas éticos, jurídicos, políticos y técnicos que implica la geoingeniería argumentan a favor de la generación de principios de gobernanza. La planificación y ejecución de cualquier plan en una escala planetaria para contrarrestar el calentamiento global será logísticamente compleja, por lo que asegurar su funcionamiento confiable durante décadas o siglos presenta enormes desafíos de gobernanza institucional, basada tanto en debates internacionales como en aportaciones de actores no estatales.

Por fortuna, existen varias opciones para generarla, que van desde la promulgación de leyes nacionales hasta el desarrollo de tratados de derecho internacional. Aunque los programas y políticas nacionales podrían ser establecidos de una manera más fácil, necesariamente tenderían a ocupar una posición subordinada frente a las políticas internacionales en razón de las dimensiones mundiales de inevitable aplicación. Alternativamente, la gobernanza puede ser expresada a través de la investigación de directrices o normas informales desarrolladas tanto por la comunidad científica como por un conjunto más amplio de partes interesadas (Lin, 2013: 143). Dadas las limitaciones de cada enfoque, es probable que sea conveniente utilizar ambos de manera complementaria.

2. *Gobernanza formal*

En la actualidad, no hay ningún tratado internacional que aborde directamente acuerdos relacionados con la geoingeniería o la supervisión de sus actividades de investigación científica; no obstante, es probable indirectamente encontrar una vinculación entre varios tratados mediante la adecuada interpretación. Un ejemplo destacado es la CMNUCC: los compromisos asumidos en la Convención son generales, se centran principalmente en el fomento de acciones de mitigación y no crean ninguna obligación clara respecto a la geoingeniería; sin embargo, considera la formación de protocolos para posteriores acuerdos sobre materias específicas, al desarrollarse más información y construirse mayor apoyo internacional (ONU, 1992: 2).

daría una idea de los costos asociados y ampliaría la visión de los detalles técnicos de aplicación efectiva que, naturalmente, aún no se han resuelto.

La Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) es otro instrumento que podría aplicarse. Aunque no tiene una liga directa con la geoingeniería o el cambio climático, el despliegue de tales técnicas impactaría directamente a la biodiversidad (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1992: 3) en diferentes ecosistemas, lo que daría pauta para invocar la citada Convención.

El Convenio de Londres y el Protocolo de Londres —un régimen que regula el vertido de residuos en el mar (OMI, 1972: 3)— también han considerado la permisibilidad de los experimentos de fertilización del océano. En 2007, las partes acordaron que la fertilización cae dentro de su jurisdicción y que, dado el estado actual de los conocimientos sobre el caso, las operaciones de fertilización a gran escala no se justifican y, por lo tanto, no serán permitidas (OMI, 2008: 2).

Los regímenes convencionales existentes en la actualidad son probablemente más apropiados para abordar la fertilización oceánica que otras técnicas de geoingeniería, como la liberación de los aerosoles estratosféricos, pues mientras que los océanos están sujetos a los regímenes de la Convención y del Protocolo de Londres, así como a la Convención sobre el Derecho del Mar, no hay un instrumento diseñado para la protección integral de la atmósfera del planeta. Aun en este caso, si se consideran seriamente los experimentos con aerosol estratosférico, un régimen internacional que podría entrar en juego es el Protocolo de Montreal,¹⁹ ya que los aerosoles de azufre intensifican el efecto de sustancias que agotan la capa de ozono, presentes en la estratósfera (Lin, 2013: 132).

Finalmente, la Convención sobre Contaminación Transfronteriza de Aire de Largo Alcance es un acuerdo marco regional que básicamente agrupa a la mayor parte de los países industrializados que se localizan en el hemisferio norte. Esta Convención proporciona soporte para protocolos contra clases específicas de contaminantes, y podría servir como un foro para considerar la gestión de liberación de aerosoles estratosféricos (Unión Europea, 1979: 3).

3. *Diseño de gobernanza*

El hecho de que existan países con la capacidad de poner en práctica métodos particulares de geoingeniería que la sociedad podría encontrar objetables, que incrementen las tensiones internacionales o que precipiten

¹⁹ El Protocolo de Montreal restringe el consumo y producción de sustancias que agotan la capa de ozono, de manera que podría ser modificado para incluir los aerosoles de azufre como sustancia regulada.

desastres ecológicos y climáticos, aumenta la necesidad de empezar a delinear sólidos mecanismos de gobernanza para garantizar que las actividades llevadas a cabo en este campo se realicen de forma responsable y bajo supervisión internacional.

Los actuales mecanismos que pudieran servir como base para el desarrollo de una gobernanza aplicada a la geoingeniería son claramente insuficientes, pues los tratados existentes no fueron diseñados para abordar tal temática. Así, sería particularmente necesario formular un acuerdo internacional sobre el propuesto uso de los aerosoles estratosféricos, debido a las probables y graves consecuencias adversas que pudiera ocasionar su uso sobre grandes extensiones geográficas.

Incluso, la supervisión especial para los métodos de geoingeniería sujetos a distintos tratados, como la fertilización oceánica, puede ser problemática, lo que requiere continua atención al desarrollo de dichas tecnologías, pues, en general, la aplicación fragmentaria de los regímenes convencionales existentes podría resultar en políticas incoherentes y en una falta de coordinación con otro tipo de medidas.

Aun sin existir obligaciones vinculantes, las partes vulnerables oponentes a la implementación de técnicas de geoingeniería pueden invocar normas ambientales internacionales, como el principio de precaución²⁰ o la obligación de evitar contaminantes transfronterizos, para detener el despliegue o la experimentación a gran escala. La aplicación de estas normas, sin embargo, estará abierta a debate.

A pesar de sus limitaciones, el derecho internacional existente puede proporcionar un punto de partida para el desarrollo y gestión futura de gobernanza. Concretamente, la geoingeniería debería abordarse dentro de la estructura de la CMNUCC, aprovechando su principio fundamental de que “las partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras de la humanidad” (ONU, 1992: 4).

4. Desarrollo de gobernanza ascendente y descendente

El proceso legislativo formal, particularmente en el plano internacional, puede ser lento, difícil y potencialmente ineficaz (Lin, 2013: 137), como bien se ha demostrado con los índices de cumplimiento a las disposiciones

²⁰ El principio de precaución básicamente involucra la existencia de una incertidumbre científica. Ésta no permite una evaluación completa del riesgo que pueda amenazar al medio ambiente o a la salud humana, animal o vegetal, con el correspondiente nivel de protección o medidas apropiadas que se deban tomar para prevenir el daño (Cozar, 2005: 139).

del Protocolo de Kioto. Podría ser más fácil llegar a un consenso profesional sobre cumplimiento de normas, porque se obviaría el cumplimiento de compromisos que atan la flexibilidad de los Estados. En principio, ambos enfoques (descendente y ascendente) son necesarios para la generación de gobernanza sobre la geoingeniería.

Este tipo de negociaciones se podrían celebrar a la sombra de los debates más amplios sobre el cambio climático. Al menos, se podría comenzar a trabajar en un acuerdo internacional para establecer reglas básicas para la investigación, y proporcionar un foro de resolución de conflictos sobre normas y mecanismos de supervisión informal, mediante la cooperación y el diálogo entre los científicos que trabajen en esta temática (Lin, 2013: 138).²¹

Un punto importante es que la gobernanza de la geoingeniería no funciona bajo una perspectiva general y única; la implantación de diferentes metodologías y categorías de investigación más bien deben ser adaptadas de acuerdo con el ámbito nacional o internacional en que se quieran desarrollar técnicas específicas, y a los distintos riesgos e incertidumbres que generen, tanto su posible efectividad como los potenciales riesgos (Bipartisan Policy Center, 2010: 14).

5. *Las cuestiones de responsabilidad*

Sería importante incluir disposiciones sobre responsabilidad por los daños ocasionados por su implementación, en cualquier régimen de gobernanza que la regule, por lo que serán necesarias tanto una significativa participación de la sociedad en general como alguna forma de consentimiento para legitimar la investigación o aplicación de las técnicas de geoingeniería; ambos puntos son extremadamente difíciles de llevar a la práctica, en especial sobre una base global.

Un control verdaderamente democrático puede ser imposible, pues no hay público global que comparta una identidad colectiva ni existen estructuras políticas plausibles para controlar de manera democrática las instituciones internacionales (Lin, 2013: 141). Sin embargo, la opción de abandonar la política de geoingeniería a naciones individuales o, incluso, a la comunidad

²¹ En 2009 se dio un primer paso en esta dirección con la redacción de los Principios de Oxford, presentados como propuesta al parlamento británico. Tal documento propone una geoingeniería reglamentada como bien público, la participación pública en la toma de decisiones, la divulgación de la investigación y resultados, la evaluación independiente de los efectos de la investigación y el establecimiento de estructuras de gobernanza antes de la implementación (Oxford Martin School, 2018).

científica es inaceptable, debido a la exposición a la influencia de agentes que tendrían fuertes incentivos para convencer al público de que las técnicas de geoingeniería ofrecen una relativamente indolora alternativa a la mitigación, estimulando los sesgos psicológicos que podrían conducir a sobrevalorar la magnitud de un posible buen resultado e infravalorar la probabilidad estadística asociada con ese resultado.

VI. CONCLUSIONES

El actual estado de conocimiento sobre los efectos involuntarios que pudiera acarrear el despliegue de las técnicas de geoingeniería no permite considerar a corto ni mediano plazo su implementación, en términos necesariamente masivos, para contener los efectos del cambio climático a escala global.

Sin embargo, esta situación no debe ser obstáculo para profundizar en la investigación de sus componentes tecnológicos y en el continuo perfeccionamiento del modelado de sus variables, con la finalidad de disponer de elementos de juicio con la menor carga de incertidumbre posible, que permitan retroalimentar los procesos de supervisión, regulación, control o prohibición.

El debate que vincula la seguridad al medio ambiente sugiere que el cambio ambiental proporciona con frecuencia oportunidades para la cooperación en lugar de conflicto (Dalby, 2016: 49), situación que bien merece ser cultivada en aras de obtener un resultado más consensuado en la permanente construcción del marco general de gobernanza que requiere la multifactorial naturaleza del cambio climático. En este aspecto es necesaria una respuesta global para hacer frente a este desafío; la acción colectiva debe realizarse verticalmente a través de múltiples organismos internacionales y niveles de gobierno, así como horizontal y transversalmente a través de múltiples ámbitos, involucrando a los actores públicos y privados, esto es, incluyendo modos tradicionales de gobierno y modos de orientación no jerárquicos.

Este proceso no necesita y no debe esperar los resultados de la investigación de geoingeniería. La cuestión es, como cita el profesor Albert Lin en su libro *Prometheus Reimagined* (2013: 141), fomentar las tres características esenciales de la gobernanza global: 1) apertura, a fin de que los procesos de toma de decisiones sean justos y transparentes; 2) capacidad de respuesta, de modo que las decisiones reflejen los valores y actitudes públicos, y 3) responsabilidad, para que la gobernanza genere efectos sobre comunidades y generaciones presentes y futuras.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AMADOR, Carlos (2014), *Mundo finito*, México, Fondo de Cultura Económica.
- ASAMBLEA GENERAL DE LA ONU Y COMITÉ INTERNACIONAL DE LA CRUZ ROJA (1976), Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles (ENMOD), 10 de diciembre, disponible en: <https://www.icrc.org/spa/resources/documents/misc/treaty-1976-enmod-convention-5tdm2l.htm> (fecha de consulta: 21 de febrero de 2018).
- BIPARTISAN POLICY CENTER (2010), *Task Force on Climate Remediation Research. Geoengineering: A National Strategic Plan for Research on the Potential Effectiveness, Feasibility, and Consequences of Climate Remediation Technologies*, Washington, Bipartisan Policy Center.
- BRIONES, Carlos (2010), “Planeta vivo: el origen y la evolución temprana de la Tierra”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 18, núm. 1.
- BUZAN, Barry (1983), *People, States and Fear: The National Security Problems in International Relations*, Brighton, Wheatsheaf Books Ltd.
- BUZAN, Barry et al. (1998), *Security. A New Framework for Analysis*, Boulder, Lynne Rienner Publishers Inc.
- COZAR ESCALANTE, José Manuel de (2005), “Principio de precaución y medio ambiente”, *Revista Española de Salud Pública*, vol. 79, núm. 2, marzo-abril.
- DALBY, Simon (2016), “Environment and International Politics: Linking Humanity and Nature”, en SOSA-NÚÑEZ, Gustavo y ATKINS, Ed (coords.), *Environment, Climate Change and International Relations*, Bristol, E-International Relations.
- DELGADO, Gian Carlo (2012), “Geoingeniería, apuesta incierta frente al cambio climático”, *Estudios Sociales*, vol. XX, núm. 40.
- ECOSOC ONU (2014), “Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo”, Nueva York, 10 de julio.
- FUNDACIÓN HEINRICH BÖLL Y GRUPO ETC (2017), *Geoingeniería: resumen desde la sociedad civil. Cambio climático y espejismos*, Berlín.
- GILBERTSON, Tamra y REYES, Oscar (2010), *El mercado de emisiones. Cómo funciona y por qué fracasa*, Carbon Trade Watch.
- HAZEN, Robert M. (2015), *La historia de la Tierra*, México, Océano.
- IBARRA, Rosalía (2012), *El mecanismo de desarrollo limpio. Estudio crítico de su régimen jurídico a la luz del imperativo de sostenibilidad*, Pamplona, Aranzadi.
- IBARRA, Rosalía (2016), “Cambio climático y conflictos socioambientales: migraciones forzadas”, en CARMONA, María del Carmen y ACUÑA, Ana Lau-

ra (coords.), *La Constitución y los derechos ambientales*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.

IBARRA, Rosalía (2017), “Derecho del cambio climático y gobernanza”, *Defensor. Revista de Derechos Humanos*, núm. 5, mayo.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2013), “Resumen para responsables de políticas”, en STOCKER, Thomas *et al.*, *Cambio climático 2013: bases físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Cambridge (Reino Unido)-Nueva York (Estados Unidos de América).

IRWIN, Ruth (2011), “Bienvenidos al antropoceno”, *El Correo de la UNESCO*, octubre-diciembre.

KEITH, David (2000), “Geoengineering the Climate: History and Prospect”, *Annual Reviews Energy Environment*.

LIN, Albert (2013), “Geoengineering a Technological Solution to Climate Change?”, en LIN, Albert, *Prometheus Reimagined*, Michigan, University of Michigan Press.

MCCUSKER, Kelly *et al.* (2011), “The Climate Response to Stratospheric Sulfate Injections and Implications for Addressing Climate Emergencies”, *Journal of Climate*, vol. 25, octubre.

MC GEE, Mike (2015), *CO2.Earth*, 13 de noviembre, disponible en: <https://www.co2.earth/> (fecha de consulta: 6 de febrero de 2018).

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA) (2018), *ESRL Global Monitoring Division – Mauna Loa Observatory*, disponible en: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/obop/mlo/aboutus/aboutus.html> (fecha de consulta: 6 de febrero de 2018).

NAVA, César (2011), “El principio de precaución en el derecho internacional ambiental”, en NAVA, César, *Estudios ambientales*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.

NAVA, César (2013), *Ciencia, ambiente y derecho*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.

NEACK, Laura (2017), *National, International, and Human Security*, Maryland, Rowman & Littlefield.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1972), *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*, Estocolmo, ONU.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1992), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), disponible en: https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf (fecha de consulta: 10 de febrero de 2018).

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1998), Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> (fecha de consulta: 10 de febrero de 2018).
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (OMI) (1972), Convenio y Protocolo de Londres, disponible en: <http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/LCLP/Paginas/Default.aspx> (fecha de consulta: 31 de octubre de 2017).
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (OMI) (2008), “Geoingeniería marina”, 31 de octubre, disponible en: <http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/LCLP/EmergingIssues/geoengineering/Paginas/default.aspx> (fecha de consulta: 7 de febrero de 2018).
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (2017), “Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2016”, *Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero*, núm. 13, 30 de octubre.
- OXFORD MARTIN SCHOOL (2018), *Oxford Geoengineering Programme*, disponible en: <http://www.geoengineering.ox.ac.uk/> (fecha de consulta: 7 de febrero de 2018).
- PÉREZ, Guillermo (2017), *Ciclo del carbono.org*, disponible en: https://www.cidodelcarbono.com/carbono_en_la_atmosfera (fecha de consulta: 31 de octubre de 2017).
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (1992), Convention on Biological Diversity, 22 de mayo, disponible en: <https://www.cbd.int/convention/> (fecha de consulta: 31 de octubre de 2017).
- SCHIPPER, Lisa (2007), “Climate Change Adaptation and Development: Exploring the Linkages”, *Tyndall Centre Working Paper*, núm. 107.
- SOSA-NÚÑEZ, Gustavo (2016), “Transversal Environmental Policies”, en SOSA-NÚÑEZ, Gustavo y ATKINS, Ed (coords.), *Environment, Climate Change and International Relations*, Bristol, E-International Relations.
- STOCKER, Thomas y QIN, Dahe (2013), *Cambio climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas*, Nueva York, IPCC.
- THE ROYAL SOCIETY (2009), *Geoengineering the Climate*, Londres, Science Policy Centre.
- UNIÓN EUROPEA (1979), Convenio de Ginebra sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, 13 de noviembre, disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l28162&from=ES> (fecha de consulta: 7 de febrero de 2018).

- UNITED STATES GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE (2011), *Climate Engineering: Technical Status, Future Directions and Potential Responses*, Washington, GAO.
- VILCHES, Amparo y GIL, Daniel (2011), “El antropoceno como nuevo periodo geológico y oportunidad de construir un futuro sostenible”, *Boletín Biológica*, núm. 22, octubre-diciembre.
- WELZER, Harald (2012), *Climate Wars*, Cambridge, Polity Press.
- WIJKMAN, Anders y ROCKSTRÖM, Johan (2012), *Bankrupting Nature*, Nueva York, Routledge.

TERCERA PARTE
ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

CAPÍTULO VI

REVISIÓN TEÓRICA DEL CONCEPTO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Alejandra PEÑA GARCÍA*
Edgar GARCÍA MALDONADO**

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Adaptación, vulnerabilidad e ideología*.
III. *Ajuste, reformas o transformación*. IV. *Conclusiones*. V. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo analiza el concepto de adaptación contenido en la política de cambio climático del Estado mexicano y, particularmente, en la Ley General de Cambio Climático (LGCC), el cual fue retomado casi literalmente de la definición que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha plasmado en sus informes de evaluación. El análisis se realiza a través de un esquema de tres procesos adaptativos (ajuste, reformas y transformación) propuesto por Bassett y Fogelman (2013), en el que se valora el sentido del concepto, su intencionalidad y su alcance. Se concluye que la adaptación a la que hace referencia la LGCC es de corte conservador, cuyo propósito consiste en preservar el orden social al no cuestionar de fondo la estructura y los procesos que generan la vulnerabilidad de quienes deben adaptarse a los impactos del cambio climático.

Durante la década de los noventa, pero principalmente ya entrado este siglo, la así llamada “adaptación” se ha convertido en uno de los dos pilares de la respuesta internacional, nacional y local frente al calentamiento del

* Doctora, maestra y licenciada en Geografía por la UNAM; investigadora en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; profesora de asignatura en la Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

** Maestro y licenciado en Geografía por la UNAM; profesor de asignatura en la Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

planeta (Pielke *et al.*, 2007: 597). En estos términos se pronuncia el numeral 2 del artículo 7o. del Acuerdo de París:

Las Partes reconocen que la adaptación es un desafío mundial que incumbe a todos, con dimensiones locales, subnacionales, nacionales, regionales e internacionales, y que es un componente fundamental de la respuesta mundial a largo plazo frente al cambio climático y contribuye a esa respuesta, cuyo fin es proteger a las personas, los medios de vida y los ecosistemas, teniendo en cuenta las necesidades urgentes e inmediatas de las Partes que son países en desarrollo particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático.

No ha sido un camino sencillo: tuvieron que transcurrir varios años tras la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en 1992, para que la adaptación irrumpiera con fuerza en la escena mundial. Entre las causas que allanaron su camino, podríamos mencionar, en primer lugar, que se llegó a la conclusión de que, debido a la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) que las naciones industrializadas han arrojado a la atmósfera y a la inercia del sistema climático, el planeta experimentará cambios meteorológicos profundos, aun cuando la humanidad consiga reducir sus emisiones de GEI en una proporción considerable (Parry *et al.*, 1998: 741), y, en segundo lugar, que la alteración de los patrones climáticos no es sólo un pronóstico de largo plazo, sino que también la ciencia ha ido descubriendo que es un conjunto de procesos en curso, lo que sugiere que las acciones de mitigación —el otro bastión de la política climática, el cual había eclipsado a la adaptación— no serán suficientes por sí mismas para evitar, o al menos moderar sensiblemente, los efectos adversos del cambio climático. En consecuencia, la adaptación devino en un imperativo ante un clima en transformación (Schipper, 2006: 83 y 91; Orlove, 2009: 133-135).

De entonces a la fecha, tanto en la academia como en las esferas de los gobiernos, las instancias internacionales y los organismos multilaterales de crédito se han publicado cientos, y probablemente miles, de investigaciones y documentos que se ocupan, desde una infinidad de ángulos, de la adaptación al cambio climático y, como podría preverse, las acepciones de este concepto han ido modificándose constantemente. Por ejemplo, al analizar la trayectoria de las negociaciones en el seno de la CMNUCC, Schipper refiere cómo la adaptación dejó de ser “entendida como un ajuste espontáneo que determinaría los límites sobre cuánto cambio climático podría ser tolerado y, por lo tanto, cuánta mitigación es necesaria, a ser vista como una estrategia política fundamental para promover la consecución del desarrollo” (2006: 91).

Sin embargo, en medio de esta heterogeneidad de aproximaciones a la adaptación, dentro del Tercer Informe de Evaluación (TAR, por sus siglas en inglés) del IPCC le fue conferida al concepto su “definición oficial” (Orlove, 2009: 135), que establece que la adaptación es un “ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos previstos o a sus efectos, que mitiga los daños o explota oportunidades beneficiosas. Pueden distinguirse diversos tipos de adaptación: anticipadora y reactiva, privada y pública, autónoma y planificada...” (IPCC, 2001: 77).

Se trata de una noción de adaptación que el Estado mexicano acogió en la LGCC, prácticamente, a la letra: “Artículo 3o. Para efectos de esta Ley se entenderá por: I. Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos”.¹

En este trabajo, partimos de la premisa de que esta idea de la adaptación, aunque dominante, es sólo una de las formas posibles de comprender el concepto “adaptación” (valga la redundancia). Esto es, en un primer momento, afirmamos que la necesidad de adaptarse al calentamiento del planeta es una consecuencia de una condición de vulnerabilidad social, cuyo origen podemos identificar en los eventos climáticos o en la propia sociedad, en lo que catalogamos como una elección ideológica. Posteriormente, examinamos la categoría “adaptación” que han adoptado tanto el IPCC como el Estado mexicano, destacando que nos encontramos ante un concepto que se apoya —con conciencia de ello o no— en el determinismo geográfico. Por último, exponemos —y nos ceñimos— el trabajo desarrollado por Bassett y Fogelman (2013) y, en menor medida, el de Pelling (2011), quienes aseveran que existen tres tipos de procesos adaptativos, cuyos objetivos y consecuencias políticas son muy distintos los unos de los otros. A partir del esquema planteado en ambas obras, identificamos cuál es el principio de adaptación que el Estado mexicano plasmó en la LGCC. Nuestra intención consiste en demostrar que la visión a la que se recurrió en México para articular la política pública en la materia es la más conservadora, es decir, la que se decanta por la continuidad del orden social más que por su transformación, al no cuestionar los procesos estructurales donde reside la vulnerabilidad.

¹ Esta definición también podemos encontrarla en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2013: 55).

II. ADAPTACIÓN, VULNERABILIDAD E IDEOLOGÍA

La definición de adaptación que el IPCC —y el gobierno de México en la LGCC— consignó en el TAR también quedó registrada en el Cuarto Informe de Evaluación (IPCC, 2007: 869), mientras que en el Quinto adquiere un matiz, toda vez que señala que es el “proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos” (IPCC, 2014: 5).

En líneas generales, nos encontramos ante la misma idea de adaptación que, al expresarse en un enunciado, responde, como proponen algunos autores que debe construirse la definición de este concepto, a tres preguntas elementales: *a)* ¿quién es el sujeto o cuál es el objeto de la adaptación?, con el propósito de establecer qué actores, lugares o sistemas están involucrados en el proceso adaptativo; *b)* ¿adaptación a qué?, para definir específicamente qué estímulo climático detona la adaptación, y, finalmente, *c)* ¿cómo se realiza la adaptación?, para precisar la vía a través de la cual se ejecuta dicha adaptación (Smit *et al.*, 2000: 229). No obstante, existen dos detalles —de hecho, en nuestra opinión, dos grandes detalles— ausentes en esta definición: por un lado, el principio de causalidad, esto es, ¿por qué debemos adaptarnos al cambio climático?, y, por el otro, el objetivo de la adaptación.

Con respecto al porqué, Jesse Ribot (2011: 1160) asevera que al suprimir, soslayar o ignorar la causalidad se cancela la posibilidad de realizar una valoración sólida de la realidad, de identificar a los responsables y de evitar implementar soluciones superficiales que, en el mejor de los casos, son meros sucedáneos. Sin embargo, continúa este autor, el término “adaptación” propende a excluir la causalidad —esto es, el origen de las condiciones de vulnerabilidad que demandan dicha adaptación— de dos maneras: primero, hace un excesivo hincapié en ¿cómo adaptarse? —la respuesta— y soslaya ¿por qué adaptarse? —el origen del riesgo—, y, segundo, expresiones como “adaptación al cambio climático” o “respuesta al cambio climático” sitúan la raíz del riesgo en la amenaza —el calentamiento global— y no en las causas sociales de la vulnerabilidad, por ejemplo, “la explotación, la exclusión, la marginación [y] las sociedades estratificadas, donde los pobres no tienen acceso a la representación, la educación, la atención médica y la seguridad social básica” (2011: 1160).

Recordemos que, en su Quinto Informe de Evaluación, el IPCC define —lacónicamente— “vulnerabilidad” como la “propensión o predisposición

a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación” (IPCC, 2014: 5). Ahora bien, tanto en el Tercero como en el Cuarto Informe, el organismo había establecido que vulnerabilidad es la

...medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los *efectos negativos del cambio climático*, incluso la *variabilidad climática* y los *episodios extremos*. La vulnerabilidad está en función del *carácter*, la *magnitud* y el *índice de variación climática* a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (IPCC, 2001: 91; IPCC, 2007: 883).²

Por su parte, en el artículo 3o. de la LGCC, el Estado mexicano hace suya, una vez más, letra por letra, esta noción de vulnerabilidad.³

Al desplazar el eje de la vulnerabilidad de la sociedad a la naturaleza —representada, en este caso, por los “estímulos climáticos previstos o a sus efectos”, conforme lo establecen las definiciones de adaptación y vulnerabilidad del IPCC—, ésta deviene en el agente que condiciona, o francamente determina, la relación que los seres humanos establecen con el clima y, sin forzar demasiado los términos, el presente y el futuro de la humanidad en su conjunto. En otras palabras, en lo que Mike Hulme (2011) denomina “reduccionismo climático”, se reanima el determinismo geográfico:

Una clase de razonamiento que sostiene que el carácter y la forma de una sociedad, la cultura o el cuerpo pueden ser explicados por las condiciones físicas dentro de las que se han desarrollado. El determinismo es una forma de explicación que no deja lugar a otros factores, fuerzas externas o características aleatorias. Toda la creatividad y la productividad son atribuibles a causas primarias, en este caso, a las condiciones ambientales. La diversidad social y humana es explicable, argüiría esta doctrina, exclusivamente en términos de los entornos en los que se desarrollan. En este sentido, existe una fuerte aceptación que la NATURALEZA y la CULTURA existen como una dualidad, y que las culturas son modeladas por la NATURALEZA. Aunque se acepta que las culturas interactúan con los ambientes y pueden alterarlos, [el determinismo] argumenta que las condiciones para hacerlo son dictadas por el medio ambiente en su sentido más amplio.

Si adoptamos como premisa un enfoque determinista ambiental y consideramos que los elementos meteorológicos —la naturaleza— son la parte

² Las cursivas son nuestras.

³ Al ser idéntica a la del IPCC, consideramos innecesario transcribirla.

activa en su relación con la sociedad —la parte pasiva—, lógicamente los “estímulos climáticos” se convierten así en la variable independiente de la historia (García, 2017: 38, 39, 57, 58 y 87). “Como si el futuro ya hubiera sido decidido y el reto de los seres humanos consistiera [únicamente] en adaptarse”, explica Karen O’Brien, quien agrega:

Uno se pregunta si las aproximaciones actuales a la adaptación al cambio climático representan una nueva forma de determinismo ambiental, en el sentido de que ahora muchos consideran más fácil aceptar un incremento futuro de la temperatura de 4 °C o más durante este siglo (junto con otros cambios medioambientales y sociales), que buscar estrategias de transformación para evitar dichos cambios (2012: 668).

Ubicar la génesis de la vulnerabilidad, la cual impele a las sociedades a adaptarse —entiéndase el principio de causalidad—, deviene en un punto de partida metodológico elemental, cuyas derivaciones trascienden el ámbito teórico y se afianzan y modifican enérgicamente la realidad. En otras palabras, ¿por qué es necesario que las poblaciones instrumenten acciones de adaptación? Sin duda porque, en mayor o en menor grado, se encuentran en una situación de vulnerabilidad ante la transformación antropogénica del sistema climático mundial. ¿Y por qué esas poblaciones son vulnerables?, ¿por la magnitud de los fenómenos hidrometeorológicos que se pronostican, por ejemplo, el aumento del nivel del mar y la intensidad de los ciclones, o, por el contrario, por los niveles de pobreza y marginación, así como por el desarrollo geográficamente desigual intrínseco a la economía-mundo capitalista? Como es de suponerse, andar en un camino o en otro conduce a resultados diametralmente distintos y, de paso, manifiesta la posición política del investigador. En suma, nos encontramos ante una encrucijada ideológica.

En efecto, partimos del supuesto de que la neutralidad científica es una ilusión. Cualquier reivindicación de imparcialidad ligada a una postura libre de ideologías es, de suyo, una posición ideológica. En este sentido, David Harvey señala:

Los principios del método científico (cualquiera que éste sea) son normativos y no asertos fácticos. Los principios no pueden ser, por eso, justificados y validados apelando a los propios métodos de la ciencia. Deben ser validados apelando a algo externo a ella. Presumiblemente ese “algo” reside en los reinos de la metafísica, la religión, la moral, la ética, la convención o la práctica humana... Cualquiera que sea su origen descansa en territorios que incluso los científicos convienen en que son invadidos libremente por consideraciones

ideológicas. No estoy arguyendo —prosigue D. Harvey— que los hechos y conclusiones alcanzadas por conducto de un método científico particular son falsas, irrelevantes, inmorales, injustificables, puramente subjetivas o no replicables; sino lo que estoy argumentando es que el uso de un método científico en particular está, por necesidad, fundado en la ideología, y que cualquier afirmación que se asuma como ideológicamente libre es, también por necesidad, un aserto ideológico. Los resultados de cualquier investigación basados en una versión particular del método científico no pueden, consecuentemente, pretender ser inmunes a un asalto ideológico, ni pueden ser automáticamente vistos como inherentemente diferentes de, o superiores a, los resultados a lo que se arriba por otros métodos (2001: 39).

Hablando de las ciencias sociales, Adolfo Sánchez Vázquez insiste en que la ideología, de forma ineludible, está involucrada en el ejercicio de la investigación: primero, porque el conocimiento científico se desarrolla siempre en un ámbito ideológico determinado por las relaciones de producción dominantes; segundo, porque las ciencias sociales no pueden escindirse de una alternativa ideológica ligada a la finalidad del investigador, ya sea la de transformar la realidad o la de mantenerla en su condición actual; tercero, la elección de los problemas de investigación, y, cuarto, del método mediante el cual el científico se aproxima a la realidad, también está apuntalada en un marco ideológico (1983: 152 y 153).

La ciencia, pues, no se desarrolla en un territorio vacío, sino en un espacio-tiempo históricamente determinado. Siguiendo al mismo Harvey:

...la investigación “científica” tiene lugar en un escenario social, expresa ideas sociales y transmite significados sociales. Si tenemos el cuidado de sondear más profundamente en estos significados sociales, podríamos observar que tipos particulares del método científico expresan ciertos tipos de posiciones éticas e ideológicas (2001: 40).

De tal manera que si, por analogía, sometemos a examen la definición de adaptación predominante, difundida en todo el orbe en los informes de evaluación del IPCC y estampada en los instrumentos de política de cambio climático del Estado mexicano, podemos inferir también su filiación ideológica.

Ahora bien, si inclinarse por un modelo de adaptación está íntimamente ligado a nuestra idea de vulnerabilidad y ésta, a su vez, es un reflejo de una determinada ideología, con sus intereses económicos y políticos intrínsecos, entonces, ¿cuáles son, específicamente, esos tipos de adaptación y vulnerabilidad a los que nos hemos estado refiriendo?

De acuerdo con Bassett y Fogelman, la discusión relativa a los factores que producen la vulnerabilidad de las sociedades es una reedición de un debate que tuvo lugar hace más de 30 años, en la década de los setenta, cuando se reflexionaba en torno a los desastres incorporando categorías como, precisamente, vulnerabilidad y adaptación (2013: 42).

En ese momento se contraponían dos corrientes: la de la escuela de los peligros naturales y la de la economía política, donde ambas intentaban responder, como punto de arranque, a dos preguntas diametralmente distintas: por un lado, la primera indagaba cómo era que las personas decidían la magnitud del riesgo que estaban dispuestas a enfrentar, al tiempo que seleccionaban los ajustes que debían realizar en una situación límite semejante, y, por otro lado, la segunda analizaba cómo era que los procesos económicos y políticos fraguaban la vulnerabilidad, en tanto que las relaciones sociales de producción, más que impulsar, restringían las opciones adaptativas de la población (Bassett y Fogelman, 2013: 45).

En opinión de los partidarios de la economía política, la escuela de los peligros naturales era notoriamente deficiente porque: *a)* tenía una concepción voluntarista de la sociedad, en donde los procesos sociales eran reducidos a las decisiones de los individuos o, para decirlo distinto, dichos procesos eran concebidos como el resultado de la voluntad individual; *b)* hacía énfasis en las causas inmediatas de los desastres, en lugar de hacerlo en los elementos estructurales de la sociedad que generan los riesgos; *c)* descansaba excesivamente en los factores biofísicos de los desastres en detrimento de las raíces sociales de los mismos, y *d)* tenía implicaciones políticas conservadoras (Bassett y Fogelman, 2013: 45).

Más allá del interés que este debate tiene en sí mismo, rememorararlo tiene sentido porque, como ya anticipamos, hemos atestiguado un renacimiento de la categoría “adaptación” en el ámbito del cambio climático. De manera similar a lo que ocurrió con la escuela de los peligros naturales, 30 años después, tanto el IPCC como el gobierno de México han aceptado una idea de adaptación con un claro acento en los estímulos del clima y, aunque a nivel discursivo considera a las “fuerzas y condiciones no climáticas” que inciden en la vulnerabilidad y el proceso adaptativo, sólo hace referencia a los elementos más superficiales de la sociedad, marginando las causas que hunden sus raíces a mayor profundidad. Asimismo, esta línea de pensamiento parte del supuesto de que las acciones de promoción del desarrollo sustentable, por sí mismas, van a fortalecer la capacidad de adaptación de la sociedad (Bassett y Fogelman, 2013: 49).

Ahora bien, si nos detenemos un momento en la finalidad de la adaptación, algunos autores afirman que, aunque rara vez se manifieste abierta-

mente, toda acción adaptativa tiene una intencionalidad que va más allá del objetivo declarado. Ciertamente, si bien es frecuente pensar que la idea primaria de la adaptación consiste en ajustarse a las nuevas condiciones meteorológicas, únicamente se trata de una alternativa que un grupo social elige en función del modo en que los hombres, “de acuerdo con sus condiciones materiales de vida y su participación en el orden social, conciben tales condiciones y determinan su actuación en dicho orden” (Córdova, 1976: 275), esto es, en relación directa con su ideología. Si una nación, una clase social o una institución, por ejemplo, son favorecidas por el orden social actual, entonces buscarán preservar sus privilegios mediante la adaptación, que, en otras palabras, implicará la preservación del *statu quo*; por el contrario, si el entorno las desfavorece, tratarán de encontrar, también mediante la adaptación, una vía para transformarlo (Adger *et al.*, 2009b: 341). Después de todo, como el propio cambio climático, la adaptación es un proceso social y político (Adger *et al.*, 2009a: 2).

III. AJUSTE, REFORMAS O TRANSFORMACIÓN

La adaptación al cambio climático es entendida con frecuencia como una acción neutral, que está más relacionada con la esfera técnica que con la política; una acción defensiva más que una maniobra asociada con el progreso. La clave, de acuerdo con esta lógica, consiste en definir lo que se va a preservar —y lo que se va a descartar— y cómo se va a preservar, dado que existen infinidad de tipos de adaptación. Desde luego, esta elección no es automática ni mucho menos imparcial (Pelling, 2011: 3), como expusimos en el apartado anterior.

Además, la adaptación acusa otra gran deficiencia: invoca una ética darwinista social que descarga en el individuo la responsabilidad primaria de adaptarse, bajo el riesgo de no mostrarse apto ante un entorno que se transforma y autocondenarse a la aniquilación. Las poblaciones que se encuentran en situación de vulnerabilidad, entonces, se convierten en víctimas dos veces: del orden social que las excluye y del cambio climático, del que, por regla general, no son las causantes principales, pero al que están obligadas a adaptarse, si acaso, con auxilio del resto de la sociedad (Ribot, 2011: 1160).

Es preciso recordar también que uno de los orígenes de la adaptación como concepto reside en la biología (Orlove, 2009: 132), el cual fue introducido en la ciencia y en la política global del clima, toda vez que la adaptación se concibe como un proceso de transformación “natural” común a todas las formas de vida (Taylor, 2015: XI). No obstante, ¿qué opciones existen?

De acuerdo con una investigación realizada por Bassett y Fogelman (2013: 49 y 50), en el que analizan 558 artículos publicados en cuatro revistas científicas de renombre internacional,⁴ consiguen identificar tres tipos de adaptación, los cuales se describen a continuación:⁵

1) Adaptación como ajuste.

- a) El clima es la fuente principal de la vulnerabilidad.
- b) Privilegia las respuestas al cambio climático, al tiempo que margina las causas de la vulnerabilidad.
- c) La sociedad se concibe como la suma de los individuos.
- d) El gobierno es neutral y benevolente.
- e) La sociedad y los sistemas naturales se encuentran en equilibrio.
- f) Es políticamente conservadora: busca la preservación del *statu quo*.
- g) Su objetivo consiste en “ajustarse” a las condiciones que han desestabilizado el clima mediante un esquema de gestión de riesgos y retornar a un estado deseable de equilibrio.

2) Adaptación reformadora.

- a) Se encuentra a la mitad del camino entre la adaptación como ajuste y la adaptación transformadora.
- b) Concede una mayor importancia —que la adaptación como ajuste— a las dimensiones política y social de la vulnerabilidad.
- c) Coloca al riesgo tanto en la sociedad como en los peligros biofísicos.
- d) Trata de reducir la vulnerabilidad ocupándose de incrementar la capacidad de respuesta a través del desarrollo.
- e) Es “reformadora” porque intenta modificar los patrones que producen la vulnerabilidad, pero trabajando con las reglas del orden existente.

3) Adaptación transformadora.

- a) Parte del supuesto de que las causas estructurales de la vulnerabilidad son la base de todo plan de adaptación.

⁴ *Global Environmental Change, Climatic Change, Climate and Development y Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change.*

⁵ De manera independiente, Pelling (2011) establece tres categorías similares, aunque con nombres distintos: resiliencia, transición y transformación.

- b) Se entiende que la sociedad está dividida en clases, género y raza, y es geográficamente diversa.
- c) Unos grupos sociales y lugares son más vulnerables que otros.
- d) La vulnerabilidad es el resultado de procesos que operan a múltiples escalas.
- e) En todas estas escalas deben superarse las barreras que impiden la reducción de la vulnerabilidad.
- f) Es sinónimo de “cambio de régimen político” porque plantea una “transformación” de las relaciones de poder para modificar la inercia de los acontecimientos.

Es claro que las nociones de adaptación y vulnerabilidad tanto del IPCC como de la LGCC quedarían encuadradas en el primer tipo: la adaptación como ajuste. Si las medidas asociadas a este tipo de adaptación se tradujeran en política pública —como, de hecho, se está haciendo—, éstas estarían subordinadas a la ocurrencia e intensidad de los elementos hidrometeorológicos; más que enderezarse a corregir los factores estructurales de la sociedad para moderar la vulnerabilidad, serían de carácter reactivo; recargarían en los individuos, actuando independientemente unos de otros, la responsabilidad final del proceso adaptativo, y, finalmente, las autoridades se desempeñarían con neutralidad. El propósito, sin duda, sería el de preservar el orden social actual, lo cual nos conduce a preguntarnos si es la postura más adecuada ante la envergadura de los efectos que, según se prevé, provocarán la transformación de los patrones climáticos.

Desde nuestro punto de vista, de conformarnos con la simple continuidad de nuestras estructuras económicas y políticas en nuestro país, pero también en el mundo entero, estaríamos cometiendo una grave equivocación. Lo que es más, sería el segundo error de este tipo en un periodo de 20 años. En la década de los ochenta, nos recuerda Pelling (2011: 4), cuando el debate relativo al desarrollo sustentable estaba en ebullición y también se habló de la necesidad de la sociedad de adaptarse, la comunidad internacional fracasó rotundamente al dejar pasar la oportunidad de replantearse, a todas las escalas, el modelo dominante de desarrollo.

Sin embargo, en México, por lo menos, es precisamente lo que estamos haciendo, es decir, ignorando la ocasión que, entre el caudal de eventos funestos aparejados al calentamiento terrestre, nos ofrece la coyuntura actual. Únicamente a título de ejemplo, el artículo 26, fracción XII, de la propia LGCC previene lo siguiente: todas las acciones de adaptación deben ejecutarse sin menoscabo de la “competitividad frente a los mercados internacionales”.

En otras palabras, nuestra legislación advierte que la preservación del modelo económico dominante es una condición incontestable de la adaptación, lo cual, en cierta forma, es un contrasentido, porque ¿con el objetivo de protegernos del cambio climático, vamos a garantizar la permanencia de la estructura económica y política bajo cuyo paraguas la humanidad ha arrojado ingentes cantidades de GEI a la atmósfera?, ¿estamos dispuestos a darle continuidad a un modelo que, además, mantiene a enormes cantidades de población en la pobreza y la marginación —empleando cualquier metodología para medirlas—, lo cual, a su vez, la condena a vivir en situación de vulnerabilidad ante el calentamiento del planeta?, ¿vamos a hacerlo maquinalmente, sin ningún cuestionamiento de por medio?

IV. CONCLUSIONES

Si bien la escalada de la adaptación a los primeros planos de la política internacional contra el cambio climático puede considerarse como un avance, nos parece haber demostrado que también puede ser un retroceso o, cuando menos, favorecer un estancamiento. Después de todo, si el calentamiento global ha abierto una ventana de oportunidad a la modificación de las estructuras que, en un orden social asimétrico, confinan a grandes sectores de la población a una condición de vulnerabilidad ante los efectos del calentamiento terrestre, por qué las instituciones internacionales y las de un país como el nuestro se decantan únicamente por la adaptación como ajuste, ignorando, en consecuencia, que existen otras opciones, nuevas rutas: la adaptación reformadora y, sobre todo, la adaptación transformadora.

Si los recursos de toda índole —siempre escasos— que México canaliza al rubro de la adaptación son empleados para realizar los “ajustes” que se consideran necesarios para preparar a la población para que reaccione ante los efectos adversos del cambio climático, centrándose preponderantemente en la respuesta a los fenómenos hidrometeorológicos y garantizando la continuidad del modelo económico y político, el cual, en última instancia, es la fuente generadora de contaminación de GEI y de la vulnerabilidad social, entonces, como ya mencionamos, nos encontraríamos ante un franco retroceso. Por desgracia, parece ser que es la senda que el gobierno de nuestro país ha decidido transitar.

Por supuesto, como ocurre con frecuencia, nuestra intención en este trabajo no ha sido ofrecer alguna respuesta definitiva a las interrogantes que hemos planteado. Lo que sí hemos intentado es invitar a la reflexión individual y colectiva sobre cómo vamos a enfrentar el calentamiento del planeta: ¿preservando o transformando la realidad tal y como la conocemos?

V. BIBLIOGRAFÍA

- ADGER, W. Neil *et al.* (eds.) (2009a), *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values, Governance*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ADGER, W. Neil *et al.* (2009b), “Are There Social Limits to Adaptation to Climate Change?”, *Climatic Change*, vol. 93.
- BASSETT, T. J. y FOGELMAN, C. (2013), “Déjà vu or Something New? The Adaptation Concept in the Climate Change Literature”, *Geoforum*, vol. 48, agosto.
- CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (2007), *Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries*, Bonn, CMNUCC.
- CÓRDOVA, Arnaldo (1976), *Sociedad y Estado en el mundo moderno*, México-Barcelona-Buenos Aires, Grijalbo.
- GARCÍA MALDONADO, E. (2017), *Crítica a la idea de “crisis” de cambio climático: una lectura política*, tesis de maestría, México, UNAM.
- GREGORY, Derek *et al.* (2009), *The Dictionary of Human Geography*, Malden (Estados Unidos)-Oxford (Reino Unido), Wiley-Blackwell.
- HARVEY, David (2001), *Spaces of Capital. Towards a Critical Geography*, Nueva York, Routledge.
- HULME, Mike (2011), “Reducing the Future to Climate: A Story of Climate Determinism and Reductionism”, *Osiris*, vol. 26, núm. 1.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2001), *Cambio climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes del Grupo de Trabajo II. Parte de la contribución del Grupo de Trabajo II al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Cambridge, Cambridge University Press.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (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*, Cambridge, Cambridge University Press.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014), *Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra, Organización Meteorológica Mundial.

- NACIONES UNIDAS (2015), Acuerdo de París, Conferencia de las Partes de la Convención Marco sobre el Cambio Climático, 21o. periodo de sesiones, 30 de noviembre-11 de diciembre, París.
- O'BRIEN, Karen (2012), "Global Environmental Change II: From Adaptation to Deliberate Transformation", *Progress in Human Geography*, vol. 36, núm. 5.
- ORLOVE, B. (2009), "The Past, the Present and Some Possible Futures of Adaptation", en ADGER, W. Neil *et al.* (eds.) (2009), *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values, Governance*, Cambridge, Cambridge University Press.
- PARRY, Martin *et al.* (1998), "Adapting to the Inevitable", *Nature*, vol. 395, 22 de octubre.
- PELLING, Mark (2011), *Adaptation to Climate Change: From Resilience to Transformation*, Londres-Nueva York, Routledge.
- PIELKE, Roger *et al.* (2007), "Lifting the Taboo on Adaptation", *Nature*, vol. 445, 8 de febrero.
- RIBOT, J. (2011), "Vulnerability Before Adaptation: Toward Transformative Climate Action", *Global Environmental Change*, vol. 21, núm. 4.
- SÁNCHEZ VÁZQUEZ, Adolfo (1983), *Ensayos marxistas sobre filosofía e ideología*, Barcelona, Océano.
- SCHIPPER, E. L. F. (2006), "Conceptual History of Adaptation in the UNFCCC Process", *Review of European, Comparative and International Environmental Law*, vol. 15, núm. 1.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (2013), *Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SMIT, B. *et al.* (2000), "An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability", *Climatic Change*, vol. 45, núm. 1.
- TAYLOR, Marcus (2015), *The Political Ecology of Climate Change Adaptation. Livelihoods, Agrarian Change and the Conflicts of Development*, Londres-Nueva York, Routledge-Earthscan.

CAPÍTULO VII

GOBERNANZA PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO: CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES

Miguel Ángel CANCINO AGUILAR*

SUMARIO: I. *Planteamiento del problema.* II. *La perspectiva de la defensa y protección de los derechos humanos.* III. *La renovada definición de la función social y ambiental de la propiedad.* IV. *La juridificación de principios fundamentales de la gestión ambiental.* V. *Federalismo cooperativo para la gestión ambiental.* VI. *Modernización de instrumentos de política ambiental.* VII. *Participación ciudadana en la gestión ambiental.* VIII. *La responsabilidad ambiental.* IX. *Conclusiones.* X. *Bibliografía.*

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cuestión de la gobernanza y el cambio climático en nuestro país es de una gran complejidad institucional y normativa. Para abordarlo, en primer lugar, haremos alguna referencia a la noción de gobernanza como un término utilizado en el mundo anglosajón para identificar los procesos bajo los cuales los gobiernos deben tomar decisiones o ejercer su autoridad en el ámbito público (Acuña *et al.*, 2012: 63). Por su parte, el artículo 3o., fracción III, de la Ley General de Cambio Climático define a éste como la “variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables”. En concreto, este breve trabajo pretende, precisamente, sugerir algunas medidas que puede tomar la autoridad ambiental para combatir el cambio climático.

* Procurador Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México; servidor público especializado en la aplicación de la normatividad ambiental, urbana y del consumidor; profesor de carrera por oposición de licenciatura en la Universidad Autónoma Metropolitana, y profesor de posgrado en la Universidad Panamericana.

Para hacer una propuesta, debemos partir de lo que se ha logrado en los últimos 25 años. En ese sentido, nuestro país cuenta ahora con una institucionalización importante de la gestión ambiental, entre la que se encuentra nueva normatividad, procuradurías ambientales locales y políticas públicas en la materia. En el mismo sentido, en el ámbito internacional hemos avanzado de Estocolmo '72 a Río+20, sobre todo, si tomamos en consideración la importancia que ahora han adquirido los instrumentos internacionales en nuestro actual marco de derechos humanos.

Hoy tenemos un marco jurídico sólido y una serie de instituciones que necesitan fortalecerse y estar en permanente revisión y ajuste, a fin de responder de manera adecuada y oportuna a los problemas que vamos asumiendo. De hecho, hace 30 años el asunto del cambio climático no era un tema de política pública. El cambio climático era un tema que quedaba realmente marginado, era sólo parte de ejercicios académicos.

Pese a estos avances, aún nos falta mucho camino por recorrer (Acuña *et al.*, 2012: 25). El derecho es un referente en la relación sociedad-naturaleza. En ese sentido, la legislación no es una cuestión que únicamente les competa a los abogados, y más una legislación como la ambiental. La manera en la que llevamos a nuestros marcos jurídicos e institucionales los conceptos nos permite tener una serie de reflexiones y tratar de avanzar y de atender los problemas que, desde el punto de vista de la sustentabilidad o de los procesos de deterioro urbano-ambientales, vinculados, entre otras cosas, con el cambio climático, vivimos no solamente en México, sino también en el planeta en general.

Lo que quisiera tratar es justamente una serie de consideraciones fundamentales que es preciso tener en la mesa de análisis cuando vinculamos estos dos aspectos: gobernanza y adaptación al cambio climático. Yo diría: mitigación y adaptación al cambio climático.

El reto es que esas políticas públicas estén orientadas hacia el desarrollo sustentable, por lo menos en estos tres aspectos: el social, el económico y el ambiental, con lo que todo ello, por supuesto, está representando para nuestra sociedad y para nosotros mismos.

Evidentemente, a estas alturas ya existen avances indudables en la gestión ambiental y en las políticas públicas generales en nuestro país; vemos ya una serie de logros y de avances realmente importantes. Entonces, hoy ya tenemos esa normatividad robusta en nuestras instituciones, una institucionalización de la gestión ambiental, una manera en la que nos podemos comunicar en la actualidad.

Si una obra o actividad no es sometida, por ejemplo, al impacto ambiental, ya la sociedad reclama. Si el ordenamiento territorial tiene deficiencias,

la sociedad exige que se fortalezca dicho ordenamiento. Si no hay normas adecuadas para regular emisiones de contaminantes, o de descargas de esas mismas hacia el agua o al suelo, o que esté afectándose la flora o la fauna, ya nos ajustamos y nos atenemos al conjunto de instituciones que podemos ubicar hoy en la normatividad de nuestro país. Sin embargo, y es muy importante para seguir avanzando, estar revisando y ajustando nuestros marcos jurídicos.

En términos generales, enfrentar el cambio climático y los procesos de deterioro ambiental y de recursos naturales nos obliga a estar en esa revisión y actualización de nuestro marco jurídico. Evidentemente, en la construcción del marco jurídico hay varios referentes que no debemos perder de vista y ésta es parte de esas consideraciones fundamentales, básicas, que creo que tenemos que tomar en cuenta: el derecho ambiental es un derecho realmente reciente. En los últimos 30 años, hemos venido desarrollando, y a veces de manera muy rápida, nuestros marcos jurídicos.

El derecho ambiental es un referente de la relación hombre y naturaleza. Afortunadamente, cada vez más esa relación es tomada en cuenta en la emisión de normatividad, y ya no se ve a la naturaleza, o al medio ambiente, como un conjunto de objetos de los cuales el individuo puede apropiarse para su propio interés. Hoy en día, esa relación es prácticamente de vida: una relación de sobrevivencia.

Si se analiza, por ejemplo, la legislación en materia de vida silvestre o la legislación en materia de áreas naturales protegidas, o la legislación en materia de calidad del aire o de calidad del agua, vamos a encontrar cada vez más esa vinculación de la relación hombre y naturaleza. Un segundo aspecto en el que se ubica y que es importante destacar cuando nos referimos a la formulación del marco jurídico es el tipo de conductas, de actividades, que estamos regulando. Para la legislación ambiental, por supuesto, el desarrollo económico y los efectos del mismo sobre el ambiente y los recursos naturales son el referente fundamental.

Desde Estocolmo, en 1972, la Convención se realizó con la intención de analizar e identificar cuál era la situación que se había dado en ciertas partes del planeta, derivada de los desarrollos económicos, sobre todo, en la época de la posguerra. La comunidad internacional, a partir de la década de los sesenta del siglo anterior, lo que hace es identificar cuáles eran las causas que habían generado una serie de situaciones de deterioro en distintas partes de nuestro planeta.

Desde esa época hasta la Convención de Río+20, desafortunadamente hemos visto cómo los índices de deterioro ambiental se han incrementado. No hemos sido capaces de detener y de revertir esos procesos de deterioro

urbano y ambiental. Por eso, aunque se han planteado las Metas del Milenio, hoy estamos en una nueva época para la definición tanto de indicadores como de metas en temas ambientales y de nuestros recursos naturales, incluyendo, por supuesto, el tema del cambio climático.

El cambio climático es un asunto que necesita mayor atención y tiene que ver con los procesos de producción y consumo, con nuestros hábitos en estos aspectos. El problema es tan complejo que, si no tomamos medidas radicales para asumir esos procesos y tratar de revertirlos, vamos a vivir y experimentar situaciones cada vez más complicadas.

En el tema del cambio climático, evidentemente la cuestión de la vulnerabilidad ambiental, con todas sus implicaciones, es uno de esos temas que llaman mucho la atención. La creación de marcos jurídicos tiene que ver justamente con las consecuencias ambientales de esos modelos de desarrollo.

Hoy en día, con la reforma energética y con todo lo que viene en el sector energético, como la apertura hacia el sector privado o la promoción de prácticas como la fracturación hidráulica para extraer gas, vamos a ver qué tanto somos capaces de regular los impactos ambientales de esta actividad. Pero hay muchas otras actividades vinculadas con esos hábitos —otra vez— de producción y consumo que tenemos todos.

En la actualidad, el tema más relevante es el del cambio climático; pero en la atención de este problema, desde mi punto de vista, estamos dejando de ver, por lo menos en la medida en que deberíamos, algunos de los otros problemas. Por ejemplo, la deforestación o la transformación del uso de suelo de nuestros bosques en áreas hacia pastizales o en áreas urbanas son temas muy serios, e incluso la pérdida de biodiversidad para ambientes como el nuestro.

De repente no hay una vinculación entre las políticas públicas en los distintos temas, además de que lo ambiental está sectorizado, y dentro de las políticas públicas en materia de sustentabilidad todavía se pulverizan un poquito más. El reto, por supuesto, es vincular el cambio climático con muchos otros de los problemas ambientales.

En la conformación de este marco jurídico-institucional, en la definición de políticas públicas, en la respuesta que dé el Estado frente a esos procesos de deterioro urbano-ambiental, desde mi punto de vista, cuál debe ser uno de nuestros referentes, que en ocasiones los tomadores de decisiones no consideran.

En términos generales, hay tres tipos de indicadores: indicadores de presión, indicadores de estado e indicadores de respuesta, que son útiles para evaluar el desempeño ambiental de los países. En el caso mexicano, se evalúan los indicadores de respuesta frente a la situación medioambiental en

nuestro país y cómo estamos impactando en esos procesos de deterioro, que también en nuestra nación se están generando.

La creación de marcos jurídicos, el establecimiento de políticas en todos los sentidos, tendría que estar considerando la respuesta desde éstos frente a la situación medioambiental y a los procesos de presión.

Haciendo referencia, en este caso, a mi carácter de procurador ambiental como responsable de una de estas áreas, quisiera ser evaluado no a partir del número de sanciones impuestas, de la cantidad de clausuras o del monto de las multas, sino a partir de qué tanto las procuradurías estamos incidiendo sobre la situación medioambiental en nuestro país, sobre la contaminación del aire o del agua, sobre la corrección de actividades que están afectando el ambiente y los recursos naturales. Cuánto estamos incidiendo sobre —por ejemplo, en el caso de la Ciudad de México— la urbanización del suelo de conservación.

Es un tema que siempre planteo, pero a veces en la creación de leyes, y esto lo he visto en varios procesos, no sólo en el Congreso de la Unión, sino también en los congresos locales: los legisladores no toman en cuenta para qué están legislando o por qué están legislando.

¿Cuáles son los retos que hoy tenemos enfrente para poder avanzar hacia un fortalecimiento institucional, para lograr una gobernanza que nos permita avanzar con mayor oportunidad en la adaptación del cambio climático? Les diría, en términos generales, que son la atención de nuestra problemática ambiental y el deterioro de los recursos naturales. Tenemos a continuación algunos de ellos.

II. LA PERSPECTIVA DE LA DEFENSA Y PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS HUMANOS

La reforma a nuestra Constitución en materia de derechos humanos del 11 de junio de 2011 es fundamental para comprender los nuevos retos de la gobernanza para la sustentabilidad. En particular, se destaca el artículo 1o., que genera nuevas obligaciones para toda autoridad, a saber: *a)* promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos; *b)* aplicar los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad; *c)* interpretar las normas relativas a derechos humanos de conformidad con la Constitución y los tratados internacionales de la materia, y *d)* buscar en todo tiempo la protección más amplia de las personas.

Desde este punto de vista, los tratados internacionales relativos a cualquier problema ambiental, al relacionarse con el derecho humano al medio

ambiente, adquieren una mayor relevancia al poder generar conductas exigibles conforme a estas nuevas obligaciones constitucionales.

A pesar de lo que nuestro nuevo sistema constitucional implica en materia de derechos humanos, algunos de los problemas para la gobernanza sustentable continúan siendo vigentes: *a)* la falta de integración normativa al interior de nuestro sistema federal; *b)* el traslape competencial; *c)* la necesidad de complementar e integrar las diversas formas de ordenamiento territorial, por ejemplo, las áreas naturales protegidas, las zonas forestales, los ordenamientos ejidales, las zonas de monumentos arqueológicos y artísticos, los planes de desarrollo urbano, entre otros, y *d)* el tomarla como verdadera herramienta de planeación ambiental dentro de los ordenamientos territoriales.

Con la subsistencia de estos problemas internos, no es posible lograr una adecuada cooperación internacional en materia de gobernanza para la sustentabilidad y, en consecuencia, una adecuada política en cambio climático. Si realmente queremos avanzar en un sistema de ordenación territorial similar al europeo, por ejemplo, primero debemos mejorar los sistemas al interior de nuestros países.

Pero los problemas no quedan ahí. Tomemos el principio pro persona. Cuando el segundo párrafo del artículo 1o. constitucional establece como un criterio de interpretación el favorecer en todo tiempo a las personas la protección más amplia, en materia ambiental se necesita hacer algunas precisiones. El artículo 17 de la Constitución mexicana ya prevé la posibilidad de ejercer acciones colectivas. En consecuencia, interpretando de manera sistemática nuestra carta magna, considero que el principio pro persona no debe referirse únicamente a los individuos en lo particular, sino también a las personas colectivas. Hasta el momento, nuestra Suprema Corte no se ha pronunciado al respecto.

Una interpretación como la aquí sugerida es acorde con el ámbito de protección de acceso a la justicia para todas las personas, incluidas, como hemos señalado, a las de naturaleza colectiva. Si la hermenéutica sobre este asunto fuera hecha de manera diferente, se violentaría el principio de eficacia en el acceso a la justicia, contenido en nuestra Constitución y en los tratados internacionales.

Otro problema importante será el de la aplicación de los principios de derechos humanos. En el tercer párrafo del mismo artículo 1o. constitucional se determina que todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad.

Hasta el momento, la aplicación de estos principios de derechos humanos, en la materia ambiental, es prácticamente nula. Sobre el principio de universalidad, diríamos que implica que todas las personas puedan acudir ante autoridades administrativas o jurisdiccionales para hacer valer la legislación ambiental.

Continuando con el análisis de los principios, se señala que en materia de derechos humanos debe conocerse que son interdependientes e indivisibles, puesto que se respetan sin el menoscabo de los unos con los otros. En nuestra materia, esta interdependencia es clara, pues se relacionan entre sí algunos derechos, como el de un medio ambiente sano, al agua, a la alimentación, a la salud, a la justicia ambiental, entre otros. Adicionalmente, los derechos no pueden dividirse, ya que perderían también su contundencia. No obstante, en el ámbito de actuación de las autoridades ambientales pueden enfrentarse derechos diversos, por ejemplo, el derecho a la vivienda en colisión con los derechos al ambiente y al ordenamiento territorial, o los derechos a la naturaleza y la permisión de las corridas de toros.

En la gobernanza sustentable, la aplicación efectiva de estos principios es compleja, entre otros aspectos, por la intervención de autoridades diferentes como garantes de los distintos derechos humanos interdependientes entre sí. Precisamente, lograr que todas las autoridades, independientemente de sus funciones, establezcan el componente de sustentabilidad no será una tarea sencilla.

Adicionalmente, debe aplicarse el principio de que los derechos humanos son progresivos, puesto que van evolucionando históricamente en la medida en que la humanidad va descubriendo nuevos aspectos para garantizarlos de forma adecuada. Esta cualidad también proporciona flexibilidad a los derechos humanos, con la finalidad de que se vayan transformando en atención a las nuevas circunstancias que se vayan presentando.

Al convertirse en una obligación constitucional, las autoridades ahora tienen el deber de conocer el contenido de estos principios y aplicarlos; de otra manera, se entendería que violan, a su vez, los derechos humanos.

Finalmente, necesita de nuestra atención la denominada “interpretación conforme”. Como es sabido, el segundo párrafo del artículo 1o. constitucional señala que las normas relativas a derechos humanos se interpretarán conforme a la Constitución y los tratados internacionales en la materia. Hasta el momento, principalmente, nuestra Suprema Corte de Justicia ha abordado este problema determinando ciertas reglas para la aplicación de dicho artículo, conforme a jurisprudencia emitida por el pleno. En materia administrativa, sobre todo en materia ambiental, no nos hemos preocupado

por este aspecto; sin embargo, debemos cumplir con esta obligación constitucional. La interpretación conforme, precisamente, es una herramienta de armonización entre las normas jurídicas internacionales y nacionales, que busca aplicar la norma más idónea para ciertas situaciones.

Dadas las peculiaridades del derecho ambiental y su origen de naturaleza internacional, la aplicación de los tratados internacionales en los actos de autoridad, así como en las demandas de los particulares, será más común que en otros derechos humanos. En ese sentido, el reto es saber si aplicaremos tal cual las reglas que el Poder Judicial sugiere, o si, en su caso, utilizaremos algunas reglas que atiendan las peculiaridades de lo ambiental. Insisto en que es de llamar la atención la falta de discusión en nuestro medio sobre este tópico, cuando el derecho humano a un medio ambiente sano exige una interpretación conforme. No puede darse un cambio efectivo en materia de cambio climático sin consolidar un sistema de derechos humanos.

III. LA RENOVADA DEFINICIÓN DE LA FUNCIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL DE LA PROPIEDAD

La función social fue la base a partir de la cual se creó la noción de propiedad de nuestro país, a través del concepto de propiedad originaria, fórmula que permite a la autoridad imponer limitaciones al ejercicio de los derechos de propiedad. Pero, adicionalmente, en la actualidad, la función social es un criterio hermenéutico para interpretar el artículo 21 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos, mismo que regula, precisamente, el derecho a la propiedad privada, usado por la Corte Interamericana de Derechos Humanos.

Como se ha señalado, con la reforma a nuestra Constitución del 10 de junio de 2011, en concreto al artículo 1o. constitucional, todas las autoridades tienen la obligación de llevar a cabo el control de convencionalidad. Ahora bien, este control se ha desarrollado en América Latina y México a través de las resoluciones de la Corte Interamericana de Derechos Humanos.

Si la Corte Interamericana utiliza como criterio hermenéutico a la función social de la propiedad, éste se encuentra más vigente que nunca en nuestro derecho positivo. Sobre el particular, esta instancia jurisdiccional ha determinado que la propiedad no es un derecho absoluto, sino que debe ser entendida dentro del contexto de una sociedad democrática donde prevalezca el bien común y los derechos colectivos, y en donde deban existir medidas proporcionales que garanticen los derechos individuales. De esta manera:

[la] función social de la propiedad es un elemento fundamental para el funcionamiento de la misma, y es por ello que el Estado, a fin de garantizar otros derechos fundamentales de vital relevancia para una sociedad específica, puede limitar o restringir el derecho a la propiedad privada, respetando siempre los supuestos contenidos en la norma del artículo 21 de la Convención, y los principios generales del derecho internacional.¹

Adicionalmente, la Constitución Política de la Ciudad de México, que entró en vigor el 17 de septiembre de 2018, establece como uno de sus principios a la función social de la Ciudad, a fin de garantizar el bienestar de sus habitantes, en armonía con la naturaleza.

Con fundamento en estos precedentes, debe quedarnos claro que la función social de la propiedad adquiere una nueva y renovada vitalidad. El gran reto será, precisamente ahora, volver a definir sus alcances y relación, no sólo con lo ambiental, sino también con lo urbano. Los cambios a la propiedad que incidan en el cambio climático pasan por estos supuestos: la modalidad a la propiedad y un adecuado ordenamiento territorial.

IV. LA JURIDIFICACIÓN DE PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

Hay un tema en el que yo tengo muchos años insistiendo y es éste: necesitamos “juridificar” los principios fundamentales de la gestión ambiental. ¿Qué es esto de la juridificación? No es más que aterrizar en la legislación, traer al lenguaje jurídico, una serie de principios que nos van a permitir tomar decisiones y orientarlas adecuadamente hacia la sustentabilidad, que es lo que estamos buscando (Serrano, 2007: 127 y ss.).

Para mí, algunos de los principales principios que deberíamos estar juridificando, y que ya en un sentido están contenidos en alguna ley, pero la verdad no en todas las materias y no de una manera adecuada, son sustentabilidad, contaminador-pagador, prevención, precaución, acceso, inducción y resiliencia.

Por ejemplo, en la Ley de Aguas Nacionales, un recurso tan importante, tan crítico hoy en términos de presión, sólo se plantean los principios, pero no son adecuadamente juridificados; es decir, no nos están dando en la ley los referentes para la toma de decisiones correspondientes. Esto es lo que en el ámbito jurídico llamamos “los cómo”: ¿cómo vamos a llevar todas estas

¹ *Caso Salvador Chiroboga vs. Ecuador*. Excepción preliminar y fondo. Sentencia del 6 de mayo de 2008, Serie C, núm. 179.

apreciaciones, en temas de ruido o de uso de suelo o en otros?, ¿cómo vamos a concretizar los principios?

Otro ejemplo, en este sentido, es el término “resiliencia”, que surge en Río+20 como uno de los nuevos paradigmas para la sustentabilidad. Incluso, hay quien plantea este principio como el concepto que va a sustituir a la sustentabilidad y que debe estar permeando las políticas públicas de desarrollo económico en todos los sentidos. Pese a su importancia, en nuestro marco jurídico no existe claridad sobre esta noción.

Ese conjunto de principios lo que nos permiten es que en los distintos apartados de la ley estén justamente tomando las bases para la regulación de conductas, para la realización de actividades fundamentalmente de procesos productivos; por ejemplo, cómo se vincula la sustentabilidad con una autorización en materia de impacto ambiental.

Sobre las autorizaciones en materia ambiental, ¿hasta dónde son o no sustentables, y hasta dónde se vale o no autorizarlas? Hoy está el tema de la fracturación hidráulica para extracción de gas; sobre este punto, ¿cuáles van a ser nuestros criterios para identificar qué autorizaciones son o no sustentables?

Los criterios que juridifiquen estos principios nos van a permitir reconocer si es posible o no otorgar una de estas autorizaciones, o qué va a prevalecer: una explotación de hidrocarburos o un régimen de áreas protegidas. La legislación tendría que proporcionar esos referentes.

En 1996 se incluye a nuestra legislación, dentro de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Legepea), la noción de desarrollo sustentable; es decir, esta idea de que debemos satisfacer nuestras necesidades sin comprometer a las de las generaciones futuras, que tenemos prestado el planeta de las generaciones que vienen. ¿De qué nos sirve jurídicamente esto? De nada, por sí sola de nada. Es necesario vincular el concepto con otros aspectos. ¿Cómo se juridifica adecuadamente? Con algún referente. En 1996 se vincula la noción de sustentabilidad con la de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. ¿Cuándo una obra o actividad es sustentable? Cuando se respeten, por lo menos, estas dos condiciones: la integridad funcional del ecosistema donde se va a realizar una obra o actividad, y la capacidad de carga de ese ecosistema.

En la medida en que la ciencia avanza y nos da muestra de cómo comportarnos, entonces deberíamos tener el referente a través de los principios fundamentales de la gestión ambiental, y esto a veces no lo tenemos. En ocasiones es distorsionada una discusión sobre si una obra es sustentable o no; a veces deriva más de, como dicen, la emoción que del conocimiento técnico, del conocimiento científico. La ciencia nos da la respuesta en algunas ocasiones, y en otras, no. Esto sucede con otros principios.

Regresando a la sustentabilidad, hoy se han venido planteando otros principios (servicios ambientales, huella ecológica, resiliencia) que no tienen el referente normativo. Entonces, por ejemplo, si ustedes revisan la parte teórica y científica que hay detrás de la noción de huella ecológica, se darán cuenta que hay cosas muy interesantes que podríamos estar tomando en consideración en un ordenamiento territorial o ecológico, en un decreto de área natural protegida, en una autorización de impacto ambiental. Pero hoy no lo estamos haciendo. ¿Por qué? Porque no está adecuadamente juridificado el o los principios que necesitamos.

Existe un principio que en materia ambiental, en materia de sustentabilidad, cuesta mucho trabajo aterrizar: el principio precautorio. De repente, en las mismas autoridades no han sido identificados los criterios para determinar qué significa aplicar este principio. En fin, éste es un tema de la aplicación del principio precautorio, que hay que tener mucho cuidado con él; está en algunas partes de nuestra normatividad. A decir verdad, en la reforma de 1996 no se incluye la noción de principio precautorio, porque no teníamos manera de juridificarlo, no contábamos con los referentes técnicos y científicos para poder incorporar este principio en la ley.

Mención más detallada merecen los otros principios y su juridificación, pero serán objeto de reflexiones posteriores; mientras tanto, avanzaré sobre otros retos.

V. FEDERALISMO COOPERATIVO PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL

Esto tiene que ver con la relación entre niveles de gobierno y dentro de los niveles de gobierno (Brañes, 2000: 90 y ss.). Existe, desde mi punto de vista, una visión equivocada del federalismo en nuestro país, y de repente les dejamos a los gobiernos municipales, por ejemplo, el control del uso de suelo, cuando esto tiene impactos muy importantes para el ambiente y los recursos naturales.

Lo que vimos en Guerrero con los fenómenos meteorológicos de Ingrid y Manuel, aunado a la afectación de muchas personas en sus vidas y en sus propiedades, derivó de decisiones municipales: cambiaron el uso de suelo en un humedal. Ahí deberíamos de tener mecanismos de control, verticales y horizontales en algunos casos. El cambio climático generalmente afecta a la sociedad más vulnerable.

De repente, el gobierno federal no cumple sus responsabilidades o los gobiernos estatales tienen una intervención mayor. Creo que tenemos que revisar nuestra relación entre gobierno federal y gobiernos locales, más tratándose de temas como el cambio climático. Hoy estamos viendo una res-

puesta adecuada desde el gobierno federal, pero que en algunos casos está rebasando el marco constitucional de distribución de competencias.

Hay otro tipo de problemas: el tema de la transversalidad. En la actualidad, la creación de la Agencia de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente representa un retroceso en la gestión ambiental, sobre todo en la separación del área de verificación con el área que establece la política y normatividad en el tema de hidrocarburos. En fin, el tema de la distribución de competencias sigue siendo uno de los grandes retos en materia ambiental, al no lograr aún una armonización adecuada entre la legislación federal y la local y ante la falta de un auténtico federalismo cooperativo que permita acciones más eficaces.

VI. MODERNIZACIÓN DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL

Éste también es otro de los temas pendientes en la gestión ambiental (Brañes, 2000: 197 y ss.): el fortalecimiento de los instrumentos de política ambiental, particularmente el ordenamiento territorial.

El ordenamiento territorial no ostenta el papel que debería tener como instrumento de política ambiental; actualmente, el instrumento de política más importante es la evaluación del impacto ambiental.

De manera preferente, sobre la evaluación debería estar el ordenamiento del territorio; por desgracia, no hemos logrado avanzar en un ordenamiento adecuado. Hoy tenemos dos visiones completamente distintas, dos procesos debidamente institucionalizados: el de los urbanistas (el de los arquitectos) y el de los geógrafos (el de los ecólogos), que de repente no logran comunicarse entre sí. De esta manera, tenemos dos maneras de entender el uso del territorio. Por más que se ha tratado de acercarlos, no hemos podido hacerlo.

Hay casos interesantes que creo valdrían la pena si les interesa el tema; por ejemplo, podrían ver la legislación en el estado de Quintana Roo. Pienso la tensión que existe en el uso del espacio en el corredor Cancún-Tulum, en la propia zona hotelera del municipio de Benito Juárez, en Playa del Carmen, hacia Chetumal más vinculado con el área natural de Sian Ka'an. ¿Cuál es el límite para poder llevar a cabo ahí actividades? Por más que sean turístico-recreativas, cuál es el límite. Si no tenemos los criterios, hay que apostarle a un ordenamiento territorial unificado.

En la Legeepa nos quedamos con cuatro vertientes del ordenamiento territorial. El que regula el uso del suelo es el local, pero la verdad es que no hemos avanzado mucho a nivel nacional sobre el particular.

En el caso de la Ciudad de México, por más que hemos querido avanzar en la unificación, no existen resultados claros. La verdad es que actualmente ven un programa general de desarrollo urbano y un programa general de ordenamiento ecológico. Lo que tenemos hoy vigente —y que, desde mi punto de vista, no se habla— es que hay una incompatibilidad entre los instrumentos. Evidentemente, eso es lo que genera una falta de certeza jurídica para la persona que quiere realizar una actividad en el suelo de conservación.

Hemos detectado en la Ciudad de México más de 850 asentamientos humanos irregulares, de los cuales unos tienen una antigüedad de más de 30 años, y otros son más recientes; estos asentamientos ocupan, más o menos, 3,000 hectáreas, o un poquito más. Sin embargo, hoy están prácticamente en el limbo, entre otras cosas, derivado de la falta de un ordenamiento territorial.

Nuestra esperanza es la nueva Constitución de la Ciudad de México, misma que ahora contiene el componente de ordenamiento territorial como básico dentro de una estructura que integra al derecho a la ciudad y a la función social como referentes necesarios.

VII. PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA GESTIÓN AMBIENTAL

Éste es un tema fundamental: el principio de inducción. Se trata del principio diez de Río, que busca dar fuerza a la participación en tres vertientes de la gestión ambiental: toma de decisiones, acceso a la información y acceso a la justicia (Acuña *et al.*, 2012: 3 y ss.). No me detendré en cada uno de ellos; afortunadamente, hoy está claro que sin una verdadera participación social en la gestión ambiental vamos a tener muchos problemas.

En las autorizaciones de impacto ambiental, la anulación de autorizaciones a nivel federal se ha podido realizar justamente por los cambios que se hicieron en la normatividad en 1996. Hay muchas insuficiencias, pero hoy existe una posibilidad. En el establecimiento de áreas naturales protegidas, entre otros aspectos, la posibilidad que tenemos nosotros es de hacer valer nuestros puntos de vista, pues son muchos, conforme a nuestro marco jurídico actual.

VIII. LA RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Indudablemente, la responsabilidad ambiental es uno de los temas más relevantes en materia ambiental (Carmona, 1998: 55 y ss.). Es fundamental con-

tar con criterios jurídicos adecuados para responder frente a diversos asuntos, como el de la contaminación del río Sonora. Precisamente, ante casos concretos, aún quedan muchas dudas de cómo se está procesando y cómo se está atendiendo el daño ambiental.

¿Cómo actuar frente a un daño ambiental? Seguimos teniendo esa inconsistencia en nuestro marco jurídico, el cual, aunque ha avanzado, es todavía un sistema desarticulado y desequilibrado. Esto es un tema quizá de mayor detalle jurídico, pero creo que debemos caminar un poquito más en el fortalecimiento de nuestros sistemas de responsabilidad ambiental.

Uno de los problemas en esta materia es que subsiste una inadecuada definición de daño ambiental, lo cual no es poco, pues determina absolutamente toda la aplicación de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Tal vez, la nueva cultura de los derechos humanos renovará la actividad jurisdiccional en materia de los derechos ambientales. En términos positivos, no se puede negar la importancia de contar con una legislación específica para la responsabilidad ambiental. También es importante, conforme a esta ley, contar con un mayor número de legitimados para ejercer las acciones colectivas, tener un fondo ambiental que permita contar con los recursos necesarios para la reparación del daño y regular las medidas precautorias y cautelares necesarias para asegurar la eficiencia del procedimiento.

Me quedo con la noción de progresividad en derechos humanos. Hemos avanzado en la regulación de la responsabilidad ambiental, pero aún falta mucho por hacer. Por lo menos, en este momento, contamos con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental como un inicio normativo importante. En la medida en que consolidemos los derechos humanos, en este caso el derecho a un medio ambiente sano, fortaleceremos nuestro Estado constitucional democrático.

IX. CONCLUSIONES

En la gobernanza para la sustentabilidad, el derecho ambiental es un referente importante en la relación hombre y naturaleza, una herramienta útil para combatir la vulnerabilidad ambiental y, en consecuencia, el cambio climático.

Hay tres tipos de indicadores fundamentales para abordar la problemática ambiental y del ordenamiento territorial: los indicadores de presión, los indicadores de estado y los indicadores de respuesta. Precisamente, en estos últimos es en donde desarrollo mi análisis.

En la actualidad, no pueden protegerse los derechos ambientales y urbanos sin un respeto a los derechos humanos. Un reto importante será, en ese

sentido, cómo aplicar los principios y la técnica de los sistemas universal y regional de derechos humanos.

Una renovada definición de la función social y ambiental de la propiedad será necesaria para una adecuada estructuración del ordenamiento territorial, mismo que permita enfrentar la problemática ambiental y urbana más allá de los intereses privados.

Otro aspecto importante es la adecuada juridificación de los principios ambientales. Sólo como ejemplo mencionaríamos a aspectos como los servicios ambientales, la huella ecológica o la resiliencia, cuestiones que aún no tienen, en muchos sistemas normativos, un adecuado referente.

No escapan tampoco a esta problemática los aspectos de competencias entre las autoridades, pero, principalmente, aspectos de cooperación y coordinación entre los diferentes niveles de gobierno. En otras palabras, es fundamental consolidar un adecuado federalismo cooperativo.

También debemos señalar la necesidad de modernizar o actualizar los distintos instrumentos de política ambiental, en particular el ordenamiento territorial. Debemos lograr que lo ambiental, lo urbano y lo cultural avancen de manera integral y sistemática.

La participación social es un componente indispensable para la gobernanza sustentable. Sin ello, un ordenamiento territorial carece tanto de legitimidad como de legalidad.

El último elemento por considerar, en esta oportunidad, es la responsabilidad ambiental. Es fundamental contar con sistemas adecuados que permitan ampliar el número y la calidad de personas legitimadas para hacer valer la ley, una pertinente definición de daño, así como mecanismos de reparación y compensación técnicamente factibles. Aún nos falta mucho por avanzar en esta materia.

Como se ha podido analizar, la gobernanza para la sustentabilidad es compleja e interactúa con componentes diversos. En ella (su integración y adecuada aplicación) está el futuro de la humanidad y un verdadero control del cambio climático.

X. BIBLIOGRAFÍA

ACUÑA, Ana Laura *et al.* (coords.) (2012), *20 años de procuración de justicia ambiental en México. Un homenaje a la creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

- BRAÑES, Raúl (2000), *Manual de derecho ambiental mexicano*, 2a. ed., México, Fondo de Cultura Económica.
- CARMONA, María del Carmen (1998), “Notas para el análisis de la responsabilidad ambiental y el principio de «quien contamina paga», a la luz del derecho mexicano”, *La responsabilidad jurídica en el daño ambiental*, México, Pemex-UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- SERRANO, José Luis (2007), *Principios de derecho ambiental y ecología jurídica*, Madrid, Trotta.

CAPÍTULO VIII

LA EDUCACIÓN CLIMÁTICA COMO UNA MEDIDA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Liliana LÓPEZ MORALES*

SUMARIO: I. *Introducción.* II. *Cambio climático: el problema que a todos afecta.* III. *¿Cuál es el papel de la educación en este problema tan complejo?* IV. *Breve recuento de los avances de la educación en cambio climático en México.* V. *Algunos ejemplos de educación no formal e informal sobre cambio climático.* VI. *Características que la educación centrada en el cambio climático debe considerar.* VII. *Conclusiones.* VIII. *Bibliografía.*

I. INTRODUCCIÓN

El tema que se va a tratar en el presente capítulo se aboca a la importancia de la educación ante un problema de carácter mundial y del que día con día todos nos volvemos testigos de su presencia: el cambio climático.

El fenómeno del cambio climático tiene severos impactos sobre las poblaciones humanas y los ecosistemas, debido a que hay una mayor presencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos, como huracanes, sequías y olas de calor, además de que aumenta otros problemas, como la pobreza y la escasez de agua, y compromete más la seguridad y la soberanía alimentaria, la migración, entre muchos otros, dejando cuantiosas pérdidas humanas, materiales y económicas.

En el presente escrito no se quiere plantear a la educación como la panacea a este problema, porque lamentablemente no lo es, así como no lo es ninguna otra disciplina, debido a que el cambio climático es un problema

* Licenciada en Pedagogía por la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Actualmente, es coordinadora de la Red Universitaria de Cambio Climático de la UNAM, y colabora como asistente operativa y de investigación en el Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM.

de carácter global que requiere un enfoque más amplio, pues no se puede abarcar desde una sola área del conocimiento, sino que las alternativas de adaptación y mitigación que se propongan deben tener un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario.

II. CAMBIO CLIMÁTICO: EL PROBLEMA QUE A TODOS AFECTA

El cambio climático ha dejado de ser un tema de futuro y se ha convertido en un fenómeno que ya está sucediendo (Ángeles y Gámez, 2010; Sharma, 2007; Australian Greenhouse Office, 2005; BOFK, 2003) y del que somos testigos, pues podemos verlo a través de una mayor presencia e intensidad de huracanes, lluvias atípicas, olas de calor, pérdida de cosechas, etcétera, lo cual está generando impactos en los ámbitos sociales, económicos, políticos y naturales, por mencionar algunos.

De acuerdo con el último informe de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) sobre el estado del clima mundial, 2017 podría ser el segundo año más caliente después de 2016, además de ser un año con mayor presencia de huracanes, sequías e incendios forestales (OMM, 2016).

Por todo lo anterior, este problema es una situación de mucha preocupación a nivel mundial, pues todo el mundo va a ser afectado, aunque los impactos van a ser diferenciados; por eso mismo, este tema es de interés global.

Actualmente, el cambio climático se caracteriza por ser un hecho inequívoco, es decir, que ya no hay duda de su existencia (IPCC, 2013). Lo anterior se hizo oficial en 2007, año en que se publicó el 4o. Reporte de Evaluación sobre Cambio Climático, en el cual se estableció que este fenómeno está siendo provocado por actividades humanas, principalmente por la quema de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas natural, insumos que son la base de la economía mundial y que generan una emisión muy grande de gases de efecto invernadero (GEI), además de

...procesos de cambio de uso de suelo (fundamentalmente 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 de metano aumentaron en un 148% y de óxido nítrico en un 18% (Conde, 2011: 17).

Este aumento excesivo de GEI está desequilibrando la atmósfera y provoca que haya una mayor absorción de calor, y esto, a su vez, genera el calentamiento global que, aunque es un fenómeno ligado al cambio climático, es un fenómeno diferente, pues el calentamiento global es lo que está causando

el cambio climático, es decir, está generando una alteración en todo el sistema climático.

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), este fenómeno se define “como el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (CMNUCC, 1992: 3).

Este problema global que se ha dado en un lapso muy corto ha dejado muchos impactos a escala mundial, entre los cuales podemos mencionar a los siguientes: el calentamiento del océano es mayor cerca de la superficie; hay un aumento en la acidificación de los océanos, ya que son los principales sumideros de carbono en el mundo; los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida han ido perdiendo masa; los glaciares han continuado menguando en casi todo el mundo y el hielo del Ártico ha seguido reduciéndose en extensión; hay un aumento del nivel del mar en el planeta; existen cambios en numerosos fenómenos meteorológicos y climatológicos extremos; el número de días y noches fríos ha disminuido y el número de días y noches cálidos ha aumentado a escala mundial; se ha dado un aumento en la frecuencia de las olas de calor, sequías y huracanes (IPCC, 2013), entre muchos otros.

Lamentablemente, aunque lo anterior es mundialmente reconocido, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) siguen aumentando, pues, de acuerdo con el *Boletín sobre los Gases de Efecto Invernadero*, emitido por la OMM previo a la 23a. Reunión de las partes realizada en Bonn, Alemania, las concentraciones de CO₂ en la atmósfera aumentaron a una velocidad récord en 2016 y alcanzaron el nivel más alto en 800,000 años (OMM, 2017); esto quiere decir que habrá un mayor calentamiento en los próximos años con consecuencias severas para todo el mundo, en específico para los más vulnerables.

Ante la situación de urgencia que afronta todo el planeta, las acciones para enfrentarla no se han hecho esperar y desde diferentes disciplinas se han generado alternativas tanto de adaptación como de mitigación, que involucran a las ciencias naturales, a las ciencias sociales y a la tecnología, en las que además se debe integrar a todos los sectores de la sociedad en su implementación, pues es un tema “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” (Delgado, 2010: 11).

III. ¿CUÁL ES EL PAPEL DE LA EDUCACIÓN EN ESTE PROBLEMA TAN COMPLEJO?

Considerando que el problema es tan complejo y es una amenaza cada vez mayor para el desarrollo y para las iniciativas destinadas a erradicar la pobreza y el bienestar de sus ciudadanos (Naciones Unidas, 2017), ¿de qué manera la educación puede contribuir en la propuesta de soluciones?

Si concebimos a la educación como un proceso que inicia desde que nacemos hasta que morimos y que tiene como objetivo principal mejorar al individuo mediante una formación integral que considere conocimientos teóricos y prácticos, el desarrollo de actitudes, aptitudes y valores, y que, además, uno de sus aspectos principales es generar conciencia sobre los problemas que están a nuestro alrededor para que de alguna manera seamos partícipes en la búsqueda de soluciones, la educación, bajo esta perspectiva, tiene mucho que aportar, pues “es un instrumento para facilitar la adaptación de las personas y las sociedades a las circunstancias cambiantes del mundo en que vivimos” (Heras, 2016: 3) mediante la construcción y complementación del conocimiento en este tema en los diferentes sectores de la sociedad, y es que para enfrentar cualquier situación que nos pone en peligro, primero debemos conocerla, saber por qué pasa y de qué manera podemos adaptarnos para reducir el riesgo ante un desastre.

Además, en el cambio climático, la educación se considera una alternativa de adaptación; por lo tanto, lo que se proponga debe ser pensado desde un enfoque local, considerando las características y las necesidades de las personas; asimismo, se deben establecer procesos pedagógicos que ayuden a gestionar el aprendizaje que se quiere transmitir, pues el contenido y la forma en que se dé no pueden ser iguales para todas las personas.

Todo lo anterior se debe desarrollar teniendo en cuenta la educación formal, la educación no formal y la educación informal, ya que estos tres tipos de educación se complementan y son los que contribuyen en nuestra formación a lo largo de nuestras vidas; además, de esta manera se puede llegar a más personas y no sólo centrarse en los sistemas escolarizados.

Para tener más clara la diferencia entre estos tipos de educación y para que se comprenda la importancia de cada una en la educación para el cambio climático, nos remitiremos a las siguientes definiciones:

La educación formal se refiere al sistema educativo escolar, institucionalizado y organizado; la educación no formal, al conjunto de actividades educativas organizadas y sistemáticas que se realizan fuera del sistema escolar formal para facilitar determinados tipos de aprendizaje a subgrupos particulares de la población, tanto de adultos como de niños, y la educación

informal, al proceso no organizado y no sistematizado de adquisición de conocimientos, habilidades, actitudes y pautas de conducta a través de la convivencia diaria, la influencia generalizada y los medios de comunicación (Coombs y Ahmed, 1974), y que además en la actualidad se ve reforzada por la posibilidad que ofrecen las tecnologías de la información.

Aunque ya hay muestras de que la educación en cambio climático se está dando en estas tres áreas educativas, mismas que se ejemplificarán más adelante, todavía sigue como un tema más de todos los que atiende la educación ambiental; con esto no se quiere decir que los otros no sean importantes, sino que se trata de reconocer que el cambio climático es un problema urgente que puede potencializar muchos otros que ya están presentes desde hace muchos años, como la pobreza, el acceso a la alimentación, la pérdida de especies, entre otros.

Sin embargo, también es importante reconocer el gran trabajo que se ha realizado desde la educación ambiental, pues, como es sabido, es el área que le ha dado cabida al cambio climático y que surge a finales de la década de los setenta por la necesidad que había de responder a los problemas ecológicos ocasionados por el proceso industrializador, situación que, a su vez, generaba problemas sociales.

Porque se reconocería en la educación una relación trascendental con los retos ambientales, al considerarla una herramienta de primer nivel para cambiar las prácticas degradadoras, por nuevos comportamientos respaldados en una conciencia social, y colocando el equilibrio entre las actividades humanas y el medio ambiente, como una meta central (DECA, Equipo Pueblo, 2012).

A lo largo de los más de 30 años de evolución de la educación ambiental, aunque hay elementos que la caracterizan, se han generado diferentes corrientes teóricas que comparten algunos elementos, como su preocupación por el medio ambiente y el reconocimiento del papel central de la educación para el mejoramiento de éste (Sauvé, 1999).

Actualmente, el paradigma del desarrollo sustentable, que comenzó a expandirse en la década de los ochenta con la publicación del Informe Brundland, ha penetrado poco a poco el movimiento de la educación ambiental y se ha impuesto como la perspectiva dominante, lo que ha generado que a nivel mundial ya no se conciba a la educación ambiental sin el enfoque del desarrollo sustentable.

Además, desde la Organización de las Naciones Unidas, se ha desplegado un proyecto muy amplio para motivar el desarrollo sustentable: primero, se estableció como uno de los Objetivos del Desarrollo del Milenio,

y, posteriormente, en 2015 se adoptaron los 17 Objetivos para el Desarrollo Sustentable.

Por lo mencionado en el párrafo anterior, la educación se ha vuelto un tema central para el cumplimiento del desarrollo sustentable, de tal manera que una de las actividades más relevantes ha sido el Decenio de la Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable. Esta iniciativa estuvo a cargo de la UNESCO y

...en diciembre de 2002 la Asamblea General de Naciones Unidas proclamó el periodo 2005-2014, como “La Década para la Educación por el Desarrollo Sustentable”, con el propósito fundamental de preparar e involucrar a los individuos y grupos sociales en la reflexión sobre nuestro modo de vida, en la toma de decisiones informadas y en el establecimiento de vías para avanzar hacia un mundo mejor (Calixto, 2015: 2).

En el tema de la educación ambiental en nuestro país, ésta se ha ido implementado poco a poco y ha transitado de un ámbito puramente conservacionista a su inclusión en el área de educación formal mediante el “currículum”.

De hecho, en la educación formal en el nivel básico, los contenidos que se manejan con respecto a la educación para el desarrollo sustentable se ubican, en su mayoría, en uno de los cuatro campos de formación, a saber: “Exploración y comprensión del mundo natural y social”, mismo que integra diversos enfoques disciplinarios relacionados con aspectos biológicos, históricos, sociales, políticos, económicos, culturales, geográficos y científicos, y en algunos de sus contenidos se encuentran los referentes a fenómenos naturales (SEP, 2011).

En el nivel secundaria está dentro del campo llamado “Desarrollo personal y para la convivencia”. Éste tiene como objetivo contribuir a la generación de un juicio crítico en los alumnos en favor de la democracia, la libertad, la paz y el respeto a las personas, a la legalidad y a los derechos humanos (SEP, 2011).

IV. BREVE RECUENTO DE LOS AVANCES DE LA EDUCACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

En lo que corresponde a la educación para cambio climático, su evolución en México no ha sido tan amplia por diferentes cuestiones: una es porque se ha colocado como un contenido más de la educación ambiental, y otra razón, que seguro es responsable de lo anterior, es porque el cambio climático, además de ser complejo, sigue siendo un tema joven si tomamos en cuenta que

oficialmente las acciones comenzaron en 1992 con la firma de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), pero que no se hicieron efectivas hasta 2005 con la entrada en vigor del Protocolo de Kioto (PK), documento que establecía los lineamientos para implementar la CMNUCC. Por lo anterior:

...los sistemas educativos en su expresión actual difícilmente pueden responder a la complejidad del cambio climático en la forma debida. Por ello, este fenómeno hipercomplejo está recorriendo el mismo camino que se le recetó a la educación ambiental en su conjunto: incorporar contenidos como elementos discretos en algunas asignaturas de los planes de estudios, esperando que la alfabetización científica sobre el cambio climático modifique el comportamiento individual y colectivo que está provocando (González, 2011: 18).

Esto no quiere decir que lo que se realiza está mal, sino que es parte de un proceso que se puede mejorar e ir ampliando y más en el caso de la educación climática, pues es un área que no se ha explotado tanto dentro de la educación ambiental para el desarrollo sustentable; por lo tanto, debe tener un lugar propio, porque cuando se firmaron acuerdos internacionales como la CMNUCC y el PK se habló de educación específicamente para cambio climático.

En el caso de la CMNUCC, la cual se firmó en 1992, se establecía que el clima estaba cambiando debido a un aumento de GEI producidos por la actividad humana y, por ende, se instauró el siguiente objetivo:

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. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Además, se establecía que, para dar cumplimiento a este objetivo, la educación tenía un papel relevante, tanto que el capítulo 6 de dicha Convención se dedicó a la implementación de la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso a la información, declarando lo siguiente:

Artículo 6. Educación, formación y sensibilización del público

Al llevar a la práctica los compromisos a que se refiere el inciso i) del párrafo 1 del artículo 4 las Partes:

a) Promoverán y facilitarán en el plano nacional y, según proceda, en los planos subregional y regional, de conformidad con las leyes y reglamentos nacionales y según su capacidad respectiva:

i) La elaboración y aplicación de programas de educación y sensibilización del público sobre el cambio climático y sus efectos;

ii) El acceso del público a la información sobre el cambio climático y sus efectos;

iii) La participación del público en el estudio del cambio climático y sus efectos y en la elaboración de las respuestas adecuadas; y

iv) La formación de personal científico, técnico y directivo;

b) Cooperarán, en el plano internacional, y, según proceda, por intermedio de organismos existentes, en las actividades siguientes, y las promoverán:

i) La preparación y el intercambio de material educativo y material destinado a sensibilizar al público sobre el cambio climático y sus efectos; y

ii) La elaboración y aplicación de programas de educación y formación, incluido el fortalecimiento de las instituciones nacionales y el intercambio o la adscripción de personal encargado de formar expertos en esta esfera, en particular para países en desarrollo.

En el PK se enfatizó en el capítulo 10 como un elemento de suma relevancia para que la humanidad no altere la estabilidad del sistema climático.

Asimismo, en la Conferencia de las Partes (COP) 21, realizada en París en 2015, se reitera la importancia de las medidas que corresponden a la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso a la información sobre el cambio climático (Naciones Unidas, 2015).

Para hacer efectivas las disposiciones en materia de educación señaladas en la CMNUCC, se aprobó, en primer lugar, el Programa de Trabajo de Nueva Delhi en 2002 y, posteriormente, se le dio seguimiento con el Programa de Trabajo de Doha, adoptado en 2012, que en general buscaban poner en marcha el artículo 6o. de la Convención. En este último Programa de Trabajo, además, se pedía que se organizara un diálogo anual en el que participaran las Partes, representantes de los órganos pertinentes establecidos en virtud de la Convención, expertos, profesionales e interesados competentes, a fin de intercambiar sus experiencias e ideas, las prácticas óptimas y las enseñanzas extraídas.

Para la ejecución del Programa de Trabajo de Doha, la COP decidió que los seis elementos del artículo 6o. se dividirían en dos temáticas: la primera abordaría la educación y la formación, y la segunda atendería el acceso a la información, la participación del público y la sensibilización del público (UNESCO y UNFCCC, 2016). En 2020 es cuando se hará la revisión de todo lo que se ha hecho en este marco de trabajo.

Para apoyar el cumplimiento del artículo 6o., la UNESCO y la CM-NUCC realizaron conjuntamente un manual titulado *The Action for Climate Empowerment. Guidelines for Accelerating Solutions through Education, Training and Public Awareness*, que tiene el objetivo de facilitar puntos focales nacionales para implementar actividades de empoderamiento por el clima en sus países y también, de acuerdo con lo que se describe en el manual, puede ser usado por tomadores de decisiones y miembros de organizaciones de la sociedad civil que busquen abordar el cambio climático (UNESCO y UNFCCC, 2016).

TABLA 1

LINEAMIENTOS DE LA GUÍA *THE ACTION FOR CLIMATE EMPOWERMENT. GUIDELINES FOR ACCELERATING SOLUTIONS THROUGH EDUCATION, TRAINING AND PUBLIC AWARENESS*

<i>Phase 1. Initiation</i>
STEP #1 Establish coordination. STEP #2 Gain a strong conceptual base. STEP #3 Take stock of existing national policies and plans. STEP #4 Create a monitoring and evaluation plan.
<i>Phase 2. Planning</i>
STEP #5 Assess needs and delivery capacities. STEP #6 Create draft strategic plan. STEP #7 Conduct stakeholder consultations.
<i>Phase 3. Implementation</i>
STEP #8 Establish cross-sector partnerships for implementation. STEP #9 Mobilize financial and technical resources.
<i>Phase 4. Monitoring, evaluation and reporting</i>
STEP #10 Create a monitoring, evaluation and reporting plan.

FUENTE: UNESCO y UNFCCC, 2016.

Lo descrito en líneas anteriores es, a grandes rasgos, lo que se ha promovido desde el ámbito internacional y lo que han motivado las políticas ambientales en nuestro país, pues han emergido a partir de esto (Terrón, 2004).

En el caso de México, la Secretaría de Educación Pública (SEP) y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) han dado lugar y han impulsado el enfoque de la educación ambiental para la sustentabilidad, mismo que está presente en los actuales programas de estudio del nivel medio básico (Calixto, 2015).

Lo anterior ha generado que el cambio climático se vea como un contenido más de la educación ambiental para la sustentabilidad; sin embargo, la educación referente al cambio climático debe ampliarse más, ya que “el desafío no pasa simplemente con reconocer que necesitamos mucho dinero y cambiar numerosas políticas, sino por convencernos de que tenemos que pensar de manera distinta (radicalmente distinta) para que todos esos cambios sean posibles, siquiera remotamente” (Klein, 2015: 39).

Ahora bien, desde que entró en vigor la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en 2012, se estableció que en el caso de la educación, específicamente en el tema de cambio climático, la SEP y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) son los responsables de desarrollar contenidos y materiales sobre el tema, compromiso que se estipula en los objetivos III y V de la Ley, que dicen lo siguiente: “III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático... V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático”.

Por otro lado, aunque en la Reforma Integral de la Educación Básica de 2011 se establece que se tienen que contemplar contenidos de relevancia social, no se menciona al cambio climático; sin embargo, lo que sí se señala es la educación ambiental para la sustentabilidad (SEP, 2011), entre otros temas, con el objetivo de contribuir a la formación crítica, responsable y participativa de los estudiantes en la sociedad (SEP, 2011).

Esto pareciera indicar que “el sistema educativo aún no está logrando trasladar adecuadamente a la sociedad los rasgos singulares que configuran la cuestión climática” (Heras, 2016).

En el texto titulado *Contenidos de educación ambiental en los libros de texto 2011-2012* se encontró que sólo en los libros de texto de quinto y sexto grado de primaria hay contenidos sobre cambio climático en las asignaturas de Geografía y Ciencias Naturales (SEP y Semarnat, 2011) (véase tabla 2).

TABLA 2

CONTENIDOS TEMÁTICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN NIVEL PRIMARIA

	<i>Grado escolar</i>	<i>Asignatura</i>
Primaria	5o.	Geografía Bloque V. Tema: Cambio climático.
	6o.	Ciencias Naturales Bloque II. Tema: Relación de la contaminación del aire con el calentamiento global y cambio climático.

FUENTE: elaboración propia con datos de SEP y Semarnat, 2011.

En el caso del nivel secundaria, sólo tres asignaturas incluyen el tema de cambio climático en sus contenidos: Ciencias con énfasis en Biología, Tecnología e Historia (véase tabla 3).

TABLA 3
CONTENIDOS TEMÁTICOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN NIVEL SECUNDARIA

	<i>Grado escolar</i>	<i>Asignatura</i>
Secundaria	1o.	Ciencias con énfasis en Biología Bloque II. La nutrición como base para la salud y la vida. Aquí se incorpora el estudio de estrategias planteadas por la ONU en favor del medio ambiente a través del PNUMA con instrumentos como la Carta de la Tierra y la CMNUCC, en el marco del planteamiento de la sustentabilidad como medio para encontrar equidad en el aprovechamiento presente y futuro de los recursos naturales. Bloque III. La respiración y su relación con el medio ambiente y la salud. Se incluye el tema de cambio climático, presentando sus causas y sus consecuencias.
	2o.	Tecnología II Bloque III. La técnica y sus implicaciones en la naturaleza. Se retoma el tema de cambio climático.
Historia I Bloque V. Décadas recientes. Se destaca cómo el desarrollo tecnológico ha devenido en catástrofes ambientales, como lo es el cambio climático.		

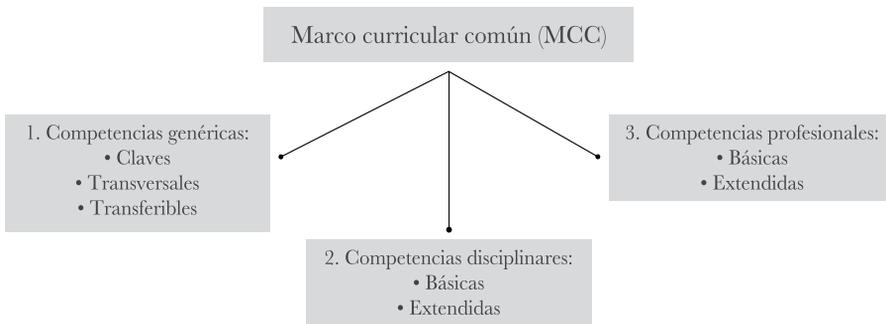
FUENTE: elaboración propia con datos de SEP y Semarnat, 2011.

En lo que se refiere a la educación media superior (EMS), ésta se caracteriza por tener un marco de diversidad, es decir, su oferta educativa ofrece diferentes modalidades y subsistemas a los estudiantes para cubrir las necesidades e intereses; sin embargo, si se tocan algunos contenidos que se relacionan con el cambio climático.

La característica de este nivel educativo es que todas las modalidades y subsistemas de la EMS comparten el marco curricular común (MCM) para la organización de sus planes y programas de estudio; específicamente, las dos primeras competencias (1 y 2) son comunes a toda la oferta académica.

Por su parte, las competencias profesionales básicas y extendidas (3) se definen según los objetivos específicos y necesidades de cada subsistema e institución (SEP, 2017).

FIGURA 1
ORGANIZACIÓN DEL MARCO CURRICULAR COMÚN
DE LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR



FUENTE: SEP, 2017.

Es importante resaltar que, de las tres competencias del MCC, sólo en una de ellas se aborda el tema de cambio climático y se explica a continuación.

De acuerdo con los planes y programas de estudio de la EMS, las competencias disciplinares básicas se organizan en cinco campos disciplinares:

- Matemáticas.
- Ciencias experimentales.
- Ciencias sociales.
- Humanidades.
- Comunicación.

Pero únicamente en dos materias pertenecientes al campo de las ciencias experimentales se revisa contenido sobre cambio climático: Química II y Ecología y Medio Ambiente. En la primera materia se estudian las causas y los posibles efectos del cambio climático, y en la segunda materia, la relación que hay con el efecto invernadero, la alteración del clima, el cambio del nivel del mar y la pérdida de biodiversidad (SEP, 2017).

Lo que se puede concluir después de revisar el documento *Planes de estudio de referencia del componente básico del marco curricular común de la educación media superior* es que la educación en este nivel también se basa en el enfoque de la

educación para el desarrollo sustentable, al igual que primaria y secundaria, y el cambio climático sólo se establece como un tema de actualidad, mas no de urgencia.

En lo referente a la educación superior, únicamente hay una carrera llamada Ciencias Ambientales y Cambio Climático y es impartida por la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, pero hasta el momento sólo ha egresado una generación.

Aunque hay otras carreras que versan sobre ciencias ambientales, energías renovables, sustentabilidad, etcétera, el tema de cambio climático se toca muy poco o nada. A continuación, se enlistarán algunas carreras que tienen una materia de cambio climático, ya sea como materia obligatoria u optativa (véase tabla 4).

Una mención específica debe hacerse al programa Educar con Responsabilidad Ambiental (ERA), que en 2013 fue dado a conocer por el gobierno del estado de Chiapas. Este programa tiene mucha relevancia, ya que es el primer programa de carácter estatal que se enfoca en la educación ambiental, cuyo objetivo era construir una educación saludable y sustentable y, de esta manera, convertirse en el eje vertebral de la educación en este estado; además, buscaba formar estudiantes en un ambiente de responsabilidad y consciencia que les permitiera entender la problemática ambiental y de salud que se vive en su estado. ERA se convirtió en el primer programa de educación ambiental de alcance estatal en nuestro país, que abarcaba las educaciones básica, media superior y superior con un enfoque transversal.

TABLA 4

CARRERAS UNIVERSITARIAS CON MATERIAS OBLIGATORIAS
U OPTATIVAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

<i>Institución y carrera</i>	<i>Nombre de la asignatura que aborda el cambio climático</i>
Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia Licenciatura en Ciencias de la Tierra	Asignaturas optativas de la Orientación de Ciencias Atmosféricas. Nombre de la asignatura: Cambio Climático.
Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia Licenciatura en Ciencias Ambientales	Área de profundización: Ecotecnologías. Estrategias de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Energías Renovables.
Universidad Iberoamericana Licenciatura en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sustentable	En 5o. semestre se estudia la materia titulada Cambio Climático; ésta es de carácter obligatorio.

<i>Institución y carrera</i>	<i>Nombre de la asignatura que aborda el cambio climático</i>
Universidad Autónoma de Tlaxcala Licenciatura en Ciencias Ambientales	En 5o. semestre se ofertan tres materias optativas; una de ellas es Cambio Climático.
Universidad Autónoma de Aguascalientes Licenciatura en Ciencias Ambientales	En 7o. semestre se imparte la materia llamada Cambio Climático, y en 9o. semestre, la materia titulada Planeación ante el Cambio Climático. Ambas son obligatorias.
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Ingeniería en Desarrollo Sustentable	Cambio Climático es una materia optativa.

FUENTE: adaptado de López y Moreno, 2017.

Este programa no dejó de lado los planes y programas de estudio de la SEP, sino que, después de hacer una revisión curricular, se adaptó a él para incluir los contenidos que proponía; además, responde a todos los niveles, desde la educación preescolar hasta las educaciones media superior y superior.

Para apoyar el cumplimiento del programa se crearon libros dirigidos a alumnos de preescolar, primaria, secundaria y educación media superior, así como guías, talleres y cursos de capacitación para docentes.

Con respecto al nivel medio superior, se creó el Consejo de Educación Media Superior para la Sustentabilidad (Cemsus), que nace con el objetivo de articular, fortalecer y dar seguimiento a las acciones que emprende el programa ERA a través del intercambio académico y apoyo interinstitucional, a fin de llevar a cabo actividades como la socialización de estrategias saludables y sustentables, la promoción y fomento del arte y la cultura, además de impulsar acciones de conservación, preservación y fortalecimiento de la biodiversidad del estado, entre muchas otras.

En la educación superior se estableció un Consorcio de Universidades e Instituciones para el Desarrollo Sustentable (Cuides), que busca emprender acciones donde su principal línea temática sea el cambio climático y a partir de ésta generar proyectos académicos y de investigación que propongan acciones que ayuden a la adaptación y mitigación del estado.

Otro de los elementos esenciales del programa ERA es el proyecto Escuelas Saludables y Sustentables, que invita a las escuelas a participar con un proyecto y, después de ser evaluadas, tienen la posibilidad de ser certificadas como escuelas líderes ambientales, lo cual es una manera de reconocer los esfuerzos que se hacen en las instituciones educativas por fomentar prácticas saludables y sustentables.

V. ALGUNOS EJEMPLOS DE EDUCACIÓN NO FORMAL E INFORMAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

En el caso de la educación no formal, se han desarrollado ofertas que se pueden estudiar de forma presencial y otras en forma virtual, entre las que podemos destacar a las siguientes:

El diplomado llamado “Desastres y cambio climático” es coordinado por el Instituto de Investigaciones José María Luis Mora; este diplomado se estudia de manera virtual y hasta el momento lleva cuatro ediciones.

En 2017, el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM presentó el diplomado titulado “Derecho del cambio climático y gobernanza”, coordinado por la doctora Rosalía Ibarra Sarlat e impartido de manera presencial. Actualmente está en curso la segunda edición.

La plataforma de educación en línea llamada “Coursera”, en la actualidad, ofrece algunos cursos que están muy relacionados con el tema climático, a saber: “Bajemos la temperatura: de la ciencia climática a la acción”, “Las estaciones del año y el clima” y “Calentamiento global I: la ciencia y el modelado del cambio climático”. Estos cursos son completamente en línea y gratuitos; además, ofrecen una serie de recursos educativos y didácticos, como videos, lecturas y entrevistas, que contribuyen a que el proceso enseñanza-aprendizaje ocurra de la manera más adecuada.

En 2015 se desarrolló en la plataforma MéxicoX el diplomado titulado “Cambio climático”, dirigido por el doctor Carlos Gay García, coordinador del Programa de Investigación en Cambio Climático (Pincc) de la UNAM.

Asimismo, el Pincc ofrece un seminario mensual en el que se tratan temas relacionados con el cambio climático, al que pueden asistir estudiantes, investigadores y todas las personas interesadas en el tema. Esta actividad tiene la característica de ser transmitido en la página web del programa y en su cuenta de Facebook.

Estos ejemplos son únicamente algunas opciones de todo lo que se ha generado, pues lo que aquí se enlista es mínimo en comparación de todo lo que se ofrece no sólo en México, sino también en el mundo, ya que hay cursos y diplomados que ofrecen diversas plataformas, universidades e instituciones en modalidad presencial, semipresencial y en línea, siendo algunos de ellos gratuitos y otros con costo, así como existe una gran cantidad de libros en la web que se pueden descargar gratuitamente, como todos los que tiene el Pincc en el área de publicaciones de su página electrónica.

Otro aspecto que es importante recalcar es que, a finales de 2017, el INECC lanzó la Campaña Nacional de Comunicación sobre Cambio Climático llamada “Cambio yo, cambias tú, cambia todo”, misma que tiene el

objetivo de sensibilizar e informar a la ciudadanía sobre la importancia de actuar ante el cambio climático a partir de la ciencia y la participación colectiva (INECC, 2017).

Ésta es una campaña dirigida al público en general que se difundió en televisión, radio, prensa y redes sociales, y se caracteriza por tener dos enfoques: por un lado, difundir las buenas prácticas que se llevan a cabo en diversas partes del país para lograr frenar y adaptarnos a los efectos del cambio climático, y, por otro, en redes sociales promover la toma de decisiones informada desde el ciudadano y la sociedad sobre qué es el cambio climático, cuáles son sus efectos y qué se puede hacer para enfrentarlo.

La Campaña se dividió en dos partes: una referida a contenidos basados en información científica actual, mientras que la otra es un llamado a la acción bajo los lemas “Me toca a mí, nos toca a todos” y “Cambio yo, cambias tú, cambia todo”.

Todas las acciones de educación y comunicación mencionadas en los párrafos anteriores son muy importantes para que las personas conozcan, amplíen y complementen sus conocimientos del tema, además de que responden a la realidad del mundo, pues debido a una sociedad creciente, con necesidades y características diferentes, es que surgen estas propuestas, que buscan satisfacer las demandas de aprendizaje de una sociedad en expansión que ya no encuentra respuesta plena en las aulas escolares (Metzger, 1987; Schramm, 1967; Thomas, 1976).

VI. CARACTERÍSTICAS QUE LA EDUCACIÓN CENTRADA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO DEBE CONSIDERAR

La educación para el cambio climático debe considerarse una alternativa de adaptación que, además, contribuya a la reducción de desastres, ya que “la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático comparten varios objetivos, a saber: gestionar la incertidumbre, reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de resistencia de las comunidades expuestas” (UNICEF, 2012).

Y es que, en este caso, nuestro país debe contribuir a la mitigación, pero en mayor medida a la adaptación, pues “México tiene características geográficas que lo colocan como uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático. Su localización entre dos océanos, su latitud y relieves, lo hacen estar particularmente expuesto a diferentes fenómenos hidrometeorológicos” (Gobierno de la República, 2014).

Por lo tanto, en México se deben implementar medidas de adaptación que respondan a los impactos ocasionados por el cambio climático, que se presentarán en el corto, mediano y largo plazo.

En estas medidas también se debe incluir el tema de la reducción de desastres, pues México, al ser vulnerable por cuestiones tanto sociales como de ubicación, tiene mayor probabilidad de que sufra desastres ocasionados por fenómenos como huracanes, sequías, lluvias torrenciales, inundaciones, entre muchos otros; por ende, nuestro país tiene en la educación un arma muy importante para que su población enfrente estos eventos antes, durante y después. Y es que

...la adaptación al cambio climático exige rediseñar las prácticas sociales, económicas y de desarrollo, con el objeto de que respondan efectivamente a los cambios medioambientales nuevos o previstos. De igual manera, la reducción del riesgo de desastres busca influir en la toma de decisiones relativas al desarrollo y a proteger las aspiraciones en materia de desarrollo contra los peligros asociados con el medio ambiente. Si la adaptación y la reducción del riesgo de desastres no se contemplan en el contexto más amplio del desarrollo sostenible, su efectividad será menor (UNICEF, 2012: 14).

Por ello, las características de una educación que considere a estos dos aspectos deben contemplar los siguientes principios:

- 1) *Diferenciación.* Debe enfocarse en las características y necesidades de las personas, considerando aquellos peligros que amenazan a la comunidad o entidad donde éstas laboran o estudian y, en general, al territorio donde viven (Roque *et al.*, 2016). Igualmente, se debe poner especial atención a personas clave, como docentes, educadores no formales y tomadores de decisiones, además de los adultos, pues ellos toman decisiones sobre consumo y otros temas como la elección de sus gobernantes, y los niños, porque serán los consumidores del mañana y estarán en un mundo cada vez más cambiante debido al problema climático.
- 2) *Generalización.* Se debe realizar en todo el territorio nacional, sin excluir a nadie (Roque *et al.*, 2016), implementando diversas alternativas para llegar a cada ciudadano (educación formal, educación no formal y educación informal).
- 3) *Especialización.* Los estudiantes la reciben según su nivel educativo y su campo laboral.
- 4) *Escalonamiento.* Debe iniciar desde los primeros años de la vida escolar, continuando en el resto de los niveles de enseñanza y durante su vida laboral, así como en su área de residencia (Roque *et al.*, 2016).

VII. CONCLUSIONES

Incentivar la educación en cambio climático es imperativo, pues ya no se trabaja para evitar el cambio climático, porque ya está sucediendo y, en muchos casos, ya no podrá revertirse, por lo cual se debe trabajar para reducir sus impactos y para facilitar la adaptación a los cambios en marcha (Meira y Arto, 2010).

La educación es relevante, puesto que puede sentar las bases para contribuir a que las personas conozcan y aprendan de una manera adecuada sobre el cambio climático, sepan por qué ocurre y cuál es el papel que cada uno tiene ante él, y que, además, funcione como una medida de adaptación y propicie la reducción de desastres.

Lo anterior debe ayudar a sensibilizarnos y concientizarnos ante el problema, además de generar cambios en nuestro estilo de vida, considerando que las acciones pequeñas son importantes, pero no son todo, sino que más bien son el inicio de sociedades más conscientes y responsables.

La educación socioambiental, en el caso de los niveles básicos y medio superior que se está impulsando en México, tiene el enfoque de la educación ambiental para el desarrollo sustentable, por lo que se requiere que el cambio climático se revise de una manera más amplia y dejé de ser catalogado sólo como un tema de actualidad, ya que es un problema de carácter global que pone en peligro la vida de la especie humana en el planeta y compromete el cumplimiento de los ODS y el desarrollo sustentable.

También se recomienda que el proceso educativo centrado en cambio climático se caracterice, entre otras cosas, por involucrarse en diferentes áreas, desde la sensibilización, la concientización, la formación y la capacitación de recursos humanos especializados en el tema, teniendo en cuenta las capacidades, las diferencias y las necesidades de las personas, además de utilizar adecuadas estrategias de aprendizaje, materiales y recursos educativos.

Los aspectos antes descritos son sólo algunos elementos que se deben considerar en cualquier propuesta educativa referida al cambio climático, ya que es un tema que se debe socializar con todas las personas y que, a su vez, debe apoyarse de la educación no formal y la educación informal, pues no todas las personas están dentro de un sistema escolarizado; asimismo, en conjunto pueden llegar a un mayor número de personas, desde niños, jóvenes y adultos.

Por último, hay que tener claro que la educación, aunque se ha convertido en un elemento de suma importancia para enfrentar el cambio climático, no es la solución a éste, ya que

...la educación por sí misma no puede resolver este problema ni ningún otro porque no existen problemas exclusivamente educativos, o exclusivamente económicos, o de cualquier otra dimensión de manera exclusiva, sino que estas dimensiones están presentes simultáneamente, muchas veces potenciándose unas a otras, elevando su complejidad (Gutiérrez *et al.*, 2010: 826).

Por lo tanto, las acciones contra el cambio climático deben apoyarse y retroalimentarse de todas las áreas del conocimiento para obtener mejores resultados.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ÁNGELES, M. y GÁMEZ, A. E. (2010), “Eventos extremos, cambio climático y vulnerabilidad en México y Baja California Sur”, en DELGADO, Gian Carlo *et al.* (coords.), *México frente al cambio climático: retos y oportunidades*, México, UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera-CEIICH-Pincc-PUMA.
- AUSTRALIAN GREENHOUSE OFFICE (2005), *Climate Change: Risk and Vulnerability*, Sidney, Allen Consulting Group.
- BERATENES ORGAN FUER FRAGEN DER KLIMAAENDERUNG (BOFK) (2003), *Extreme Events and Climate Change*, Bern.
- CALIXTO FLORES, Raúl (2015), “Educación ambiental para la sustentabilidad en la educación secundaria”, *Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación”*, Costa Rica, vol. 15, núm. 3, septiembre-diciembre, disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44741347026>.
- CONDE, Cecilia (2010), “El cambio climático. De lo inequívoco a lo incierto”, en DELGADO, Gian Carlo *et al.* (coords.), *México frente al cambio climático: retos y oportunidades*, México, UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera-CEIICH-Pincc-PUMA.
- COOMBS, Ph. H. y AHMED, M. (1974), *Attacking Rural Poverty: How Non-Formal Education Can Help*, Baltimore, John Hopkins University Press (*La lucha contra la pobreza rural. El aporte de la educación no formal*, Madrid, Tecnos, 1975).
- DECA, EQUIPO PUEBLO (2012), *La política pública educativa para la atención del cambio climático en el ámbito regional-estatal. Un estudio comparativo (sureste, centro y norte del país)*, México, disponible en: <http://www.equipopueblo.org.mx/descargas/LIBRO%20POLITICA%20PUBLICA%20CAMBIO%20CLIMATI%20CO.pdf>.
- DELGADO, Gian Carlo (2010), “Introducción”, en DELGADO, Gian Carlo *et al.* (coords.), *México frente al cambio climático: retos y oportunidades*, México, UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera-CEIICH-Pincc-PUMA.

- GOBIERNO DE LA REPÚBLICA (2014), *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*, disponible en: www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/transparencia/programa_especial_de_cambio_climatico_2014-2018.pdf.
- GONZÁLEZ GAUDIANO, Edgar (2012), “La ambientalización del currículum escolar: breve recuento de una azarosa historia”, *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, Granada, vol. 16, núm. 2, mayo-agosto.
- GUTIÉRREZ-BARBA, B. et al. (2010), “Educación ambiental en situación de cambio climático”, en RIVERA-ARRIAGA, E. et al. (eds.), *Cambio climático en México un enfoque costero y marino*, Universidad Autónoma de Campeche-Gobierno del Estado de Campeche.
- HERAS, H. F. (2016), “La educación en tiempos de cambio climático: facilitar el aprendizaje para construir una cultura de cuidado del clima”, *Métode. Revista de Difusión de la Investigación*, núm. 85, abril.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC) (2017), Comunicado de prensa de la Campaña de Comunicación sobre Cambio Climático: “Cambio yo, cambias tú, cambia todo”.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2013), “Resumen para responsables de políticas”, en STOCKER, T. F. et al. (eds.), *Cambio climático 2013: bases físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Cambridge-Nueva York, Cambridge University Press.
- KLEIN, Naomi (2015), *Esto lo cambia todo*, Barcelona, Paidós.
- LÓPEZ, Liliana y MORENO, Aura Elena (2017), “Avances educativos en materia de cambio climático”, en RUEDA, C. et al. (coords.), *La gobernanza climática en México: aportes para la consolidación estructural de la participación ciudadana en la política climática nacional*, vol. II: *Retos y opciones*, México, UNAM, Pinc.
- MEIRA, P. A. y ARTO, M. (2010), “La sociedad española ante el cambio climático: conocimientos y valoración del potencial de amenaza”, en HERAS, F. et al. (coords.), *Educación y cambio climático. Respuestas desde la comunicación, educación y participación ambiental*, España, Centro de Extensión Universitaria e Divulgación Ambiental de Galicia.
- METZGER, U. (1978), *Education and Integrated Rural Development Programs*, París, UNESCO.
- NACIONES UNIDAS (2015), “Aprobación del Acuerdo de París”, Conferencia de las Partes, París, disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>.
- NACIONES UNIDAS, “Lucha contra el cambio climático”, *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change/>.

- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM) (2016), “Declaración provisional de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2016”, 14 de noviembre, disponible en: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/declaraci%C3%B3n-provisional-de-la-omm-sobre-el-estado-del-clima-mundial-en>.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM) (2017), “Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2016”, *Boletín de la OMM sobre los Gases de Efecto Invernadero*, disponible en: https://library.wmo.int/pmb_ged/ghg-bulletin_11_es.pdf.
- ROQUE HERRERA, Yosbanys *et al.* (2016), “La educación continuada en el proceso de reducción de desastres: experiencias cubanas”, *Política y Cultura*, núm. 45, disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26745428002>.
- SAUVÉ, Lucie (1999), “La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco de referencia educativo integrador”, *Tópicos en Educación Ambiental*, vol. 1, núm. 2.
- SCHRAMM, W. *et al.* (1967), *The New Media: Memo to Educational Planners*, París, UNESCO.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (SEP) (2011), *Plan de estudios 2011. Educación básica*, México, SEP.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (SEP) (2017), *Planes de estudio de referencia del componente básico del marco curricular común de la educación media superior*, México, SEP.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (SEP) Y SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT) (2011), *Contenidos de educación ambiental en los libros de texto 2011-2012*, México, SEP-Semarnat.
- SHARMA, A. (2007), *Assessing, Predicting and Managing Current and Future Climate Variability and Extreme Events, and Implications for Sustainable Development*, El Cairo, United Nations Framework Convention for Climate Change.
- TERRÓN AMIGÓN, Esperanza (2004), “La educación ambiental en la educación básica, un proyecto inconcluso”, *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, México, vol. XXXIV, núm. 4, 4o. trimestre.
- THOMAS, J. (1976), *Los grandes problemas de la educación en el mundo*, Madrid, Anaya.
- TOURINÁN, J. M. (1996), “Análisis conceptual de los procesos educativos «formales», «no formales» e «informales»”, *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, vol. 8.

UNESCO y UNFCCC (2016), *The Action for Climate Empowerment. Guidelines for Accelerating Solutions through Education, Training and Public Awareness.*

UNICEF (2012), *Adaptación al cambio climático y reducción del riesgo de desastres en el sector de la educación. Manual de recursos*, disponible en: http://unicef.org/ni/media/publicaciones/archivos/SP_UNICEF-Climate-full_report_1.pdf.

CUARTA PARTE
EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CONTEXTO SECTORIAL

CAPÍTULO IX

CAMBIO CLIMÁTICO Y SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

Ricardo Iván CRUZ CANO*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *El marco de los sistemas socioecológicos*. III. *Servicios ecosistémicos*. IV. *Efectos del cambio climático en los sistemas socioecológicos y sus componentes*. V. *Vulnerabilidad y resiliencia en los sistemas socioecológicos*. VI. *Conclusiones*. VII. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, es más común y familiar escuchar o ver en los distintos medios de comunicación/difusión noticias que hacen alusión al cambio climático; sin embargo, es un término que genera sentimientos e ideas contrarios, ya que, por una parte, algunos argumentan que es un invento cuyo objetivo es justificar acciones con tintes comerciales y políticos, mientras que, por otra, está el grupo de personas que afirman que nuestras acciones, patrones de consumo y modelos de desarrollo global han tenido efectos significativos sobre la dinámica planetaria.

Es bien sabido que, a lo largo de la historia de nuestro planeta, el clima ha cambiado como resultado de las complejas interacciones e interdependencias que se dan entre la posición del Sol y de la Luna, la atmósfera, los océanos, la superficie terrestre, la cubierta de hielo —tanto terrestre como marina—, la biota y, recientemente, las actividades humanas (IPCC, 2014; Gay y Rueda, 2015a).

El gran problema que enfrentamos en la actualidad es que estos cambios están ocurriendo con una mayor celeridad que los registrados en los últimos 500,000 años, vinculando este cambio a tasas mayores, con las actividades

* Maestro en Ciencias del Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM; biólogo por la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM; profesor titular de la asignatura “Ecología y Conservación” en la carrera de Biología de la misma Facultad.

por parte del ser humano. Los seres humanos utilizamos los recursos (hábitat, energía y nutrientes, entre otros), que nos brinda nuestro planeta, para desarrollar y satisfacer nuestras funciones vitales; sin embargo, también desarrollamos una serie de actividades (productivas, comerciales, económicas, etcétera) a través de las cuales creamos bienes y servicios (algunas veces superfluos y excesivos para nuestra estabilidad y supervivencia como especie), provocando un desequilibrio tanto en nuestro sistema ecológico-social como en todos los demás ecosistemas de nuestro planeta. Un ejemplo de ello es que, después de la Revolución Industrial y hasta la fecha, como consecuencia de nuestras actividades, hemos alterado la composición química de nuestra atmósfera, al emitir enormes cantidades de gases de efecto invernadero, llegando a niveles más allá de las capacidades de recaptura por parte de la biósfera, la hidrósfera y la litósfera (IPCC, 2014; Gay y Rueda, 2015a).

El cambio climático es un problema ambiental muy relevante para nuestro país porque viene a sumarse, potenciando a los problemas ambientales y sociales que se presentan a lo largo de nuestro territorio. Las consecuencias, sin embargo, no serán las mismas para todos los países, independientemente de cuál haya sido su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero.

Entre las principales consecuencias que habrá, se señala que el cambio climático ocasionado por las actividades antropogénicas causará grandes cambios en la química del mar (disminución del pH), la productividad marina y el incremento de zonas del mínimo de oxígeno, con efectos en la distribución de recursos biológicos y que, a su vez, afectarán el intercambio de dióxido de carbono (CO₂) entre la atmósfera y el océano. Estos temas, sin duda, generarán preguntas fundamentales que tendrán como uno de sus retos principales el entender las condiciones que se verán alteradas en los distintos sistemas ambientales como consecuencia del cambio climático (IPCC, 2014; Gay y Rueda, 2015a; Gay y Rueda, 2015b).

Para poder lidiar con estos efectos potenciales, se requiere de una estrategia integral de desarrollo sustentable, mediante la cual la sustentabilidad ecológica informe y condicione las actividades de todos los sectores del gobierno, de la economía y de la sociedad, a fin de que actúen en conjunto, con una visión y una misión compartidas, para así aprovechar sinergias y crear oportunidades. Un ejemplo de esto es que, ante el fenómeno del cambio climático, se necesitan disminuir las condiciones de vulnerabilidad y riesgos de las áreas urbanas a través de medidas de adaptación concretas, acciones que adquieren mayor importancia si partimos de que los asentamientos humanos en las zonas urbanas de México representan el 77.8% del total de la

población urbana, es decir, 87,397,827 personas, según reporta el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (IPCC, 2014; Gay y Rueda, 2015b).

II. EL MARCO DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

Debido a que nuestra sociedad no se encuentra exenta ni aislada de los efectos que se dan en los sistemas ambientales como consecuencia del cambio climático, es necesario entender o visualizarnos dentro de este contexto y dinámicas, empleando la perspectiva de “sistema complejo”. Este tipo de sistemas se caracterizan por estar compuestos de varias partes “interconectadas” o “entrelazadas”, cuyos vínculos crean información adicional no visible antes por el observador. Como resultado de estas interacciones entre sus elementos, surgen propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. Dichas propiedades se denominan “propiedades emergentes”. Para describir un sistema complejo hace falta no sólo conocer el funcionamiento de las partes, sino también conocer el funcionamiento del sistema completo una vez relacionadas sus partes entre sí, así como sus procesos, retroalimentaciones y dinámicas (Ortega *et al.*, 2014; Castillo-Villanueva y Velázquez-Torres, 2015).

La visión de los sistemas complejos asume que los sistemas sociales y los sistemas ecológicos son interdependientes y no lineales, con retroalimentaciones en diferentes niveles que permiten al sistema autoorganizarse, adaptarse continuamente y cambiar de una manera impredecible. Dicha consideración de que los sistemas sociales y los sistemas ambientales no se encuentran separados permite tener una perspectiva más real de la complejidad de nuestros sistemas (Ortega *et al.*, 2014).

Considerar la resiliencia de los sistemas complejos puede entenderse como una aproximación para organizar y manejar los sistemas socioecológicos (SSE) mediante un énfasis en la capacidad de renovación, reorganización y desarrollo, en donde los disturbios (por ejemplo, eventos climáticos extremos) son parte de la dinámica del sistema y representan oportunidades para el cambio. La resiliencia pone énfasis en las múltiples formas en que un sistema puede responder ante los impactos, incluyendo la habilidad para absorber dichos impactos, aprender de ellos, adaptarse y recuperarse, así como reorganizarse después del impacto (Ortega *et al.*, 2014).

El enfoque de los SSE es un modelo para entender las múltiples relaciones e interacciones que tiene la sociedad con la naturaleza. Este tipo de sistemas son complejos y se caracterizan por tener varios componentes in-

terconectados que involucran flujos de materia y energía (Ortega *et al.*, 2014; Castillo-Villanueva y Velázquez-Torres, 2015). Los SSE son una concepción multidisciplinaria para estudiar las relaciones del ser humano con la naturaleza, considerando las interacciones, las retroalimentaciones, así como los flujos de materia y energía que se dan entre sus componentes.

Es necesario identificar los componentes y regiones de los SSE más vulnerables a estos cambios para poder entender la complejidad de las interacciones de las partes sociales con las ambientales, los componentes más susceptibles a ser alterados, los costos posibles de cada alternativa de manejo elegida, y así poder tomar decisiones y hacer planes de manejo que tengan sustento en la información generada y diseñar estrategias de adaptación que no comprometan la funcionalidad de los ecosistemas, pero tampoco los beneficios obtenidos de ellos para ayudar a los usuarios dependientes de dichos servicios brindados por los ecosistemas, y a los tomadores de decisiones a dirigir esfuerzos, planes de manejo e instrumentos adecuados para un uso más apropiado y sustentable de estos servicios.

III. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Uno de los enfoques para estudiar los SSE que ha adquirido mucha atención es a través de los servicios ecosistémicos (SE), definidos como los beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas, tanto directa como indirectamente. Este término surgió con la finalidad de definir un marco para estructurar y sintetizar el entendimiento biofísico de los procesos en los ecosistemas y sus implicaciones en el bienestar del ser humano.

Las condiciones y los procesos que conllevan a la producción de SE están tan estrechamente relacionados que es difícil categorizarlos. Sin embargo, se ha propuesto dividirlos en cuatro categorías: provisión, regulación, culturales y soporte.

Dichas categorías proveen bienes a distintos niveles del SSE y tienen tres características muy importantes para su seguimiento y evaluación que tanto los científicos como los tomadores de decisiones y los beneficiarios de los servicios deben considerar; dichas características son la variabilidad del ecosistema, la resiliencia y los umbrales (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Brauman *et al.*, 2007; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010; De Groot *et al.*, 2010).

La primera característica (la variabilidad en los SE) consiste en los cambios de los valores o flujos de éstos a través del tiempo debido a factores estocásticos, intrínsecos y/o extrínsecos, mismos que deben ser analizados uno a uno, con la finalidad de entender el comportamiento del sistema de forma

adecuada. Aquella variabilidad estocástica se debe a factores aleatorios e incontrolados, que crean una variabilidad que a menudo es considerada como “ruido” en el comportamiento del sistema. Por otra parte, la variabilidad intrínseca se debe a las propiedades estructurales de un ecosistema, como las oscilaciones en los sistemas en los cuales la depredación o las enfermedades regulan los números poblacionales. Por el contrario, dentro de la variabilidad extrínseca, generada por fuerzas externas al sistema, se puede encontrar la estacionalidad en los sistemas templados y en los sistemas climáticos de mayor duración, como los ciclos de El Niño-La Niña.

La segunda característica de los SE (la resiliencia) es a menudo considerada como una medida de la habilidad de un sistema para regresar a su estado original después de una perturbación, es decir, una desviación en las condiciones que está fuera del intervalo que suele experimentar el sistema. Cuando la duración de la fase de recuperación es corta en comparación con otros sistemas, se dice que el sistema estudiado suele ser más resiliente que otros.

La tercera característica (los umbrales en los ecosistemas) representan desviaciones dramáticas y usualmente repentinas más allá del comportamiento promedio del sistema. Dichos cambios dramáticos, también conocidos como cambios de régimen, cambios catastróficos o estados estables alternativos, a menudo son antecidos por un cambio estacionario en las condiciones internas o externas que incrementan la susceptibilidad de un sistema para ser disparado hacia un estado alternativo.

Cuando se habla de este enfoque de estudio hacia los SE, es fundamental observar aquellas conexiones con los distintos niveles, componentes y procesos de la funcionalidad de los SSE. Tal es el caso de los servicios hidrológicos (SH), que son de vital importancia en la dinámica de cualquier SSE, ya que suelen ser un elemento clave para su funcionalidad, teniendo efectos en múltiples categorías: aporte de agua/provisión, cuerpos de agua/provisión y cultura, ciclo hidrológico y vapor de agua en la atmósfera/regulación (Pérez-Verdín *et al.*, 2012).

Además de ser un punto central de las interacciones de los SSE, el sistema hidrológico es un sistema de alta conectividad ecológica. A diferencia de otros tipos de servicios, el agua se mueve a través de las cuencas y está influenciada por cualquier ecosistema por el que pase; es decir, cualquier ecosistema en contacto con una cuenca afectará los atributos del agua que pase a través de ella, por lo que es de suma importancia entender la provisión, sus flujos y los usuarios de estos servicios. Desde esta perspectiva, es importante entender el papel del sistema hidrológico como un sistema capaz de conectar diferentes ecosistemas y las implicaciones para su uso y beneficio

(Brauman *et al.*, 2007; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010; De Groot *et al.*, 2010; Pérez-Verdín *et al.*, 2012; Harrison-Atlas *et al.*, 2016).

A pesar de la importancia y los efectos que tiene el agua en los SSE, el mal manejo, la deficiencia en la planeación y la falta de información por parte de la sociedad han ido deteriorando, alterando y degradando las características de este servicio, como lo son la cantidad, la calidad, la temporalidad de aporte y el lugar de aporte. Con esto se compromete negativamente la integridad de los ecosistemas, así como la disponibilidad y el aprovechamiento que se les da, afectando de esta manera el bienestar y el aprovechamiento sustentable de los usuarios de estos servicios, por lo que se incrementa su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático (Metzger *et al.*, 2006; Brauman *et al.*, 2007; Ávila, 2008).

Hoy en día, los SE se están vinculando y considerando en la toma de decisiones a través de la amplia promoción de instrumentos para la conservación: por una parte, los instrumentos basados en el mercado, como son los mercados para servicios ecosistémicos o los llamados “esquemas de pagos por servicios ambientales”, y, por otra parte, aquellos instrumentos con enfoques más regulatorios y de valuación no monetaria, como el Convenio de Diversidad Biológica y sus metas de Aichi, o la recién operativa Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. En todos los casos, es reconocido que el concepto de los SE todavía enfrenta múltiples retos respecto a las necesidades de investigación y su aplicación en el apoyo a la política, así como a la determinación de responsabilidades respecto a sus pagos (Newell, 2008; De Groot *et al.*, 2010; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010; Davidson, 2011; Muradian *et al.*, 2013; Mostert, 2015).

IV. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS Y SUS COMPONENTES

El marco de los SSE vuelve explícitas las complejas interacciones entre los ecosistemas y los servicios que proveen con el sistema social o los beneficiarios humanos. Sin embargo, es importante considerar y entender a profundidad estas interacciones y dinámicas, ya que la ausencia de información lleva a un mal manejo de los SSE, que compromete sus elementos e influye en su vulnerabilidad ante impactos y amenazas. En el caso de los sistemas ecológicos, definidos con criterios de composición, estructura y función, esto se refleja en una disminución en la cantidad y calidad de los servicios que proporcionan. Por otro lado, el sistema social tiene cada vez mayor demanda de estos

SE, a consecuencia del desmedido crecimiento poblacional a nivel global y regional, aumentando las dificultades hacia una gestión de los SSE que tenga como enfoque la sustentabilidad (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Pérez-Verdín *et al.*, 2012).

Para poder entender y predecir estos impactos que pueden presentarse a lo largo del tiempo, se recurre al uso de escenarios y modelos climáticos. Los escenarios climáticos se desprenden de modelos numéricos del clima que asimilan el conocimiento actual, tanto en el estado reciente y presente del océano, la atmósfera y la tierra sólida como en las leyes dinámicas y formas de calcular su evolución temporal, que a la fecha se consideran las más precisas.

Los impactos o efectos que se presentarán como consecuencia del cambio climático son, en gran parte, desconocidos respecto a su intensidad, pero se han hecho algunas propuestas o predicciones a partir de datos duros recolectados a lo largo del tiempo. Uno de los principales componentes planetarios y, por ende, prestador de SE a nivel global, regional y local es el agua, en todas sus formas. Debido a su importancia en la determinación y regulación climática, el agua ha sido ampliamente estudiada y aplicada como una variable a considerar en los modelos.

Dentro de las tendencias y resultados que estos modelos arrojan, se ha encontrado que, en términos de las tendencias del calentamiento global, existe para nuestros océanos una enorme incertidumbre. Hacia el pasado reciente, se pueden identificar comportamientos diversos entre regiones: del lado del Pacífico, la costa occidental de la península de Baja California muestra una tendencia estable (sin calentamiento o enfriamiento); el Golfo de California exhibe una tendencia modesta de enfriamiento durante los últimos 20-25 años; la parte más oceánica del Pacífico mexicano en la confluencia con el Golfo de California denota un enfriamiento intenso; la región más tropical muestra un calentamiento intenso, y entre ambas regiones se forma una banda de transición sin tendencia. En el Atlántico, la parte noreste del Golfo de México se ha estado enfriando, en tanto que la parte oeste, junto con el Caribe, se han estado calentando de manera sostenida por lo menos durante los últimos 30 años (Metzger *et al.*, 2006; Ford *et al.*, 2011; Gay y Rueda, 2015a; Locatelli *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2015; Djoudi *et al.*, 2016; Palomo, 2017).

La presión que las actividades humanas imponen sobre los ecosistemas marinos, incluyendo al cambio climático, va en aumento y está teniendo consecuencias diversas. El incremento de CO₂ en la atmósfera se ha reconocido como uno de los problemas más críticos por sus efectos en la escala global, además de su naturaleza irreversible en el tiempo. De manera concatenada, se registran cambios en la temperatura, los patrones de circulación,

la estratificación de la superficie oceánica, los aportes de nutrientes, la disminución de la concentración de oxígeno disuelto y la acidificación del océano, siendo fenómenos con potenciales efectos a escala biológica.

Tendencias del orden de 0.1 °C por década tanto en el Pacífico como en el Golfo de México son ampliamente esperadas en sus aguas superficiales. Un aumento en la estratificación oceánica involucra la controversia del posible cambio en producción primaria asociada con surgencias en el Pacífico y la eficiencia de la mezcla por corrientes de marea. El incremento del orden de 0.5 cm/año en altura significativo en el Pacífico, debido a tormentas invernales, es un escenario robusto, y en el Golfo de México los escenarios apuntan a aumentos y decrementos del orden de 0.2 cm/año, con el signo dependiendo de la localidad. En ambos litorales, el aumento de eventos extremos es el escenario esperado, por lo cual suponemos que la modificación de los patrones climáticos de viento tenga un efecto importante sobre el clima de oleaje (Gay y Rueda, 2015b; Locatelli *et al.*, 2015).

Partiendo del inicio de la era industrial hasta el presente, el pH de las aguas superficiales del océano ha disminuido 0.1 unidades, que equivale a un aumento global de ~30% en la concentración de iones hidrógeno; sin embargo, se prevé que disminuya de 0.3 a 0.4 unidades a escala global hacia finales de este siglo. Las principales causas del incremento del nivel del mar (observado y proyectado) son la expansión térmica (1.10 mm/año), los deshielos de los glaciares y la pérdida de hielo de Groenlandia y Antártida (1.46 mm/año), así como la extracción de agua del subsuelo (0.38 mm/año).

Las tendencias de calentamiento en la superficie del océano influyen sobre la estratificación y la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento del fitoplancton, base de la productividad primaria en los océanos. La intensificación de la estratificación en la mezcla vertical y el flujo de carbono al fondo marino pueden impactar el ciclo del carbono y los procesos en mar profundo. La fauna de mar profundo es vulnerable a cambios ambientales, por lo que algunos cambios que se pudieran considerar “insignificantes” pueden alterar la diversidad biológica de esas zonas. Por otra parte, las observaciones a escala local existentes permitirán comprender las consecuencias del cambio climático a mayor escala.

Asimismo, la destrucción de los ecosistemas costeros y la planeación territorial desarticulada han generado una amplia vulnerabilidad de las costas mexicanas ante los diversos efectos del cambio climático (huracanes y tormentas tropicales, aumento del nivel del mar e inundaciones, cambios de salinidad e hipoxia, acidificación del océano, entre otros). Éstos afectan tanto a los ecosistemas costeros (destrucción de los arrecifes coralinos y manglares, reducción de la biodiversidad, expansión de especies invasoras, erosión

de las dunas y demás) como a las actividades de las poblaciones locales e inversionistas (disminución del turismo, menor rentabilidad de las pesquerías y de la acuicultura, entre otros) (IPCC, 2014; Gay y Rueda, 2015b; Locatelli *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2015).

En las zonas costeras, la adaptación al cambio climático implica, como medidas no suficientes pero necesarias, el monitoreo sistemático integral de los impactos del cambio climático, el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial, entre otros, los cuales deben desembocar sobre un manejo integrado de las zonas costeras.

El nivel del mar es uno de los componentes físicos que se ve afectado por los cambios en el clima, que suele variar por causas naturales, y sólo recientemente como consecuencia de las actividades humanas. Los cambios del nivel del mar ocurren a distintas escalas de tiempo, desde las olas y las mareas con periodos de segundos y horas, respectivamente, pasando por las variaciones estacionales o de escala interanual, hasta las variaciones en periodos de décadas, cientos, miles o millones de años. El incremento del nivel del mar durante este siglo no será homogéneo en todo el planeta, sino que aumentará más en las regiones tropicales. Las variaciones regionales pueden ser mayores al 100% del promedio global (IPCC, 2014; Gay y Rueda, 2015b).

Por otra parte, el sector forestal de México es un gran contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero. La degradación forestal, los incendios y el cambio de uso de suelo liberan continuamente grandes cantidades de CO₂ equivalente. De acuerdo con el Primer Inventario de Emisiones, en 1997 se reportaron 135,857 Gg (gigagramos) CO₂-eq año⁻¹ provenientes de los bosques; en la Segunda Comunicación Nacional 1998 se reportaron 161,422 Gg CO₂-eq año⁻¹; en la actualización del inventario al 2002 se estimaron 99,376 Gg CO₂-eq año⁻¹; en la Cuarta Comunicación Nacional se reportaron 80,162 Gg CO₂-eq año⁻¹, y en la actualización al 2010 las emisiones del sector se determinaron en 73,872 Gg CO₂-eq año⁻¹ (IPCC, 2014; Gay y Rueda, 2015a; Locatelli *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2015; Djoudi *et al.*, 2016; Palomo, 2017).

Estudios para México muestran que la agricultura de temporal y el sector primario en general son vulnerables a los impactos del cambio climático (Appendini y Liverman, 1994; Feng *et al.*, 2010; Luers *et al.*, 2003; Monterroso *et al.*, 2011; Ureta *et al.*, 2012), aunque se señala que aún existe mucha incertidumbre asociada a los escenarios de cambio climático y su aplicación sobre los sectores productivos.

En la parte de salud, los impactos en las enfermedades transmitidas por vectores a menudo están vinculados a la modificación de los ecosis-

temas por parte del ser humano, así como al cambio climático. Debido a que los cambios en las estacionalidades se incrementarán en un futuro como consecuencia del cambio climático, se deben considerar los cambios en la distribución y propagación potencial de este tipo de enfermedades (Purse *et al.*, 2017).

Además de los impactos sobre los componentes de la parte ambiental en los SSE, los principales descubrimientos muestran que, mientras que el análisis intersectorial ha demostrado demasiadas ventajas para un entendimiento y estudio más comprensivo del género, aún no se han involucrado en el campo del cambio climático y género. El cambio climático afectará a la gente de forma diferencial de acuerdo con su contexto cultural, económico, ambiental y social (Djoudi *et al.*, 2016).

A pesar de que muchas actividades pueden conjuntamente contribuir a las estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático, las políticas climáticas generalmente tratan a estas estrategias de forma separada o, en su defecto, no tienen bien claro estos conceptos y sus implicaciones (Locatelli *et al.*, 2015).

V. VULNERABILIDAD Y RESILIENCIA EN LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

El grado de vulnerabilidad que presentan los SSE está en función de tres características clave: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Esta última se entiende como la flexibilidad de los ecosistemas y la habilidad de los sistemas sociales para aprender en respuesta a las perturbaciones. Los factores que determinan esta capacidad adaptativa incluyen la riqueza económica, la tecnología y la infraestructura, la información, el conocimiento y las habilidades, las instituciones, la equidad y el capital social. El riesgo de una demanda no satisfecha de los SH representa una exposición del SSE a impactos negativos, lo cual puede considerarse como un criterio potencial para evaluar el daño a presentar. De tal manera que, cuando el aporte de un SE disminuye, las personas que dependen de ese SE en particular se vuelven más vulnerables en esa región (Turner *et al.*, 2003; Ávila, 2008; Metzger *et al.*, 2006; IPCC, 2014).

Esta vulnerabilidad es el grado en el cual un sistema, subsistema o componente del mismo es propenso a experimentar daño debido a la exposición a un riesgo o peligro derivado de una perturbación o un estrés que los procesos biofísicos y sociales pueden ocasionar a la población y a los ecosistemas (Turner *et al.*, 2003; Ávila, 2008). Uno de los principales fenómenos que incrementan la vulnerabilidad en los SSE respecto al recurso hídrico es el

cambio climático, ya que tiene el potencial para alterar la disponibilidad y distribución de las reservas de agua, que, aunado a la limitada cantidad de este recurso vital, llegará a ser uno de los principales retos a enfrentar en los próximos 50 años (Ávila, 2008; IPCC, 2015; Castillo-Villanueva y Velázquez-Torres, 2015).

El éxito de una estrategia o decisión de adaptación depende del grado de eficacia de las acciones realizadas para enfrentar el cambio climático y la forma en la que influye en otros sistemas para conseguir revertir la vulnerabilidad.

La adaptación puede involucrar la construcción de capacidad adaptativa, ya sea incrementando la habilidad de los individuos, grupos u organizaciones para adaptarse a los cambios, y la implementación de decisiones congruentes, por ejemplo, transformar la capacidad en acción.

VI. CONCLUSIONES

Nosotros como científicos, gracias a la formación que tuvimos, somos capaces de entender la dinámica poblacional, los procesos climáticos que nos sirven para hacer modelaciones y sus respectivas predicciones, las sugerencias e ideas que permiten sopesar los compromisos/objetivos entre producción y protección de nuestros sistemas ambientales. Sin embargo, también es necesario que entendamos y aterricemos en el contexto de que, como parte de la sociedad, nuestras ideas y propuestas deben considerar los arreglos institucionales y de gobierno que se tienen respecto al manejo de los recursos y la toma de decisiones que los involucran.

Asimismo, para evitar que las personas encargadas de hacer ciencia “dura” (ecólogos, físicos, biólogos, matemáticos, químicos, etcétera) frecuentemente se vean frustrados al fallar sus esfuerzos por lograr que sus propuestas permeen o tengan un impacto en el diseño de políticas y toma de decisiones, es necesario formar vínculos con otros especialistas de áreas distintas y hacer llegar el mensaje desde una perspectiva de “ciencia traduccional”, principalmente aplicada a la ecología hoy en día.

La definición que se le ha dado a este nuevo concepto es la realización de investigación científica que involucre un proceso colaborativo en el que los científicos, el gobierno y la sociedad trabajen en conjunto para diseñar una investigación que informe respecto a la toma de decisiones. Este enfoque difiere del de las ciencias “aplicadas”, en donde se requiere un compromiso directo y deliberado de los usuarios finales de la información científica, y específicamente reconoce la responsabilidad compartida para repartir pro-

ductos de investigación “accionables”. Este tipo de aproximaciones ayudan a asegurar que la investigación sea aplicada de una forma significativa. Mediante la exposición de los científicos a diferentes perspectivas de sus sistemas de investigación, puede mejorarse la ciencia básica, al habilitar a los científicos a identificar preguntas novedosas y desarrollar un entendimiento más completo de su campo de trabajo (Schlesinger, 2010; Hallett *et al.*, 2017).

En la “ciencia traduccional”, el objetivo está en representar los significados de las distintas ramas y pasarlas de un lenguaje al otro, conservando tanta información como sea posible. La traducción efectiva, en este sentido, requiere fluidez en ambos lenguajes, los cuales, a su vez, requieren el entendimiento de la cultura en la que cada lenguaje está incrustado. Para ser efectivo este propósito, se requiere del entendimiento de lenguajes, culturas y corrientes políticas, así como de la participación de las comunidades en las cuales las decisiones relevantes son tomadas.

Por otra parte, nuestra problemática para formar vínculos o puentes de comunicación suele originarse al momento de que, cuando queremos involucrarnos con otras disciplinas, nos sentimos incómodos porque nos adentramos a terrenos, concepciones y dinámicas distintas a las que estamos acostumbrados. A pesar de ello, asociarnos y colaborar con nuestros pares de otros campos disciplinarios será cada vez más necesario para poder proponer estrategias y tomar decisiones en este marco de complejidad que involucra nuestras actividades y sus contribuciones al cambio climático.

Como se mencionó antes, el proceso de toma de decisiones no necesariamente representa la aplicación “objetiva” y directa del conocimiento científico para detonar respuestas de las instituciones y los individuos. Un conjunto de factores de índole social, cultural, ético y político se entremezclan dándole un sentido y significado al conocimiento en concretos contextos sociales y territoriales.

Otro de los factores a considerar en la toma de decisiones, planeación y aprovechamiento de los SE son los conocidos como *trade-offs* o transacciones, ya que la producción de un servicio puede venir a expensas de otro. De igual manera, el consumo de recursos por ciertas personas puede venir a expensas del consumo de otros en el futuro. Debido a esto, es indispensable comenzar a trabajar desde una perspectiva más integrativa con la ciencia, con la finalidad de apoyar en la toma de decisiones, a través de entender mejor la provisión y el uso de los SE, así como las implicaciones para la vulnerabilidad del SSE y cómo ésta se relaciona al desarrollo sustentable (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Gómez-Baggethun *et al.*, 2010; Pérez-Verdín *et al.*, 2012).

Entender la complejidad de las interacciones de las partes sociales con las ambientales, partiendo de un contexto de cambio climático, será crucial para poder tomar decisiones y establecer planes de manejo que tengan sustento en la información generada, y no comprometer la salud de los ecosistemas, pero tampoco los beneficios obtenidos de ellos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ADGER, Neil *et al.* (2005), “Successful Adaptation to Climate Change across Scales”, *Global Environmental Changes*, vol. 15.
- APPENDINI, Kirsten y LIVERMAN, Diana (1994), “Agricultural Policy, Climate Change and Food Security in Mexico”, *Food Policy*, vol. 19, núm. 2.
- ÁVILA, Patricia (2008), “Vulnerabilidad socioambiental, seguridad hídrica y escenarios de crisis por el agua en México”, *Ciencias*, núm. 90.
- BRAUMAN, Kate *et al.* (2007), “The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services”, *Annual Review on Environmental Resources*, núm. 32.
- CASTILLO-VILLANUEVA, Lourdes y VELÁZQUEZ-TORRES, David (2015), “Sistemas complejos adaptativos, sistemas socio-ecológicos y resiliencia”, *Quivera*, vol. 17, núm. 2.
- DAVIDSON, Kathryn (2011), “Reporting Systems for Sustainability: What Are They Measuring?”, *Social Indicators Research*, vol. 100, núm. 2.
- DE GROOT, Robert *et al.* (2010), “Challenges in Integrating the Concept of Ecosystem Services and Values in Landscape Planning, Management and Decision Making”, *Ecological Complexity*, vol. 7, núm. 3.
- DI GREGORIO, Monica *et al.* (2017), “Climate Policy Integration in the Land Use Sector: Mitigation, Adaptation, and Sustainable Development Linkages”, *Environmental Science and Policy*, vol. 67.
- DJOUADI, Houria *et al.* (2016), “Beyond Dichotomies: Gender and Intersecting Inequalities in Climate Change Studies”, *Ambio*, vol. 45.
- FENG, Shuaizhang *et al.* (2010), “Linkages Among Climate Change, Crop Yields and Mexico-US Cross-Border Migration”, *PNAS*, núm. 32.
- FORD, Chelcy *et al.* (2011), “Can Forest Management be Used to Sustain Water-Based Ecosystem Services in the Face of Climate Change?”, *Ecological Applications*, vol. 21, núm. 6.
- GAY, Carlos y RUEDA, José (2015a), *Reporte mexicano de cambio climático: Grupo 1. Bases científicas, modelos y modelación*, UNAM, Programa de Investigación en Cambio Climático.

- GAY, Carlos y RUEDA, José (2015b), *Reporte mexicano de cambio climático: Grupo 2. Impactos, vulnerabilidad y adaptación*, UNAM, Programa de Investigación en Cambio Climático.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, Erik *et al.* (2010), “The History of Ecosystem Services in Economic Theory and Practice: From Early Notions to Markets and Payment Schemes”, *Ecological Economics*, vol. 69, núm. 6.
- HALLETT, Lauren *et al.* (2017), “Navigating Translational Ecology: Creating Opportunities for Scientist Participation”, *Frontiers in Ecology and the Environment*, núm. 15.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Ginebra, IPCC.
- LOCATELLI, Bruno *et al.* (2015), “Integrating Climate Change Mitigation and Adaptation in Agriculture and Forestry: Opportunities and Trade-Offs”, *WIREs Climate Change*, vol. 6.
- LUERS, Amy *et al.* (2003), “A Method for Quantifying Vulnerability, Applied to the Agricultural System of the Yaqui Valley, Mexico”, *Global Environmental Change*, vol. 13.
- MARTÍNEZ-HARMS, María José y BALVANERA, Patricia (2012), “Methods for Mapping Ecosystem Service Supply: A Review”, *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*.
- METZGER, M. *et al.* (2006), “The Vulnerability of Ecosystem Services to Land Use Change”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 114.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005), *Chapter 6. Concepts of Ecosystem Value and Valuation Approaches*.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2005), *Chapter 7. Freshwater Ecosystem Services*.
- MONTERROSO, A. *et al.* (2011), “Efectos del cambio climático sobre la distribución potencial del maíz en el estado de Jalisco, México”, *Tierra Latinoamericana*, núm. 29.
- MOSTERT, Erik (2015), “Who Should Do What in Environmental Management? Twelve Principles for Allocating Responsibilities”, *Environmental Science and Policy*, vol. 45.
- MURADIAN, R. *et al.* (2013), “Payments for Ecosystem Services and the Fatal Attraction of Win-Win Solutions”, *Conservation Letters*, vol. 6, núm. 4.
- NEWELL, Peter (2008), “The Political Economy of Global Environmental Governance”, *Review of International Studies*, vol. 34, núm. 3.

- ORTEGA, Tamara *et al.* (2014), “Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos”, *Investigación Ambiental*, núm. 6.
- PALOMO, Ignacio (2017), “Climate Change Impacts on Ecosystem Services in High Mountain Areas: A Literature Review”, *Mountain Research and Development*, vol. 37, núm. 2.
- PÉREZ-VERDIN, G. *et al.* (2012), “Economic Valuation of Watershed Services for Sustainable Forest Management: Insights from Mexico”, en DIEZ, Julio J. (ed.), *Sustainable Forest Management – Current Research*, InTech.
- PURSE, Bethan *et al.* (2017), “How Will Climate Change Pathways and Mitigation Options Alter Incidence of Vector-Borne Diseases? A Framework for Leishmaniasis in South and Meso-America”, *PLoS ONE*, vol. 12.
- SCHLESINGER, William (2010), “Translational Ecology”, *Science*, vol. 329.
- SMITH, Erin *et al.* (2015), “Assessing Socio-Economic Vulnerability to Climate Change Impacts and Environmental Hazards in New South Wales and Queensland, Australia”, *Geographical Research*, vol. 53, núm. 4.
- TURNER, B. *et al.* (2003), “A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 100, núm. 14.
- URETA, Carolina *et al.* (2012), “Projecting Effects of Climate Change on the Distribution of Maize Races and their Wild Relatives in Mexico”, *Global Change Biology*, vol. 18.

CAPÍTULO X

AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESCENARIO INTERNACIONAL

Patricia HERRERA ASCENCIO*
Erik GONZÁLEZ VALLE**

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *El escenario internacional del agua*. III. *Las tendencias en el enfoque internacional del agua*. IV. *Las implicaciones del cambio climático en el agua*. V. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha registrado un rápido ascenso del tema “agua” en todos los foros internacionales, de ahí que este artículo busque describir y analizar las causas que dieron origen a este impulso.

Para tal efecto, partimos de cinco preguntas que serán desarrolladas a lo largo de este documento y que darán su contenido; la visión, por supuesto, es de dos internacionalistas que buscan su interpretación a partir de las teorías de las relaciones internacionales y describir cuál es la opción mejor para ir actuando en esa dirección, sobre todo desde el punto de vista de un país emergente como México. Las preguntas que se desarrollarán a lo largo del escrito son:

- ¿Por qué el tema “agua” está en el escenario internacional?
- ¿Desde cuándo inicia su ascenso?

* Especialista en Asuntos Internacionales del Sector Agua, Coordinación de Asesores, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

** Estudiante de la Licenciatura de Relaciones Internacionales de la Universidad Internacional.

- ¿Cómo se le da identidad internacional al tema “agua”?
- ¿Cuáles son las tendencias?
- ¿Cómo es la relación del tema “agua” con el cambio climático?

Cabe señalar que no se pretende llegar a un estado de conclusión, pero sí identificarlo para establecer estrategias en el accionar presente y el futuro mediato, puesto que la amenaza que se cierne sobre el tema “agua” es progresiva.

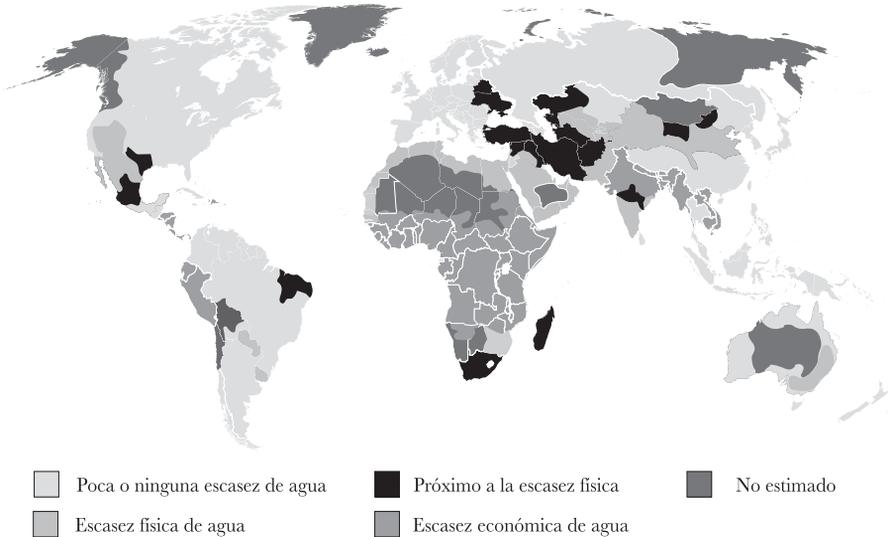
II. EL ESCENARIO INTERNACIONAL DEL AGUA

En las relaciones internacionales hay dos formas de analizar la interacción entre sus actores principales: una tiene que ver con el realismo político, es decir, las relaciones de poder que se dan entre estos actores del quehacer internacional (Morgenthau, 1986: 729), y la otra está relacionada con la teoría del institucionalismo (Brucan, 1974: 352), que resulta ser la antítesis del realismo político, donde su propuesta se centra en la integración mundial, una vez que el poder desaparezca de la escena con motivo de la igualación de las naciones.

Esta caracterización es importante en virtud de que el tema del agua, y en particular el acceso al recurso “agua” en un ambiente internacional, está intrínsecamente relacionado con la lucha del poder, principalmente si se refiere a un acceso entre dos naciones sobre un mismo cuerpo de agua. Y es que, sobre la disponibilidad del recurso, se cierne una amenaza que está vinculada con la escasez (figura 1), derivada de los procesos de sequía asociados al cambio climático y la afectación que la contaminación del recurso tiene por el uso indiscriminado y sin control de una población en constante crecimiento, sobre todo en los países de menor desarrollo.

El agua es un elemento indispensable para la estabilidad mundial, ya que es un factor de desarrollo para cualquier país, pues atiende los cuatro temas prioritarios: la alimentación, la salud, la estabilidad política y el ambiente.

FIGURA 1
ESCASEZ DEL AGUA A NIVEL MUNDIAL



FUENTE: CAWMA (2007, mapa 2.1: 63), reproducido con el permiso del Instituto Internacional de Gestión del Agua (IWMI, por sus siglas en inglés).

Debido a ello, en años recientes el tema del agua ha escalado en la agenda internacional para posicionarse y enraizarse en los aspectos capitales para el logro del desarrollo de las naciones. Pero la política global del agua aún se encuentra en construcción, pues ha desarrollado una débil institucionalización que no produce compromisos vinculantes, por lo que, en términos de negociación internacional, todavía se encuentra en proceso de concretar el manejo de normas, reglas, principios y procedimientos para el establecimiento de un orden internacional del sector, particularmente en temas tan sensibles como las aguas superficiales y subterráneas transfronterizas, o las relacionadas con prioridades financieras o acceso al recurso.

Sin embargo, cabe indicar que, si bien es cierto que la escalada inicia en los setenta, se puede hablar de ciertos momentos de inflexión, que le dan sentido, aunque todavía sin rumbo ni dirección.

La “primera vez” que el tema del agua subió al escenario internacional fue desde su “entorno ambiental”, en 1972, con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano (ONU, 1973); ahí se reconocieron los niveles peligrosos de contaminación, por lo que el Plan de Acción propuso concentrarse en los temas de abastecimiento, alcantarillado y elimi-

nación de desechos, con tecnologías adaptadas a condiciones locales, especialmente en las regiones semitropicales y en las zonas árticas y subárticas, designando como principal órgano competente a la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Después de cinco años, en 1977 el agua ascendió a la esfera de la “planeación” con la celebración de la primera reunión exclusiva del agua: la Conferencia del Agua del Mar del Plata, donde se aprobó un Plan de Acción para evaluar los recursos hídricos y establecer las políticas de planeación y ordenación del recurso, buscando la eficiencia en la utilización del agua, su reuso y aprovechamiento; determinando el impacto negativo de la contaminación del agua en la salud; instrumentando programas para afrontar riesgos naturales; fortaleciendo la participación social para el acceso a la información, educación, capacitación e investigación, así como reconociendo la importancia de la cooperación regional e internacional para el tema.

En la década de los ochenta, para concretar los planes de acción en materia de agua, la ONU instituyó los “periodos decenales”. Así, con relación al caso del Mar del Plata, se designó un decenio de acciones dedicadas a los recursos hídricos; por ello, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el periodo 1981-1990 como el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental, estableciendo que los Estados se comprometieran a lograr una mejora sustancial en las normas, los niveles de suministro de agua potable y saneamiento ambiental, centrando a la cooperación internacional como método de trabajo, e instruyó a la OMS, en colaboración con las comisiones económicas regionales, la evaluación de estas acciones. El resultado fue que 1,500 millones de personas accedieron a un sistema de abastecimiento de agua (OMS, 1991).

A partir de estas acciones se implementó el Programa Conjunto de Monitoreo de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, una metodología para medir el avance de cada país en cantidad y calidad, ejecutado por la OMS y el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia. En el Informe de 2012 se indica que el mundo cumplió, mucho antes de la fecha límite (2015), con la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio: reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso al agua potable (ODM, 2012: 54).

Quince años después, en 1992 se establecen los Principios rectores del agua en una reunión de expertos en la Conferencia de Agua y Medio Ambiente en Dublín. En ésta se identifica la crítica situación de los recursos hídricos a escala global: el agua como finita y vulnerable; la participación de los usuarios en la gestión del agua; el reconocimiento del papel de la mujer en la gestión y protección del recurso, y la consideración del agua como bien económico (SRE y Semarnat, 2008).

En ese mismo año (1992), el Sistema de Naciones Unidas convoca a una reunión mundial sobre medio ambiente y desarrollo (ONU, 2002a); si bien de aquí salieron dos documentos vinculantes para el accionar internacional en temas como cambio climático y biodiversidad, no lo fue para el tema del agua.

No obstante, hay que mencionar que, con respecto al agua, se retoman los Principios de Dublín, elevándolos a la acción gubernamental, y además se le posiciona en la agenda ambiental prioritaria y se inscribe en el capítulo 18 de la Agenda 21 (ONU, 1992), estableciendo seis bases para la acción: 1) la ordenación y aprovechamiento integrados; 2) la evaluación del recurso (discutida en la reunión del Mar del Plata); 3) la protección del recurso, su calidad y los ecosistemas acuáticos; 4) el agua potable y saneamiento; 5) el agua y el desarrollo urbano y rural sostenible, y 6) las repercusiones de temas globales como el cambio climático en el sector.

1. *El accionar internacional no gubernamental en el tema del agua*

En 1996, a partir de una iniciativa no gubernamental de los países del Medio Oriente y Francia, se busca darle identidad al tema del agua a través de una entidad internacional, estableciéndose el Consejo Mundial del Agua (CMA, 2012), el cual ya en 2015 ha realizado siete reuniones, que, dada la creciente preocupación de la comunidad internacional sobre los asuntos mundiales del agua, se ha convertido en una plataforma multiactoral de sesenta países con quince jefes de Estado.

Las siete sesiones del Consejo Mundial del Agua (CMA) fueron celebradas de 1997 a 2015 y son las siguientes: 1o. Marrakech, 1997, “Visión del agua, la vida y el medio ambiente”; 2o. La Haya, 2000, “De la visión a la acción”; 3o. Kioto, Shiga y Osaka, 2003, “Un foro, una diferencia”; 4o. Ciudad de México, 2006, “Acciones locales para un cambio global”; 5o. Estambul, 2009, “Conciliar las divisiones por el agua”; 6o. Marsella, 2012, “Tiempo de soluciones”, y 7o. Daegu y Gyeongbuk, abril de 2015, “Agua para nuestro futuro”. El CMA se ha conformado como el centro de la hidrodiplomacia internacional; además, ha realizado un ejercicio prospectivo sobre el estado futuro de los recursos hídricos globales y a partir de ello se concentra en el diálogo de dos temas transversales: agua-medio ambiente-alimentación y agua-clima, elevando el tema del financiamiento para la infraestructura como herramienta sustancial, y buscando prevenir el escenario de 2025 sobre “escasez de agua” (CMA, 2012a).

En su interactuar con la ONU, el CMA ha definido un Pacto por la Seguridad Hídrica (WWC, 2013: 24), que buscó reconocer el derecho de acceso al agua potable y el saneamiento como un derecho humano, elevándolo en igualdad con otros derechos sociales, como la alimentación y la salud; otorgar prioridad presupuestal al agua en los Estados; adoptar o ampliar las políticas locales y nacionales para regular la demanda de agua, reducir el consumo y mejorar la gobernanza, creando un fondo en 2015 dedicado al “agua para la alimentación” y “agua para la salud”, y asegurar que en la agenda Post 2015 continúe presente el tema del agua.

La parte económica y financiera del sector tomó forma en 1998 con la Conferencia sobre el Agua y Desarrollo Sostenible en París (WaterNunc, 1998) y en 2001 con la Conferencia Internacional de Agua Dulce en Bonn (CIAD, 2001); además de los temas sobre el conocimiento, la gestión, los usos, el desarrollo de capacidades, las estrategias y las tendencias de los recursos hídricos, se identificaron “medios de financiamiento apropiados, para fortalecer la inversión y mantenimiento en infraestructura hídrica”, buscando abrir la oportunidad al sector privado en la gestión y desplazando al Estado hacia su rol de normador y organizador.

2. El accionar internacional gubernamental en el tema del agua

En 2000, en la Cumbre del Milenio se fijó el rumbo de las Naciones Unidas en el nuevo siglo y se aprobó por unanimidad la Declaración del Milenio (ONU, 2000), con metas concretas en el ámbito del desarrollo, seguridad y derechos humanos; en particular, en el tema del agua se propuso reducir a la mitad el porcentaje de personas sin acceso al agua potable para 2015.

Fue en 2002 durante la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, diez años después de la Conferencia de Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible celebrada en 1992 en Brasil, que se reconoció que las metas del capítulo 18 de la Agenda XXI respecto al agua no fueron alcanzadas, por lo cual se hizo un análisis de lo sucedido. Un resultado concreto de la Cumbre de Johannesburgo fue ampliar el alcance del Objetivo de acceso al agua, para incluir el saneamiento y reconocer que el agua es un factor fundamental para la consecución de todos los objetivos de la Declaración del Milenio. Ante ello, la Asamblea General de la ONU proclamó el periodo 2005-2015 como el Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida”, que buscó lograr un enfoque integral del agua como fuente de energía y como insumo central para la agricultura y la industria.

En 2015 se aprobó en la Asamblea General el documento “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, acordado

por consenso. En este documento se inscriben los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las 169 metas de la Agenda 2030. El objetivo 6 es exclusivo del agua —disponibilidad y la gestión sostenible del agua y saneamiento para todos— y se toma en cuenta su transectorialidad con los otros (ONU, 2015: 21).

Al otorgarle el carácter de seguridad al agua, el sistema de la ONU determinó un mecanismo: ONU-Agua, que es un mecanismo interinstitucional establecido en 2003 y que coordina las acciones del agua emprendidas por los organismos del sistema de Naciones Unidas relacionados con el agua (FAO, UNESCO, OMS, etcétera), y que tiene por objetivo proporcionar información a los responsables de las políticas (ONU-Agua, 2017) para enfocarse en dos variables: seguridad hídrica y agua como factor visible del cambio climático —los fenómenos hídricos naturales son la parte del cambio climático que más afecta al desarrollo y la vida diaria de las personas—. Para ello, se le confirió la responsabilidad a través de dos iniciativas: “El Programa para el Desarrollo de la Capacidad en el marco del Decenio. Un programa de asistencia técnica” y “El Programa ONU-Agua para el Decenio sobre Promoción y Comunicación”. Hasta el momento aún no se logran resultados concretos, pero la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), a través de la fase VIII del Programa Hidrológico Internacional y los demás elementos que constituyen la familia del agua, como los centros categoría 2, que ya suman 36 en materia de agua en todo el mundo y, particularmente, dos se refieren a seguridad hídrica, se ha consolidado como el mecanismo más eficaz para los alcances necesarios y da muestras de avance con el fortalecimiento de estas herramientas en esa dirección.

Cabe señalar que, ante la necesidad imperiosa de darle forma a las tendencias internacionales del agua, se han conformado otros esquemas, por ejemplo, los paneles del agua, tales como el Panel de Alto Nivel sobre Agua, el cual es un espacio para desarrollar nuevos trabajos de adaptación que permitan estar mejor preparados ante el impacto de fenómenos climáticos cada vez más intensos, o el Panel Mundial de Alto Nivel sobre Agua y Paz, que busca desarrollar un conjunto de propuestas encaminadas a fortalecer la arquitectura global para prevenir y resolver los conflictos relacionados con el agua y facilitar el uso del agua como un factor importante para construir la paz. Entre sus participantes destacan, por un lado, en el Panel de Alto Nivel la representación por país y, por otro, en el Panel del Agua y la Paz la representatividad de expertos o ex funcionarios de organismos del ámbito nacional o internacional del agua.

3. *La presencia de los paneles internacionales del agua*

Es evidente que el tema del agua es un asunto global y que aún no encuentra dirección ni representación global; por tal motivo, es que hay destellos en todos los ámbitos y ello, una vez más, lo demuestra la creación de dos paneles internacionales, que buscan reproducir el esquema del panel de expertos de cambio climático en cuanto a generadores de conocimiento para identificar las tendencias globales del agua. Esto se verifica a través de la creación del Panel de Alto Nivel sobre Agua (High Level Panel on Water [HLPW]) y el Panel Mundial de Alto Nivel sobre Agua y Paz.

En el caso del HLPW (HLPW, 2016), éste fue convocado por el secretario general de la ONU y el presidente del Grupo del Banco Mundial (el grupo está conformado por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento; la Corporación Financiera Internacional; la Asociación Internacional de Fomento; el Centro Internacional de Arreglo de Diferencias relativas a Inversiones, y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones); está integrado por once jefes de Estado y de gobierno y un asesor especial (Países Bajos, Senegal, Hungría, Tajikistán, Jordania, Bangladesh, Australia, Sudáfrica y Perú; los *co-chairs* son México y la República de Mauricio; el asesor especial es Corea del Sur), y fue anunciado en el Foro Económico Mundial en Davos en enero de 2016 y lanzado oficialmente en abril de 2016 en Nueva York.

La actual conformación del HLPW es una iniciativa de duración determinada, pues fue establecida por un periodo inicial de dos años, y cuyo objetivo central es movilizar el apoyo a un nuevo enfoque del agua que sustentará una perspectiva más sostenible del desarrollo global, como se señala en los 17 ODS, en particular el ODS 6.

El Panel Mundial de Alto Nivel sobre Agua y Paz fue creado en 2015 en Ginebra, con el objetivo de elaborar propuestas para prevenir y resolver conflictos relacionados con el agua y facilitar el uso del agua como un factor importante para construir la paz y mejorar la formulación de políticas a nivel nacional y mundial. Dicho Panel está integrado por expertos y funcionarios de quince países: Camboya, Colombia, Costa Rica, Estonia, Francia, Ghana, Hungría, Jordania, Kazajistán, Marruecos, Omán, Senegal, Eslovenia, España y Suiza. Este Panel busca concretar propuestas/recomendaciones para enarbolar al agua como un instrumento de paz.

Su actividad se centra en cuatro temas principales:

- Identificar mecanismos jurídicos, económicos, financieros e institucionales para incentivar la cooperación multisectorial y transfronteriza en materia de agua.

- Examinar mecanismos para promover la hidrodiplomacia y prevenir los conflictos relacionados con el agua, transfronteriza e intersectorial.
- Promover la aplicación efectiva de los convenios mundiales sobre el agua.
- Fomentar mejores prácticas en la cooperación en materia de agua.

Este Panel es independiente y tiene calidad de observador en las reuniones de ONU-Agua. El Centro de Agua de Ginebra es un *think tank*, el cual actúa como secretaría del Panel.

4. *El agua en la asistencia oficial al desarrollo*

En la asistencia financiera internacional, el agua queda inserta en el tema de la asistencia oficial al desarrollo (AOD), por lo que la entidad encargada de darle seguimiento es el Comité de Asistencia al Desarrollo (CAD), establecido en 1961 y perteneciente a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (Milward, 1984: 527).

La Asamblea General de las Naciones Unidas designó a la década de 1960 como el Decenio de las Naciones Unidas para el Desarrollo, estableciendo dos objetivos específicos: 1) lograr en 1970 una tasa de crecimiento de los países en desarrollo (PED) del 5% anual, y 2) aumentar sustancialmente el flujo de la ayuda internacional y de capital, a fin de llegar lo antes posible, aproximadamente, al 1% de la ayuda de los ingresos nacionales combinados de los países económicamente avanzados (OCDE, 2006: 73).

Fue en esta década cuando el CAD comenzó a publicar sus reportes anuales sobre la ayuda, y desde entonces se volvieron referentes obligatorios de la AOD. Dentro del complejo sistema, el CAD, mediante sus informes, manuales y recomendaciones, ha dictado las líneas de acción en la materia. Actualmente, el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Grupo del Banco Mundial siguen las directrices que se formulan en el CAD. Incluso, los países, para acceder a la AOD, deben estar inscritos en el listado del CAD, que anualmente se revisa y actualiza con base en el nivel de desarrollo que un país alcanza.

En 1970, los flujos de capital del norte desarrollado hacia el sur en vías de desarrollo era una realidad, tanto por la vía multilateral como por la bilateral. Sin embargo, lo más relevante de esta década no son los montos alcanzados, sino el debate en los principales foros internacionales acerca de la “ayuda atada” (OCDE, 2001), es decir, el condicionamiento de los países

donantes hacia los receptores, para que a cambio de la ayuda contraten a las empresas del primero (Catrinus, 1991: 17-19).

Una década después, el CAD comienza a profundizar en el concepto de sostenibilidad, haciendo hincapié en la necesidad de incorporar consideraciones medioambientales a los planes y programas de ayuda al desarrollo.

En 1985, el CAD dedica atención a la efectividad de la ayuda; además, celebra 25 años de AOD y publica el informe “25 años de cooperación para el desarrollo”. En este documento se exponen los avances que países de Asia, África y América Latina han conseguido.

En 1986 se aprueba el documento “Ayuda para el desarrollo, políticas, programas e implicaciones para la coordinación de la ayuda”; en este documento se hace responsable al Estado receptor de coordinar los esfuerzos de las distintas fuentes de recursos para su óptimo aprovechamiento y evitar la duplicidad de esfuerzos. Hay un fuerte énfasis en la necesidad de que los PED preparen, con la asistencia del Banco Mundial, el FMI y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), las estrategias de desarrollo eficaces y programas que puedan servir como base para la coordinación de la ayuda. Esta preocupación central dominará la agenda de las reuniones sobre desarrollo hasta el día de hoy. Con lo anterior, se dieron las bases sobre la arquitectura de la ayuda, la cual descansa en cuatro pilares: la OCDE, el FMI, el Grupo del Banco Mundial y el PNUD. A nivel bilateral, en la actualidad, prácticamente todos los Estados cuentan con una institución estatal dedicada a la gestión de la AOD.

Así, para 2011, el total de la ayuda contabilizada por el CAD fue de \$141,809.79 millones de dólares, de los cuales \$94,826.9 provienen de los países miembros del CAD (OCDE, 2011).

El tema del agua ha sido considerado desde que comenzó la AOD y los fondos han sido dirigidos históricamente al fomento del desarrollo, visto como creación de infraestructura. Fue hasta la década de 1970 que el concepto dentro de la AOD comenzó a ser considerado como parte de los temas del medio ambiente, y no es sino hasta la década de 1990 que el agua irrumpe en la AOD como un concepto integral.

Es tradición que el tema del agua no haya sido suficientemente financiado por la ayuda internacional. Tanto en la vía bilateral como multilateral, los fondos no han sido suficientes para cubrir la enorme brecha de necesidades de los PED. Según los datos de la misma OCDE, la asistencia financiera bilateral ha sido mayor en comparación con la ayuda de fuentes multilaterales (OCDE, 2009: 94). En 2015, los países que más donaron fueron Japón, Alemania, Francia, Estados Unidos y Reino Unido (tabla 1). Los

diez países que aparecen en la tabla representaron el 91.8% del total de la AOD destinada al agua.

TABLA 1

MONTO TOTAL (EN MILLONES USD) DE LOS DIEZ PRINCIPALES
PAÍSES DONANTES DEL CAD DEDICADO AL TEMA DEL AGUA

<i>País donante/año</i>	<i>2005</i>	<i>2011</i>	<i>2015</i>
Japón	601.228819	1797.981505	1165.296985
Alemania	380.009895	688.427918	820.269658
Francia	167.875963	406.151137	407.328596
Estados Unidos	1139.738	397.71012	387.548424
Reino Unido	80.859843	175.825988	282.071302
Suiza	36.96685	139.604197	204.222157
Países Bajos	109.071	243.786512	151.760576
Corea del Sur	...	77.871477	137.393476
Suecia	64.586573	68.562035	95.987069
Australia	33.324955	230.069131	92.913823

FUENTE: elaboración propia con datos de QWIDS, 2017.

En congruencia con la agenda internacional, el tema del agua participa en la AOD. En ese sentido, el CAD, como institución que marca la línea, ha dado seguimiento puntual no sólo al conteo de la ayuda, sino también ha publicado documentos guía en la gestión de los recursos hídricos, como la Planificación Estratégica Financiera para el Abastecimiento de Agua y Saneamiento (PEFAAS), donde se plantea el concepto para diseñar políticas públicas y privadas (OCDE, 2009: 21).

La PEFAAS “se ocupa de garantizar una política nacional del agua realista donde el financiamiento se encuentra disponible para su ejecución”. Este proceso implica desarrollar un enfoque, un proceso metodológico y un producto (políticas), donde la AOD debe ser considerada como complemento de los esfuerzos nacionales y otras formas de financiamiento internacional.

Es por esto que la OCDE advierte que la AOD no debe ser el pilar central de la planificación; antes bien, deben estar claros los objetivos nacionales para buscar recursos a nivel internacional que complementen la inversión nacional, sea ésta pública y/o privada.

Por su parte, el Banco Mundial también reitera que la AOD debe ser un recurso complementario supeditado al contexto nacional de cada Estado, entendiendo al recurso “agua” como un catalizador económico, social, medioambiental, alimentario y, por tanto, político de los entornos nacionales.

III. LAS TENDENCIAS EN EL ENFOQUE INTERNACIONAL DEL AGUA

Dada la importancia que tiene el agua para el desarrollo de un país y considerando un contexto general mundial caracterizado por una postura neoliberal, el manejo de los recursos naturales no puede estar ajeno a esta postura, y es así que en el escenario internacional se desprenden dos corrientes prioritarias:

- 1) La primera corriente es aquella definida por la medida de valor dada a los recursos naturales a partir de su consideración como bien económico, dependiente del orden cambiante de la oferta y la demanda, donde las empresas transnacionales involucradas en el sector apuestan a la privatización del recurso y se asumen como las grandes inversionistas en ciencia y tecnología para la explotación del recurso. Aquí cada país deberá asumir “su capacidad para distribuirlo y regularlo”.
- 2) La otra corriente considera al recurso “agua” como el elemento indispensable para la existencia de la vida y estratégico para el desarrollo de cualquier país, y que se ve de frente a una serie de problemas atraídos por los excesos del modelo económico, como la deforestación, la degradación de las cuencas, el deterioro de la infraestructura, la contaminación, etcétera, y reconoce que las instituciones deben tener una estrategia que advierta la urgencia de contar con los conocimientos, las tecnologías y los grupos científicos multinacionales que permitan enfrentar el impacto negativo y aminorar la problemática de la gestión, definir políticas de uso y conservación, y concientizar sobre la importancia del recurso, su mantenimiento, el acceso a todas las capas sociales y de lo estratégico del Estado en la política del agua, así como de la importancia de la cooperación entre el centro y la periferia. Al respecto, en materia de ciencia y tecnología internacional, las alianzas norte-sur pueden constituir buenas oportunidades de participación; sin embargo, la amenaza en el campo científico es que se pueden reproducir las relaciones centro/periferia, ya que la distribución desigual de la riqueza produce polos de concentración de recursos científicos y regiones que carecen de ellos, y es que los fondos internacionales y otros esquemas tienden a

fortalecer la maquila científica. Estos elementos pueden revertirse a partir de una estrategia que fortalezca lo prioritario local-nacional y determinar lo vital disponible en lo internacional, a fin de perpetuar esquemas de sustentabilidad que lleven a menos vulnerabilidad del recurso, es decir, entramos a un esquema de sociedad del conocimiento (Drucker, 2004: 298).

También al agua se le ha considerado ser un elemento unificador. Es la Unión Europea, a través de su Directiva Marco del Agua, iniciada en 2000 y revisada en 2012, quien le ha dado el elemento unificador, al fortalecer la planeación por cuenca en un territorio unificado. Su visión argumenta que las cuencas hidrográficas y la contaminación no conocen fronteras debido a los siguientes aspectos:

- El agua se gestiona mejor sobre la base de cuenca.
- Las aguas deben alcanzar un buen estado ecológico y químico para proteger la salud humana, el abastecimiento de aguas, los ecosistemas naturales y la biodiversidad.
- La participación de las personas es esencial, porque su gestión está vinculada al resto de las políticas públicas.
- Ante el reto del cambio climático, la integración es el único camino hacia la sostenibilidad.

Con el enfoque de la Unión Europea, tres estrategias clave emergen: 1) transformar la transposición del recurso; 2) fortalecimiento de las redes en lugar de la autoridad centralizada, y 3) ante la imprecisión, múltiples formas de medir los resultados.

Todas estas consideraciones contribuyen a caracterizar el diseño de una nueva arquitectura global, y ello es necesario porque el nivel potencial de conflicto es alto, ya que el 47% de la población mundial que habita en 50 países vive en 214 cuencas transfronterizas y 374 acuíferos internacionales (Hernández, 2009: 21), encontrándose un amplio y complejo proceso que tiende a situaciones extremas de escasez, de ahí que urge determinar la vía hacia la sustentabilidad que abarque todos los espacios de política, cooperación, transferencia de tecnología y asistencia financiera.

Es con esta orientación que, a nivel mundial, un grupo de entidades internacionales científicas concentradas en un organismo patrocinado por el gobierno de la República de Alemania: el Global Water System Project (GWSP), buscan conformar una base científica internacional para realizar el mapeo de conflictividad del agua a nivel mundial.

El GWSP parte del hecho de que los cambios en el sistema global del agua son difíciles de interpretar a partir de la relación causa-efecto, debido a lo intenso y complejo de los vínculos y asociaciones entre las diferentes partes que lo componen. Esta aseveración se basa en datos globales que dimensionan el tamaño del problema respecto al impacto antropogénico en el recurso; por ejemplo:

- Utilizar agua del tamaño de América del Sur para sembrar cultivos.
- Emplear un área del tamaño de África para la crianza de ganado.
- El caudal reducido de muchos ríos del mundo por el incremento de la evaporación causada por los sistemas de irrigación.
- La pérdida de la biodiversidad debido a la disminución en los regímenes de flujo de agua, lo que conlleva a la destrucción del hábitat y a la contaminación con una amplia pérdida de especies.
- El cambio climático global evidenciado en el acelerado ciclo hidrológico por el incremento en la temperatura de la superficie, que a su vez provoca precipitaciones extremas, reducciones sistemáticas en la cobertura de la nieve y el hielo de las montañas, y frecuentes e intensos eventos periódicos de El Niño y La Niña.
- La continua contaminación de aguas superficiales y subterráneas por sales, pesticidas y otras sustancias contaminantes provenientes de las actividades agrícolas, de las actividades industriales y de los asentamientos humanos.
- El impacto de las presas, que atrapan el 30% del flujo de sedimento con su respectiva secuela aguas abajo, influyendo en muchas zonas costeras del mundo, entre otras tantas.

Ante ello, una solución sería inimaginable, de ahí que cualquier propuesta debe considerar un esquema multifacético y multisectorial.

Esta compleja situación ambiental, y particularmente del recurso, cohabita en un entorno mundial de fase crítica superior, que se manifiesta en los órdenes económico, político y social; en este sentido, basta con mencionar las proyecciones de la ONU que apuntan a 9,700 millones de humanos habitando el planeta para 2050, y a 11,200 millones en 2100. En 2012, con una población de 7,097 millones (Banco Mundial, 2012) se necesitó la biocapacidad de 1.6 tierras para suministrar los recursos y los servicios naturales que los seres humanos consumieron ese año (WWF, 2016), lo que conduce a los actores nacionales e internacionales a replantear los esquemas de actuación para afrontar de mejor manera esta condición adversa.

Sumar capacidades para remontar esta situación en un tiempo breve es prioritario; por ello, se han definido puntos básicos de intervención para revertir la crisis del desarrollo, correspondiendo al agua ser uno de ellos, al ser un elemento eje de cualquier esquema de vida. Hoy se cuenta ya con entidades internacionales, como el CMA, el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO, la OCDE, la OMS, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), que dan seguimiento y fortalecen una apremiante agenda mundial en el tema.

De hecho, el tema es tan apremiante que el grupo de países europeos y la misma ONU se han preocupado por el establecimiento de un convenio internacional en materia de agua, a tal grado de contar ahora con dos instrumentos internacionales que aún se estudian y no logran la concurrencia mundial, pero allí están y muestran parte de esa necesidad de contextualizar institucionalmente el recurso. No obstante, a continuación, se presenta de manera breve un comparativo:

El Convenio sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales (UNECE, por su origen en la Comisión de las Naciones Unidas para Europa) se aprobó en Helsinki, Finlandia, el 17 de marzo de 1992 y entró en vigor el 6 de octubre de 1996, y sólo podían adherirse al Convenio los Estados miembros de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) y las organizaciones regionales de integración económica constituidas por esos Estados. El Convenio fue abierto a la firma en la sede de las Naciones Unidas, en Nueva York, el 18 de septiembre de 1992. El 28 de noviembre de 2003, la Reunión de las Partes en el Convenio adoptó la Decisión III/1, por la que se enmendaban los artículos 25 y 26 del Convenio para que todos los Estados miembros de las Naciones Unidas pudieran adherirse a este instrumento. Estas enmiendas entraron en vigor el 6 de febrero de 2013. Además, el 30 de noviembre de 2012, la Reunión de las Partes adoptó la Decisión VI/3, relativa a la adhesión de los países no miembros de la CEPE. En esta decisión, la Reunión de las Partes aclaró que, a los efectos del artículo 25, párrafo 3, toda solicitud de adhesión al Convenio que formularan en el futuro los Estados miembros de las Naciones Unidas “que no fueran miembros de la CEPE se consideraría aprobada por la Reunión de las Partes”.

La Convención sobre el Derecho de los Usos de los Cursos del Agua Internacionales para Fines Distintos de la Navegación (UNWC, por sus siglas en inglés) fue aprobada en Nueva York, Estados Unidos, el 21 de mayo de 1997 y entró en vigor el 17 de agosto de 2014, de acuerdo con el artículo 36(1).

Al respecto, se puede mencionar que ambos documentos coinciden en permitir la participación de cualquier país, del importante papel en el ámbito internacional para mejorar la gobernanza de cuerpos de agua dulce, así como de incentivar la cooperación entre Estados y referirse a los principios de cooperación y mediación.

Sus diferencias son muy sutiles en cuanto al enfoque de regulación, e incluso se podría decir que son complementarios:

- La UNWC se centra en la utilización y participación equitativa y razonable de los cursos de agua internacionales (artículo 5o.).
- El Convenio UNECE se centra en la prevención, control y reducción de impactos transfronterizos (artículo 2o.).

En relación con la cooperación institucional entre los Estados, es decir, sobre la creación de órganos conjuntos, la UNWC (artículo 8o.) la alienta, y el Convenio UNECE (artículo 9o.) la requiere.

La mayoría de los principios enunciados por la UNWC constituyen costumbre internacional, mientras que el Convenio UNECE incorpora principios progresivos que aún no forman parte del derecho consuetudinario internacional y que, por ende, no son obligatorios por sí mismos para los Estados.

En cuanto a la relación de ambas convenciones con otros acuerdos en la materia:

- La UNWC (artículo 3o.) prevé que los Estados pueden celebrar acuerdos específicos adaptando el contenido de la Convención a las características y usos de un curso de agua en particular, y establece que ésta en nada afectará a los derechos y obligaciones derivados de tratados en vigor, siendo una opción de los Estados armonizarlos con los principios de la UNWC.
- El Convenio UNECE (artículo 9o.) requiere a los Estados concertar acuerdos o adaptar los existentes, cuando sea necesario, para eliminar las contradicciones con los principios fundamentales del Convenio.

Finalmente, se concluye en que un Estado podría formar parte de ambos sin problema alguno, debido a que estos tratados no son excluyentes.

En un documento editado por Attila Tanzi, él indica que ambos convenios comprenden los principios de uso razonable y equitativo, aunque la UNWC contiene más detalle para su implementación; además, concluye y

muestra que estos acuerdos no son contradictorios, sino complementarios. A su vez, Tanzi señala que una lectura rápida e inexperta podría concluir que sus propósitos son muy distintos uno del otro; pero una revisión cuidadosa podría revelar que los dos tratados tienen el mismo objetivo y propósito: el uso cooperativo, de administración y protección de los cursos de agua internacionales. Por último, Tanzi distingue el enfoque económico de la UNWC y el ambiental del Convenio UNECE (Tanzi, 2015).

IV. LAS IMPLICACIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL AGUA

En materia de cambio climático, dos son los ámbitos de la actuación: la mitigación y la adaptación. En el caso del agua, se puede decir enfáticamente que el ámbito es la adaptación, porque su impacto, que se manifiesta a través de los fenómenos extremos, como las sequías y las inundaciones, se ve reflejado en la afectación a la infraestructura hidráulica (presas, sistemas de suministro de agua potable, sistemas de saneamiento, etcétera) y a la calidad del agua por la eutrofización, lo cual impacta en la disponibilidad y la calidad a través de la concentración de la contaminación. Por su parte, en el tema de mitigación se tiene que la “captura de metano y utilización de plantas de tratamiento de aguas residuales” se puede usar como generador de electricidad, ya sea para autoconsumo o venta, así como abastecimiento de combustible para vehículos, o bien en sistemas de distribución de gas mediante la captura del biogás y generación de electricidad en las lagunas de estabilización (Noyola, 2013). México cuenta con 746 plantas de lodos activados y 752 lagunas de estabilización (Conagua, 2015).

Aunque en los instrumentos internacionales sigue el énfasis en la mitigación, la adaptación toma fuerza, pero aún hay mucho por hacer. En el recientemente aprobado Acuerdo de París se dice que el agua se asume en el ámbito de la adaptación, y se busca relacionar con la seguridad alimentaria, la integridad de todos los ecosistemas, incluidos los océanos y la protección de la biodiversidad, así como la adopción de estilos de vida, pautas de consumo y producción sostenibles.

Particularmente, hay tres artículos muy relacionados: el artículo 7o., que establece el objetivo mundial de aumentar la capacidad de adaptación; el artículo 9o., que recomienda la cooperación, la asistencia técnica y la ayuda financiera por parte de los países desarrollados, y el artículo 12, que propone adoptar medidas para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y la participación pública.

Por otro lado, el Acuerdo establece dos mecanismos: el Mecanismo Internacional de Varsovia para las Pérdidas y los Daños relacionados con las

Repercusiones del Cambio Climático (artículo 8o. del Acuerdo de París) y el relacionado con el Mecanismo Tecnológico (artículo 10 del Acuerdo de París). Sin embargo, no hace una tácita mención al respecto.

Ello aún preocupa, porque en el V Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) los impactos del cambio climático son abordados, en gran medida, desde una perspectiva de mitigación de gases de efecto invernadero, por las implicaciones observadas en la economía global y por ser la fuente principal del calentamiento global. No obstante, el agua tiene una función básica en todos los procesos de mitigación, vulnerabilidad y adaptación; ello se manifiesta en la información analizada por el Grupo I del IPCC orientado al estudio de la ciencia del cambio climático, por lo que es imprescindible dar un nuevo enfoque a la atención del fenómeno, analizando con profundidad las implicaciones del ciclo del agua y generando estrategias complementarias en materia de gestión integral de los recursos hídricos, que garanticen la seguridad hídrica, la seguridad alimentaria y la soberanía hídrica de los pueblos (IPCC, 2014).

La capacidad para recuperarse y sobreponerse a situaciones adversas requiere condiciones mínimas de calidad de vida de las poblaciones y de los ecosistemas, y deben ser pilares esenciales de las políticas de gestión integral, ya que la pérdida de resiliencia y las dificultades de adaptación tienen altos costos en términos económicos y de supervivencia.

En virtud de su importancia para la vida, los países miembros de la CMNUCC deben ubicar al agua en el centro del debate, pues está presente como causa y efecto en todos los impactos derivados del cambio climático.

Tanto en las tendencias de escasez y seguridad hídrica como de la incidencia, intensidad y frecuencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos que afectan la calidad de vida de las comunidades, la conservación del patrimonio natural, la aparición de nuevas enfermedades y plagas, así como de conflictos por competencia, entre otros, debe emprenderse un nuevo camino en las negociaciones que den cauce a políticas globales de gestión integral y efectiva de los recursos hídricos en términos de seguridad alimentaria, hídrica, sanitaria y de soberanía.

Para ello es urgente generar sociedades del conocimiento con innovación y desarrollo tecnológico, que brinden los elementos científicos necesarios para la toma de decisiones sectoriales y que fomenten una participación efectiva de todos los actores involucrados y el surgimiento de una nueva cultura de uso sustentable y respeto al derecho humano al agua.

De no lograrse este objetivo, se afectará aún más el equilibrio de los ecosistemas y se limitarán las actividades de la vida en general como consecuencia de una mayor vulnerabilidad ante riesgos de desastres naturales —cada

vez más frecuentes e intensos—, así como de los altos niveles de exposición, de la pérdida de resiliencia y de la incapacidad para asegurar un nivel mínimo de condiciones que permitan satisfacer las necesidades de la población.

La contaminación por gases de efecto invernadero, derivada principalmente de la quema de combustibles fósiles; la deforestación, y el cambio de uso de suelo tienen fuertes consecuencias para los recursos de agua dulce y que están asociados con su disponibilidad, ya que se alteran las condiciones físicoquímicas de la atmósfera y esto, a su vez, incide sobre el ciclo del agua, con impactos en la calidad y disponibilidad para su consumo, la distribución en las lluvias, los niveles de evaporación terrestre y marina, la temperatura en el medio de desarrollo de los diferentes organismos que integran los ecosistemas, las fuerzas involucradas en los vientos, los fenómenos hidrometeorológicos y otros fenómenos naturales.

El agua es un bien común finito, en el cual la vida tuvo su origen hace más de 4,000 millones de años y que ha sido testigo de la evolución de las especies, pero también de su extinción a lo largo de todo este periodo, por lo que debe reconocerse que la vida de nuestro planeta depende totalmente de este recurso.

V. BIBLIOGRAFÍA

- BANCO MUNDIAL (2012), “Población, total”, disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?end=2012&start=1960>.
- BRUCAN, Silviu (1974), *La disolución del poder*, México, Siglo XXI Editores.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA) (2015), *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación. Diciembre 2015*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua.
- CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE EL AGUA DULCE (CIAD) (2001), “Recomendaciones de acción”, Bonn, disponible en: <http://www.portalces.org/sites/default/files/migrated/docs/77.pdf>.
- CONSEJO MUNDIAL DEL AGUA (CMA) (2012a), “Logros”, disponible en: <http://www.worldwatercouncil.org/es/quienes-somos/logros/>.
- CONSEJO MUNDIAL DEL AGUA (CMA) (2012b), “Quiénes somos”, disponible en: <http://www.worldwatercouncil.org/es/quienes-somos/vision-mision-estrategia/>.
- DRUCKER, Peter (2004), *La sociedad postcapitalista*, Bogotá, Norma.
- HERNÁNDEZ, Aurora et al. (2009), *Gobernabilidad e instituciones en las cuencas transfronterizas de América central y México*, Costa Rica, Flacso, disponible en: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan046632.pdf>.

- HIGH LEVEL PANEL ON WATER (HLPW) (2016), “Resumen del Plan de Acción del Panel de Alto Nivel sobre Agua”, 21 de septiembre, disponible en: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11284HLPW_Summary_DEF_11-1.pdf.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014), *V Informe del Grupo de Trabajo I*, disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar5/index_es.shtml.
- JEPMA, Catrinus (1991), *The Tying of Aid*, Francia, OECD, Development Centre, disponible en: <https://www.oecd.org/dev/pgd/29412505.pdf>.
- MILWARD, S. Alan (1984), *The Reconstruction of Western Europe*, Londres, Methuen & Co. Ltd.
- MORGENTHAU, Hans (1986), *Política entre las naciones: la lucha por el poder y la paz*, 6a. ed., Buenos Aires, Grupo Editor Latinoamericano.
- NOYOLA, Adalberto *et al.* (2013), *Water and Sanitation: LAC Cities Adapting to Climate Change by Making Better Use of their Available Bioenergy Resources*, Informe Técnico Final, México, UNAM, Instituto de Ingeniería, 30 de septiembre.
- ONU-AGUA (2017), “About United Nations Water”, *UN Water*, disponible en: <http://www.unwater.org/about-unwater/>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1973), *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, Estocolmo, 5 a 16 de junio de 1972*, Nueva York, Naciones Unidas (A/CONF.48/14/Rev.1).
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1992), “Programa 21: capítulo 18”, disponible en: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter18.htm>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (2000), “Declaración del Milenio”, Resolución 55/2 de la Asamblea General, Nueva York, 13 de septiembre, A/RES/55/2, disponible en: <http://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (2002a), “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo”, 26 de agosto al 4 de septiembre, disponible en: <http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/unced.html>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (2002b), “Cumbre de Johannesburgo”, septiembre, disponible en: <http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/index.html>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (2012), *Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe 2012*, julio, disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/mdg/the-millennium-development-goals-report-2012.html>.

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (2015), “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”, 12 de agosto, A/RES/70/1, disponible en: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (1991), “Evaluación del Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental, 1981-1990”, 21 de noviembre, disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/190263/1/EB89_24_spa.pdf.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE) (2001), “Tied Aid Credits”, *Glossary of Statistical Terms*, 18 de noviembre, disponible en: <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=3089>.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE) (2006), *DAC in Dates. The History of OECD's Development Assistance Committee*, Francia, OECD Publications, disponible en: <http://www.oecd.org/dac/1896808.pdf>.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE) (2009), *Strategic Financial Planning for Water Supply and Sanitation*, Francia, disponible en: <http://www.oecd.org/env/resources/43949580.pdf>.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE) (2011), “Monto total de la AOD”, disponible en: <http://stats.oecd.org/qwids/#?x=1&y=6&f=3:51,4:1,5:3,7:1,2:262&q=3:51+4:1+5:3+7:1+2:262+1:1,2,25,26+6:2005,2006,2007,2008,2009,2010,2011>.
- SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES (SRE) Y SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT) (2008), *Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente. El desarrollo en la perspectiva del siglo XXI (1992)*, México, SRE-Semarnat.
- TANZI, Attila (2015), *The Economic Commission for Europe Water Convention and the United Nations Watercourses Convention. An Analysis of their Harmonized Contribution to International Law*, Nueva York-Ginebra, United Nations.
- WATERNUNC (1998), “Conferencia Internacional Agua y Desarrollo Sostenible”, París, disponible en: <http://www.waternunc.com/esp/definsp.htm>.
- WORLD WATER COUNCIL (WWC) (2013), *A Pact for Water Security*, disponible en: http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/world_water_council/documents/official_documents/2013-05_Strategy_2013-2015.
- WORLD WILDLIFE FUND (WWF) (2016), *Planeta vivo. Informe 2016. Resumen*, disponible en: http://d2owuy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/informe_planeta_vivo_2016_riesgo_y_resiliencia_en_una_nueva_era_resumen.pdf.

CAPÍTULO XI

AGUAS TRANSFRONTERIZAS Y CAMBIO CLIMÁTICO: EL CASO DEL RÍO COLORADO

María Obdulia LLANO BLANCO*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Contexto geográfico y socioeconómico de la cuenca del río Colorado*. III. *Problemática actual y perspectivas de futuro*. IV. *Régimen jurídico binacional del río Colorado*. V. *Medidas adoptadas frente al cambio climático*. VI. *Conclusiones*. VII. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

El río Colorado ha sido, y continúa siendo, uno de los principales motores del desarrollo en la región suroeste de Estados Unidos y noroeste de México, desarrollo que no hubiera sido posible sin la “domesticación” que ha sufrido el mismo, hasta el punto de convertirlo en uno de los ríos más regulados del mundo.

Pero también el río Colorado es uno de los más amenazados. Sus aguas ya no alcanzan para satisfacer las necesidades de una región, árida en su mayor parte, que ha crecido de manera extraordinaria en las últimas décadas; además, el cambio climático plantea preocupantes pronósticos para los próximos años, con una disminución importante del caudal ocasionada por su ubicación geográfica.

Para hacer frente a estos grandes retos, es necesario cambiar, entre otras cosas, los paradigmas de una regulación que se encuentra anclada en el siglo pasado. Estados Unidos y México han usado y abusado de la parte que les correspondía de este río, pero las nuevas circunstancias socioeconómicas y climáticas requieren de un nuevo enfoque, tanto en la gestión por parte de

* Licenciada en Derecho por la Universidad de Cantabria, España; directora del Programa de Análisis de Políticas Públicas y Legislación, Defensa Ambiental del Noroeste (DAN), Ensenada, Baja California (México).

cada uno de estos países como en la coordinación y colaboración binacional, partiendo de una perspectiva holística en la que no debe faltar la atención al aspecto ambiental, factor que históricamente se ha dejado de lado en la gobernanza del río, más enfocada en una perspectiva economicista.

Ambos países han comenzado a dar pasos en este sentido, como veremos a continuación, pero aún falta un largo camino por recorrer si queremos llegar a alcanzar la seguridad hídrica en esta región del mundo.

II. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y SOCIOECONÓMICO DE LA CUENCA DEL RÍO COLORADO

Existen vestigios de que la cuenca del río Colorado estuvo habitada desde hace, al menos, 8,000 años (Matson, 1991: 133). Los primeros que la habitaron fueron los pueblos indígenas, que se asentaron a lo largo de las riberas del cauce principal y de sus numerosos afluentes. Posteriormente, en el siglo XVI llegaron los europeos (Sheridan, 2000: 46), y en 1821 toda la cuenca se convirtió en parte del territorio de México, cuando éste se declaró independiente de España.

Veintisiete años después, en 1848, la mayor parte de ésta pasó a integrarse a Estados Unidos mediante el Tratado de Guadalupe Hidalgo, con excepción de los últimos 140 kilómetros de cauce hasta su desembocadura en el golfo de California, que permanecieron en territorio mexicano.

Su nacimiento se sitúa en La Poudre Pass, un área en las Montañas Rocallosas que pertenece al estado de Colorado, y cuenta con numerosos afluentes, siendo los más destacados los ríos Green, Gunnison, San Juan, Little Colorado y Gila, este último ya muy próximo a la frontera con México. En total, el río Colorado discurre a través de más de 2,300 kilómetros, atravesando terrenos pertenecientes a siete estados de Estados Unidos de América (Colorado, Wyoming, Utah, Nevada, Arizona, Nuevo México y California) y a dos estados mexicanos (Baja California y Sonora) (Hinojosa y Carrillo, 2010: 180).

A lo largo de su cauce se han construido alrededor de ochenta presas y lagos artificiales, destacando por su gran tamaño las de Glen Canyon, Hoover, Parker y Davis, en Estados Unidos, y la Presa Morelos, en México. Sus mayores embalses son el lago Powell, ubicado en la frontera entre los estados de Utah y Arizona, y el lago Mead, en la frontera entre Arizona y Nevada.

Desde un punto de vista administrativo, la cuenca del río se divide en territorio norteamericano en Cuenca Alta y Cuenca Baja, a partir de la aprobación del Colorado River Compact, en 1922. Mediante este acuerdo, se

determinó que la Cuenca Alta incluiría aquellas partes de los estados de Arizona, Colorado, Nuevo México, Utah y Wyoming cuyas aguas drenaran naturalmente al sistema del río por encima de Lee Ferry, un punto geográfico en la corriente principal que constituye aproximadamente la mitad de su recorrido, además de todas las partes de estos estados que no integran su sistema de drenaje, pero pueden beneficiarse del agua desviada del mismo por encima de Lee Ferry.

La Cuenca Baja incluye, a su vez, aquellas partes de los estados de Arizona, California, Nevada, Nuevo México y Utah cuyas aguas drenan naturalmente al sistema del río por debajo de Lee Ferry, así como aquellas que no forman parte de su sistema de drenaje, pero pueden beneficiarse del agua desviada del mismo por debajo de ese punto. Ambas cuencas son administradas como organizaciones independientes, bajo la supervisión del Buró de Reclamación de Estados Unidos.

Se calcula que este río y sus afluentes abarcan un área de más de 630,000 kilómetros cuadrados, y suministra agua a 40 millones de personas, incluidas algunas de las ciudades más pobladas del oeste de Estados Unidos, como son Los Ángeles, San Diego, Las Vegas, Denver, Phoenix, Tucson, Salt Lake City, Albuquerque y Santa Fe (Udall y Overpeck, 2017: 2), algunas de ellas ubicadas, incluso, fuera de la cuenca.

Una buena parte de su caudal se destina al riego agrícola, dedicándose cerca del 60% de la superficie de las tierras de cultivo a pastos, alfalfa y otros forrajeros utilizados para alimentar ganado y caballos, cultivos que consumen, aproximadamente, el equivalente a un tercio del flujo anual del río.

Los estados de Arizona y California, así como los dos mexicanos, tienen una mayor diversidad agrícola que el resto de los estados norteamericanos de la cuenca, dedicando más de 3,000 kilómetros cuadrados al cultivo de diversas hortalizas, trigo y algodón, aunque en total consumen poco más de 3,700 millones de metros cúbicos del caudal del río (Cohen *et al.*, 2013: 6).

El resto del agua se destina, en territorio norteamericano, a usos industriales, minería, generación de energía hidroeléctrica y para propósitos recreativos, principalmente.

Por lo que respecta a México, el río Colorado ocupa la región del Valle de Mexicali y el delta, extendiéndose sobre una superficie que abarca apenas el 2% de toda la cuenca. Al igual que ocurre en Estados Unidos, la mayor parte del agua se destina fundamentalmente a la agricultura (un 85%, aproximadamente), siendo ésta administrada por el Distrito de Riego 014 Río Colorado. El resto sirve para satisfacer las necesidades de las principales ciudades de Baja California (Mexicali, Tijuana, Tecate y, más recientemente

te, Rosarito y Ensenada), así como de poblaciones más pequeñas del estado de Sonora, como San Luis Río Colorado (Hinojosa y Carrillo, 2010: 181).

La región del delta abarca actualmente su corriente principal, en un tramo de 140 kilómetros de cauce desde la Presa Morelos, localizada en el poblado de Algodones, en la frontera con el estado de California, hasta su desembocadura, ubicada en el Alto Golfo de California, al igual que una zona de humedales de aproximadamente 100,000 hectáreas, que incluye el corredor ripario del río, además del río Hardy, la Ciénega de Santa Clara, los humedales El Doctor y la zona estuarina intermareal. Históricamente, el delta llegó a extenderse por más de 7,770 kilómetros cuadrados, pero a causa de la desviación de su cauce dejó de fluir de manera continua hacia el golfo de California en los setenta, por lo que las áreas mencionadas anteriormente representan sus últimos vestigios.

Sin embargo, y a pesar del grave deterioro sufrido, esta región continúa siendo ambientalmente muy relevante para América del Norte. Así, en 1993 fue decretada la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, ubicada en aguas de jurisdicción federal del golfo de California y en los municipios de Mexicali, Baja California, y San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco, en Sonora. La misma Reserva cuenta con una superficie de 934,756 hectáreas, de las cuales el 60% son marinas y el 40% restante son terrestres; asimismo, consta de una zona núcleo de 164,779 hectáreas y una de amortiguamiento de 769,976 hectáreas.

La Reserva es una de las áreas naturales protegidas de mayor prioridad en México, toda vez que en 1995 fue incluida en el Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés). Además, la Reserva es un área de importancia para la conservación de las aves en México (AICA) y forma parte de la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (RHRAP) como sitio de importancia dentro de la ruta migratoria del Pacífico de aves acuáticas, y desde 2005 fue incluida en la designación como sitio de patrimonio natural de la humanidad de la UNESCO, junto con las islas del Golfo de California. La Reserva cuenta, asimismo, con tres sitios Ramsar bajo su administración: los Humedales del Delta del Río Colorado, los Humedales Remanentes del Río Colorado y los Humedales de Bahía Adair.

Su relevancia ambiental radica en que en el delta se detienen las aves durante el invierno para cría y/o en sus rutas de migración por el corredor del Pacífico, con 368 especies documentadas, las cuales representan el 55% de todas las de Norteamérica, incluyendo algunas aves endémicas y en peligro de extinción (Zamora *et al.*, 2007: 873). Además, las áreas estuarinas

son un lugar importante de reproducción, cría y alimentación de numerosas especies marinas con un elevado valor económico, como son el camarón y la corvina, así como de especies en peligro de extinción, como la totoaba y la vaquita marina.

III. PROBLEMÁTICA ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

El río Colorado se enfrenta en la actualidad a una amplia variedad de retos y problemáticas, causados por el extraordinario crecimiento poblacional que ha registrado esta zona de Estados Unidos y de México en las últimas décadas, así como por los efectos del cambio climático.

En referencia al crecimiento poblacional, existe la previsión de que en los próximos cincuenta años se alcancen los 76.5 millones de habitantes (Departamento de Interior, 2012: 8), lo cual está causando, y causará en mayor medida en el futuro si no se toman las medidas oportunas, graves problemas para la supervivencia del río, debido a los requerimientos de tal concentración urbana; al incremento de la contaminación de sus aguas, de su extracción y desvío, y de la salinidad; a los riesgos derivados de la introducción de especies de flora y fauna que ponen en peligro el desarrollo de las poblaciones autóctonas, y a una pobre cultura en el cuidado y buen uso del recurso hídrico (Martínez y Patiño, 2012: 11).

Aunado a todo lo anterior, ya de por sí cuestiones muy preocupantes, encontramos en el cambio climático y sus efectos el elemento más perturbador y potencialmente determinante para el futuro de esta cuenca.

1. *Efectos actuales del cambio climático sobre la cuenca del río Colorado*

La elevación de las temperaturas en el aire y en los océanos está provocando un aumento en el deshielo y en el nivel del mar, y un incremento en la variabilidad de las precipitaciones. En este sentido, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático ya manifestó en 2007 que, como consecuencia del cambio climático, la escorrentía fluvial anual y la disponibilidad de agua aumentarían en latitudes altas y en ciertas áreas lluviosas tropicales, y disminuirían en algunas regiones secas, en latitudes medias y en los trópicos, experimentando numerosas áreas semiáridas una disminución de sus recursos hídricos (IPCC, 2007: 9).

Éste es el caso de la cuenca del río Colorado, ubicada en el suroeste de Estados Unidos, y especialmente expuesta al riesgo de sequía, por encontrarse, al igual que el norte de la zona mediterránea, el sur de África o Australia,

entre otros, inmediatamente en el polo de los principales desiertos del planeta, los cuales se proyecta que se alarguen a medida que aumente la temperatura (Feng y Fu, 2013: 10086 y 10087).

De este modo, la región más seca del sur de la cuenca del río Colorado invadirá algunas de las zonas más productivas de nieve y escorrentía en las elevaciones más bajas de las Montañas Rocallosas, resultando dicha nieve imprescindible para la existencia del río, al representar un área que, cubriendo apenas el 15% de toda la cuenca, suministra más del 85% de su caudal total (Hinojosa y Carrillo, 2010: 180).

Además, el aumento de la temperatura provoca una disminución en la escorrentía, debido a que la atmósfera atrae más agua de todas las fuentes disponibles a medida que se calienta, y también incrementa el uso diario de agua por parte de las plantas, lo cual redundará en una menor afluencia de agua, situación que ya está ocurriendo en los ríos semiáridos del suroeste de Estados Unidos.

Otra manifestación evidente de los efectos del cambio climático es el incremento significativo de las temperaturas que se está registrando en los últimos años en Estados Unidos, particularmente en la zona que cubre la cuenca del río Colorado, llegando a aumentar hasta en 2 °F en un periodo de quince años (más de 1 °C) en comparación con mediciones de largo plazo (Garfin *et al.*, 2014: 464). Así, por ejemplo, marzo de 2017 fue el mes que tuvo las temperaturas más altas en el estado de Colorado desde 1895, provocando que la capa de nieve y la escorrentía esperada disminuyeran de manera sustancial ante este récord de calor.

La reducción de la capa de nieve ha provocado un importante decrecimiento en el caudal del río, que ha pasado en los últimos diez años de 24,000 a 20,000 millones de metros cúbicos, promediando los flujos anuales entre 2000 y 2014 un 19% por debajo de los existentes en el periodo de 1906 a 1999. Se trata de la peor sequía quincenal que ha habido en la zona desde que se iniciaron los registros en 1896 (Udall y Overpeck, 2017: 2 y 4).

2. Perspectiva de futuro derivada de los efectos del cambio climático en la cuenca del río Colorado

De acuerdo con los pronósticos existentes, las perspectivas sobre el futuro del río Colorado en relación con el cambio climático y sus efectos no son muy halagüeñas, sobre todo si se mantienen los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) actuales.

Así, por ejemplo, se prevé que para 2050 aumente la temperatura de la cuenca en 5 °F, y en 9.5 °F para 2100 (unos 5 °C), en comparación con el

promedio del siglo XX. Este incremento térmico provocará que el flujo del río sufra una disminución inducida por la temperatura, que oscilaría entre un 11% menos a mediados de siglo y de un 25% a un 35% menos a finales del mismo en un escenario de emisiones de GEI moderadas, mientras que se podría llegar a reducir hasta un 55% a finales del siglo en un escenario de elevadas emisiones de GEI (Udall y Overpeck, 2017: 2).

En cuanto a las precipitaciones, se pronostican periodos con precipitaciones promedio o por encima de la media, y décadas con menos precipitaciones de lo normal. El aumento de las precipitaciones podría moderar un poco la disminución del flujo, pero aún no existe un acuerdo entre la comunidad científica al respecto, aunque sí se predice un riesgo significativo de sequías decenales y multidecenales, lo cual indica que cualquier incremento en la precipitación media probablemente se verá compensado con periodos de sequía prolongada (Udall y Overpeck, 2017: 11 y 12).

IV. RÉGIMEN JURÍDICO BINACIONAL DEL RÍO COLORADO

1. *Marco jurídico binacional*

El 3 de febrero de 1944 se firmó en Washington, D. C., durante la presidencia de Manuel Ávila Camacho, el Tratado entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el Gobierno de los Estados Unidos de América de Distribución de las Aguas Internacionales de los Ríos Colorado, Tijuana y Bravo, desde Fort Quitman, Texas, Estados Unidos de América, hasta el Golfo de México (en adelante, el Tratado de Aguas de 1944), publicándose su promulgación en el *Diario Oficial de la Federación* el 30 de marzo de 1946.

En este Tratado se establecieron las reglas mediante las cuales México y Estados Unidos administrarían conjuntamente las aguas de los ríos internacionales Colorado, Tijuana y Bravo, asignando cantidades de agua de México a Estados Unidos procedentes del río Bravo, y de Estados Unidos a México procedentes del río Colorado. Concretamente, en el caso del río Colorado, el artículo 10 del Tratado de Aguas de 1944 prevé la entrega a México de un volumen garantizado de 1,850,234,000 metros cúbicos anuales procedentes del mismo, cantidad que ha permanecido inalterable hasta la actualidad.¹

¹ Esta cantidad de agua se entrega a México de la siguiente manera: 1,677,545,000 metros cúbicos a través de la Presa Derivadora Morelos, conocida como el “Lindero Internacional Norte”, y 172,689,000 metros cúbicos a través del Canal Sánchez Mejorada, que se

En el citado artículo 10 se precisó también cómo proceder en los supuestos en que existiera un exceso de caudal o una escasez del mismo. En este último caso, cuando se produjera una extraordinaria sequía o un serio accidente al sistema de irrigación de los Estados Unidos que hiciera difícil a éstos entregar la cantidad garantizada por año, el agua asignada a México se reduciría en la misma proporción en que se disminuyeran los consumos en Estados Unidos. Sin embargo, hasta la fecha no ha sido aplicado este apartado del artículo 10 para el río Colorado.

Asimismo, se creó mediante el Tratado de Aguas de 1944 la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), un organismo binacional multidisciplinario que sustituyó a la anterior Comisión Internacional de Límites² y que tiene desde entonces la misión de asegurar la aplicación del Tratado en el área técnica y diplomática, encargándose de solucionar cualquier conflicto que surja entre ambos países respecto al uso y aprovechamiento de las aguas internacionales en la frontera.

La CILA consta de dos secciones: una mexicana y otra estadounidense. Ambas secciones están encabezadas por un comisionado ingeniero, el cual es designado por el presidente del país respectivo. Sus oficinas centrales se encuentran en Ciudad Juárez, Chihuahua (las de la sección mexicana), y en El Paso, Texas (las de la sección estadounidense), aunque tienen representaciones en otras ciudades de la frontera, como es el caso, con relación a la sección mexicana, de Tijuana, Mexicali, Nogales y Reynosa.

Mientras que la sección estadounidense es administrada por el Departamento de Estado, la mexicana es administrada por la Secretaría de Relaciones Exteriores, aunque colaboran con la misma diversos organismos, entre los que se incluyen varias secretarías y otras instituciones, como la Comisión Nacional del Agua; el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; la Comisión Federal de Electricidad; Caminos y Puentes Federales; el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, y la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza, por citar solamente algunos.

Los ámbitos jurisdiccionales de la CILA son muy variados, incluyendo cuestiones referidas a límites territoriales, aguas fronterizas superficiales y subterráneas, y calidad de agua y saneamiento.

encuentra ubicado en San Luis Río Colorado, estado de Sonora, y es denominado el “Líndero Internacional Sur”.

² El 1o. de marzo de 1889 se firmó la Convención entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para Facilitar la Ejecución de los Principios contenidos en el Tratado del 12 de noviembre de 1884 y Evitar las Dificultades Ocasionadas con Motivo de los Cambios que tienen lugar en el Cauce de los Ríos Bravo del Norte y Colorado, mediante la cual se creó la Comisión Internacional de Límites (CIL).

Asimismo, y en desarrollo del Tratado de Aguas de 1944, se han firmado hasta la fecha 323 actas, las cuales describen aspectos operacionales relativos a su implementación, favoreciendo la solución de problemas conjuntos de límites y aguas internacionales. La última fue rubricada en Ciudad Juárez el 21 de septiembre de 2017.

Entre otras cuestiones, dichas actas se han encargado de resolver algunos de los principales conflictos binacionales planteados en referencia a los ríos que forman parte del Tratado, incluidos los del río Colorado.

2. Principales conflictos jurídico-históricos sobre el río Colorado como reflejo de una relación binacional complicada

El hecho de compartir varios ríos de la importancia y envergadura de los que forman parte del Tratado de Aguas de 1944 ha provocado tensiones entre México y Estados Unidos en diferentes momentos desde la entrada en vigor del mismo.

Así, los conflictos más destacados en las últimas décadas en el caso del río Colorado, que ponen de manifiesto la dificultad que representa su gestión para ambos países, han girado en torno a problemas de salinidad, disminución del agua subterránea filtrada hacia México, saneamiento, degradación ambiental del delta y sequía.

En referencia a la salinidad, el río Colorado transporta a lo largo de su recorrido una gran cantidad de sales, que se generan en procesos naturales de disolución de minerales y evaporación del agua, pero también debido a las actividades antropogénicas.

En este sentido, el envío de grandes volúmenes de agua salitrosa procedente de operaciones de lavado de tierras en territorio norteamericano, especialmente a partir de los sesenta, provocó un incremento significativo en la concentración de sales disueltas en el agua que llegaba al Valle de Mexicali, deteriorando de manera importante la capacidad productiva de los suelos.

Para hacer frente a este problema, que aún persiste, se procedieron a firmar varias actas, destacando el Acta 241, “Recomendaciones para mejorar inmediatamente la Calidad de las Aguas del Río Colorado que llegan a México” (firmada el 14 de julio de 1972 en El Paso, Texas), y el Acta 242, “Solución Permanente y Definitiva del Problema Internacional de la Salinidad del Río Colorado” (firmada el 30 de agosto de 1973 en la Ciudad de México), mediante la cual se establecieron límites para la salinidad de las aguas enviadas a México, que son actualmente monitoreadas tanto en el Lindero Internacional Norte como en el Lindero Internacional Sur.

Otro de los conflictos planteado a nivel binacional se debió a la disminución del agua subterránea que llegaba a México, a causa del revestimiento del Canal Todo Americano. Dicho Canal, que corre paralelo a la frontera con México, entró en funcionamiento en 1942 y tiene 132 kilómetros de longitud. Se utiliza para enviar agua del río Colorado desde la Presa Imperial hacia la zona agrícola del valle del mismo nombre, en el estado de California, regando más de 200,000 hectáreas de cultivos y abasteciendo también a diversas ciudades de dicho estado.

En 2006, el gobierno de Estados Unidos decidió, de manera unilateral, revestir 37 kilómetros del Canal, con el objeto de impedir las filtraciones e irrigación natural subterránea hacia los acuíferos situados en territorio mexicano. Tal acción por parte de Estados Unidos vulneró el Acta 242 CILA, que contiene una cláusula mediante la que cualquier obra en la frontera que pudiera afectar adversamente al otro país debe ser consultada previamente a su realización, y generó numerosas protestas en México, e incluso una demanda por parte de organizaciones civiles en contra del gobierno norteamericano, que finalmente no prosperó. Actualmente, el Canal Todo Americano continúa en funcionamiento, provocando a partir de su revestimiento serios impactos ambientales, sociales y económicos en el área del Valle de Mexicali.

Una tercera cuestión que ha provocado conflictos entre ambos países es la contaminación y saneamiento del río, junto con la de los ríos Nuevo y Tijuana, que se inician en México y desembocan en Estados Unidos, los cuales han recibido mucha atención debido al elevado nivel de residuos que han transportado históricamente.

En el Acta 261, “Recomendaciones para la Solución de los Problemas Fronterizos de Saneamiento” (firmada el 24 de septiembre de 1979 en El Paso, Texas), se definió al saneamiento, para los efectos del Tratado de Aguas de 1944, como

Cada uno de los casos en que las aguas que crucen la frontera, incluyendo las aguas costeras, o escurran por los tramos limítrofes de los ríos Bravo y Colorado, tengan condiciones sanitarias tales que representen un riesgo para la salud y el bienestar de los habitantes de cualquier lado de la frontera o impidan el uso benéfico de dichas aguas.

Respecto a la degradación ambiental del delta del río Colorado, la misma no ha sido sino una consecuencia inevitable del control al que éste ha sido sometido, provocando que durante muchas décadas no llegara agua a la desembocadura. A pesar de su importancia ambiental, apenas desde 2000 comenzó a plantearse a nivel binacional la necesidad de atender este problema. Así, en dicho año se firmó en Ciudad Juárez el Acta 306, denominada

“Marco Conceptual entre México y Estados Unidos para el Desarrollo de Estudios que permitan emitir Recomendaciones respecto a la Ecología Ribereña y del Estuario del Tramo Limítrofe del Río Colorado y su Delta”.

Posteriormente, se firmó el 16 de abril de 2010 en Yuma, Arizona, el Acta 316, mediante la cual se utilizó un dren de desvío (el Wellton Mohawk) y la infraestructura necesaria en Estados Unidos para conducir, durante la prueba piloto de una planta desaladora en Estados Unidos, la cantidad de 12.3 millones de metros cúbicos de agua hacia la Ciénega de Santa Clara, un área de humedales ubicada en el interior de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado que provee un hábitat crítico para varias especies de vida silvestre, particularmente para varias especies de aves y peces amenazadas o en peligro de extinción.

En 2010 se firmó el Acta 317, denominada “Marco Conceptual para las Conversaciones México-Estados Unidos, relativas a las Acciones de Cooperación sobre el Río Colorado” (el 17 de junio, en Ciudad Juárez), por la cual se acordó continuar con las conversaciones entre ambos países relativas a la conservación del agua del río, la identificación de nuevas fuentes de suministro, la mejora en la operación del sistema hidrológico e hidráulico, y también en la búsqueda de agua para propósitos ambientales.

Dos años después, en noviembre de 2012, se firmó en Coronado, California, el Acta 319, “Medidas Interinas de Cooperación Internacional en la Cuenca del Río Colorado hasta el 2017 y Ampliación de las Medidas de Cooperación del Acta 318, para atender los prolongados efectos de los sismos de abril de 2010 en el Valle de Mexicali, Baja California”, que estuvo vigente hasta el 31 de diciembre de 2017, y mediante la cual se acordó, entre otras cosas, establecer un programa piloto destinado a proporcionar agua para el ambiente en el tramo limítrofe del río Colorado y su delta, a través de la aportación de flujo pulso y flujo base, con la participación de los gobiernos de ambos países y organizaciones de la sociedad civil.

Finalmente, el 21 de septiembre de 2017 se firmó también en Ciudad Juárez la última Acta aprobada hasta la fecha, denominada “Ampliación de las Medidas de Cooperación y Adopción de un Plan Binacional de Contingencia ante la Escasez de Agua en la Cuenca del Río Colorado”, que estará en vigor desde el 1o. de enero de 2018 y hasta el 31 de diciembre de 2026.

En el desarrollo y negociación del Acta 323 han participado, por parte de México, numerosos organismos federales y estatales, como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Sociedad de Responsabilidad Limitada Distrito de Riego 014 (del Valle de Mexicali), la Secretaría de Fomento Agropecuario y la Comisión Estatal del Agua de Baja California, y las

comisiones estatales de Servicios Públicos de Mexicali y Tijuana, y también organizaciones de la sociedad civil e instituciones académicas, como Pronatura Noroeste, el Colegio de la Frontera Norte y la Universidad Autónoma de Baja California, entre otras.

V. MEDIDAS ADOPTADAS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los compromisos alcanzados en las últimas actas de la CILA representan un paso muy importante en la colaboración binacional entre México y Estados Unidos en el marco de la gobernanza del río Colorado y en la adopción de medidas frente al cambio climático. Además, en el caso de México, el Ejecutivo Federal, los gobiernos locales y las diferentes organizaciones de la sociedad civil han implementado también medidas en ese sentido.

1. *Medidas adoptadas desde la perspectiva binacional*

El Acta 319 supuso un parteaguas en la relación binacional respecto al río Colorado en materia hídrica y ambiental, ya que privilegió el concepto de manejo integral del agua y la cooperación binacional como estrategias para garantizar la sustentabilidad del recurso y el desarrollo económico de la región, respetando el cumplimiento de las obligaciones internacionales en un escenario de cambio climático y disponiendo de medidas para los casos de escasez y de exceso de agua en la cuenca.

En los supuestos de escasez, por ejemplo, el Acta 319 estableció la posibilidad de reducir el volumen de agua entregada a México con base en la proyección de la elevación del embalse del lago Mead, aunque hasta el momento, y a pesar de la sequía existente en los últimos años, no ha sido necesario llevar a cabo dicha reducción.

Por su parte, el Acta 323, además de continuar con las medidas ya establecidas en el Acta 319, incluye la adopción de un Plan Binacional de Contingencia ante la Escasez de Agua, que supondría añadir recortes adicionales a los ya previstos en el Acta 319 en función del almacenamiento existente en el lago Mead.

Debido a que todavía se encuentra en proceso de aprobación un Plan de Contingencia contra la Sequía por parte de los estados que conforman la Cuenca Baja en Estados Unidos (que son los más reacios a adoptar medidas al respecto), México ha dispuesto que no entrará a formar parte del Plan Binacional hasta que sea puesto en práctica el Plan de Contingencia de la

Cuenca Baja. Dentro de los cien días calendario siguientes a la fecha en que el comisionado estadounidense haya efectuado la notificación al comisionado mexicano de que el Plan en la Cuenca Baja entró en vigor, se procederán a especificar los detalles de la implementación del Plan Binacional de Contingencia ante la Escasez de Agua en un informe conjunto de ingenieros principales.

También se firmaron en el Acta 323 compromisos respecto a proyectos de conservación y aumento de la disponibilidad de agua a través del mecanismo de inversiones en la infraestructura, que permitirán que una parte del agua producida pueda utilizarse para las necesidades de agua del ambiente, en tanto que otra porción de ésta podría ser distribuida entre los dos países por un periodo determinado, como se hizo en el Acta 319.

En ese contexto, los comisionados observaron la posibilidad de desarrollar e implementar proyectos de conservación en las siguientes categorías: revestimiento de canales, conservación a nivel parcelario, vasos reguladores, descanso de tierras, modernización y tecnificación en los distritos de riego, mejoras en la operación del sistema y creación de humedales y reúso de aguas tratadas.

Así, por ejemplo, Estados Unidos contribuirá con un importe monetario para desarrollar proyectos de conservación en México, asignándose a éste toda el agua conservada o generada mediante esta inversión, a excepción de ciertos volúmenes destinados a cumplir con el compromiso de Estados Unidos de agua para beneficio del ambiente, de agua para el sistema en beneficio de todos los usuarios y de agua para su uso en Estados Unidos, en consideración de las inversiones referidas, al tiempo que nuestro país deberá tomar las acciones necesarias para cumplir con sus compromisos en la misma proporción y al mismo tiempo en que se efectúen las transferencias de fondos estadounidenses.

Respecto al agua destinada al ambiente, los gobiernos de México y Estados Unidos, junto con una coalición binacional de organizaciones de la sociedad civil, deberán aportar cada uno cierto volumen fijado de antemano para continuar recuperando el delta, además de un importe monetario para el financiamiento de investigación científica, monitoreo y proyectos de restauración, como ya se había acordado en el Acta 319. También se llegó a un compromiso de colaboración con el objetivo de encontrar nuevas fuentes de abastecimiento de agua y financiamiento, así como para desarrollar y mantener un plan integral anual de entrega de agua y de restauración, con el apoyo de un equipo binacional experto en ciencia, entre otros objetivos.

2. *Medidas adoptadas desde la perspectiva de las políticas públicas federales y locales en México*

Desde el punto de vista de las políticas públicas mexicanas, las diversas instancias de gobierno, tanto federales como locales, comenzaron a desarrollar hace años instrumentos en los que se incluían medidas para enfrentar el cambio climático, principalmente para dar cumplimiento a los compromisos contraídos por el Estado mexicano en el ámbito internacional.

Estas medidas están enfocadas tanto en la mitigación de sus efectos, a través de un paulatino abandono del modelo energético actual dependiente de la economía del petróleo y en favor de otras fuentes de energía renovables, con la consiguiente reducción en las emisiones de GEI, como en la implementación de medidas de adaptación, a fin de disminuir la vulnerabilidad ante sus efectos. Las mismas medidas pueden clasificarse en legislativas y de planificación y programáticas, que derivan de las anteriores.

Entre las medidas legislativas adoptadas destaca la aprobación de un conjunto de normas jurídicas relacionadas con el cambio climático y las acciones para mitigar sus efectos o adaptarse a las nuevas condiciones ambientales. Cabe mencionar, en este sentido, la aprobación de tres leyes en 2008: la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para la Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos.

Posteriormente, en 2012 entró en vigor la Ley General del Cambio Climático, que convirtió a México en el primer país en desarrollo en contar con una ley en la materia, así como el Reglamento que desarrolla la anterior en referencia al Registro Nacional de Emisiones en 2014, mismo año en que se aprobó la Ley de Energía Geotérmica. En 2015, por su parte, entró en vigor la Ley de Transición Energética, que abrogó la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética y la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

Aunado a los avances legislativos, las autoridades federales han diseñado diferentes estrategias, como la Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40 (ENCC Visión 10-20-40), y la Estrategia Nacional de Calidad del Aire, además de incorporar actuaciones al respecto en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 y en el Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables 2014-2018, por citar solamente algunos.

En este sentido, México fue el primer país emergente en dar a conocer sus metas nacionales de calidad de aire y clima al 2030, al exponer sus Con-

tribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC, por sus siglas en inglés) con anterioridad a la celebración en diciembre de 2015 de la Cumbre Climática Global de Naciones Unidas COP 21.

Por lo que respecta a las entidades federativas, muchas de ellas ya han publicado sus leyes y programas estatales de cambio climático. En el caso de la región noroeste del país, el estado de Baja California cuenta desde 2012 con una Ley de Prevención, Mitigación y Adaptación del Cambio Climático, así como una Ley de Impulso a la Eficiencia Energética y una Ley de Energías Renovables, mientras que en el estado de Sonora se encuentran vigentes una Ley de Fomento de Energías Renovables y Eficiencia Energética y una Ley de Fomento de la Cultura del Cuidado del Agua, aunque aún no se ha aprobado una ley específica sobre cambio climático. Asimismo, ambos estados cuentan con inventarios estatales de emisiones de GEI y con planes estatales de acción ante el cambio climático.

Sin embargo, la consecución de los ambiciosos fines que promueven todas las leyes, las estrategias y los programas mencionados, con el objeto de hacer frente a los efectos del cambio climático, aún se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo. Así, por ejemplo, la ENCC Visión 10-20-40 proyecta, respecto de los recursos hídricos, que en un periodo de veinte años debería existir la infraestructura suficiente para un manejo sustentable y eficiente del agua, y que el uso eficiente de los mismos ayudará a restaurar las funciones ecológicas y físicas de los cuerpos de agua, mientras que en un lapso de cuarenta años se debería haber asegurado el balance hídrico mediante el uso sustentable y eficiente del agua, así como la conservación y el uso sustentable de los ecosistemas para ayudar a la resiliencia de los mismos al cambio climático, y deberían existir niveles adecuados de resiliencia a nivel local (ENCC Visión 10-20-40, 2013: 23). Lamentablemente, la realidad actual en el país dista mucho aún de los objetivos propuestos.

En el caso concreto del estado de Baja California, las autoridades gubernamentales están promoviendo activamente en los últimos años la obtención de agua procedente de fuentes alternas al río Colorado, dando prioridad a la construcción de desalinizadoras, pues los acuíferos se encuentran también sobreexplotados. No obstante, esta técnica, consistente en retirar la sal del agua marina o salobre para convertirla en un recurso aprovechable tanto para el abastecimiento humano como para riego o usos industriales, cuenta con detractores, ya que, desde el punto de vista ambiental, preocupan los impactos que éstas producen en el medio marino a causa del vertido de las salmueras, impactos que abarcan desde la reducción en las poblaciones de peces y la mortalidad de plancton, corales, manglares y angiosper-

mas marinas hasta la contaminación de los fangos, entre otros (García y Ballesteros, 2001: 1 y 2).

3. Medidas adoptadas por la sociedad civil organizada

Además de las medidas binacionales y gubernamentales adoptadas para hacer frente al cambio climático, la sociedad civil organizada de nuestro país también está llevando a cabo esfuerzos enfocados en la mitigación y adaptación en el ámbito del río Colorado. Como ejemplo, podemos mencionar el que están realizando diversas organizaciones de ambos lados de la frontera con el objeto de recuperar ambientalmente su delta.

Los ecosistemas y su biodiversidad son, en términos generales, una fuente de servicios ambientales invaluable, que promueven el bienestar humano, capturan el dióxido de carbono de la atmósfera y mitigan el efecto de los fenómenos climáticos. Por tal motivo, su conservación está considerada como una actividad prioritaria para combatir los efectos del cambio climático (Conanp, 2016: 5).

En este sentido, la conservación del delta ha sido motivo de conflicto entre México y Estados Unidos desde que el río dejó de fluir hacia su desembocadura, ya que mientras en Estados Unidos se considera, en términos generales, que México debe ser el principal responsable de protegerlo y restaurarlo, puesto que se encuentra en territorio mexicano, México argumenta que el control del río Colorado está en manos de Estados Unidos y que su gestión ha sido la principal causante de que se haya degradado severamente la calidad y la cantidad de agua que llega al delta, y de que se haya deteriorado su hábitat.

Sin embargo, en las últimas décadas se ha incrementado notablemente el interés por comprender mejor su resiliencia y funcionamiento, resultando en una mayor investigación por parte de los gobiernos de ambos países, los académicos y las organizaciones de la sociedad civil. Así, estas últimas, tanto norteamericanas como mexicanas, comenzaron a desarrollar hace ya más de diez años un proyecto con la finalidad de restaurar el delta mediante la recuperación de su dinámica fluvial y de sus sistemas ecológicos, incluidos el corredor ripario y las áreas estuarinas.

Las organizaciones participantes en este proyecto, que se encuentra todavía en desarrollo en la actualidad, son Pronatura Noroeste, Restauremos el Colorado, Sonoran Institute, The Nature Conservancy, National Audubon Society y The Redford Center, en colaboración con otras entidades públicas y privadas, tanto norteamericanas como mexicanas.

Esta coalición binacional participó en las negociaciones del Acta 319, en la cual se acordó la aportación de 195 millones de metros cúbicos de agua para la restauración del delta, debiendo ser proporcionados dos tercios de dicho volumen por México y Estados Unidos a través de un flujo pulso, y el otro tercio (65 millones de metros cúbicos) mediante un flujo base por la coalición de organizaciones de la sociedad civil, para lo cual se creó el Fideicomiso de Agua para la Restauración del Delta del Río Colorado.

En cumplimiento del Acta, el flujo pulso de 130 millones de metros cúbicos (también conocido como flujo de inundación de primavera, ya que simula el hidropериodo natural del río) fue liberado a través de la Presa Morelos hacia el corredor ripario del río Colorado durante un periodo de ocho semanas (desde el 23 de marzo de 2014 hasta el 18 de mayo de 2014), mientras que el volumen de flujo base se ha estado entregando de manera diaria cada año en sitios de restauración nuevos y preexistentes (desde diciembre de 2012 hasta finales de 2017).

Uno de los mecanismos que han utilizado las organizaciones para cumplir con su compromiso de recuperación del delta ha sido aportar agua a un afluente del río Colorado: el río Hardy, que discurre por el Valle de Mexicali. A pesar de su alta salinidad, el mismo se consideró una de las áreas de conservación prioritarias para la recuperación del delta y con un gran potencial para su restauración, siempre que se surtiera de más y mejor agua, ya que hasta 2007 únicamente recibía aguas de retorno agrícola del Distrito de Riego 014 Río Colorado. A partir de ese año, y mediante la firma de un acuerdo por parte de varias organizaciones de la sociedad civil con el gobierno del estado de Baja California y la Conagua, se garantizó que el 30% del efluente tratado procedente de una planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la ciudad de Mexicali, denominada Las Arenitas, se destinara como caudal ecológico para el río Hardy.

Asimismo, se encuentra en proceso de desarrollo en esa planta de tratamiento un humedal artificial, con el propósito de mejorar la calidad del agua que va a parar al río Hardy y generar un beneficio ecológico, al servir de hábitat para especies de vida silvestre, además de brindar oportunidades recreativas y de educación ambiental.

Otras actividades que estas organizaciones han desarrollado como parte del proyecto de restauración del delta del río Colorado se han enfocado en proteger los humedales prioritarios mediante servidumbres ecológicas y los sitios de restauración por medio de concesiones de terrenos federales, así como implementando medidas de protección y gestión de las zonas riparias y las corrientes de agua una vez que las mismas hayan sido aseguradas, además de generar el sustento social necesario para garantizar el éxito a largo

plazo del proyecto, logrando que los habitantes de la región se reconecten con el río y con su entorno natural, después de tantos años en los que éste desapareció.

Este esfuerzo de la sociedad civil continúa en desarrollo tras la firma del Acta 323, en la cual se ha incrementado la cantidad de agua destinada al ambiente, así como el financiamiento destinado a la recuperación del delta.

VI. CONCLUSIONES

La región suroeste de Estados Unidos y noroeste de México se ha desarrollado, básicamente, debido al río Colorado. Su agua, en un territorio tan árido, ha sido clave para alcanzar el nivel de desarrollo actual.

Este río es uno de los más emblemáticos del continente americano, pero en la actualidad ya se está enfrentando, y, de acuerdo con los pronósticos, lo hará en mayor medida en el futuro, a un enorme desafío: el cambio climático, con unas previsiones que auguran una elevación de las temperaturas en la zona y una disminución importante de su caudal. Tales previsiones presentan tintes particularmente dramáticos para el futuro de esta cuenca, que es una de las más reguladas del mundo y donde cada gota de agua cuenta.

En este sentido, la cada vez mayor desproporción existente entre la cantidad de agua que ofrece el río Colorado y las necesidades que debe satisfacer requiere realizar una aproximación holística a esta problemática, implementando estrategias de manejo integral del recurso hídrico que incluyan los sistemas socioeconómicos, ambientales y administrativos de la región, planificando medidas con base en disminuciones significativas de flujo inducido por la temperatura y reduciendo la demanda del recurso, además de buscar alternativas ambientalmente aceptables para asegurar el suministro poblacional requerido y garantizar la conservación ecosistémica.

El ambiente ha sido un aspecto menospreciado históricamente dentro de ambos lados de la frontera en la regulación del río Colorado, en detrimento del crecimiento económico; sin embargo, las nuevas condiciones climáticas obligan a modificar los paradigmas tradicionales de la relación binacional entre México y Estados Unidos, debiendo reforzarse la colaboración y coordinación en esta materia, así como en la adopción de medidas de mitigación y de adaptación, medidas que apenas comenzaron a vislumbrarse con la aprobación del Acta 319 en 2012 y que se han afianzado con la reciente aprobación del Acta 323, la cual supone la consolidación del proceso de cooperación entre Estados Unidos y México en los ámbitos hídrico y ambiental en relación con el río Colorado.

La misma estrategia de manejo integral del recurso hídrico debe aplicarse en el lado mexicano de la frontera si es que queremos hacerles frente a los grandes retos que el cambio climático nos va a plantear. En este manejo integral debe primar, al igual que en la relación binacional, la colaboración y coordinación entre los diferentes niveles de gobierno, pero también la de éstos con la sociedad, puesto que los objetivos y prioridades en la mitigación y adaptación frente al cambio climático, que se encuentran ya reflejados en las distintas estrategias y programas gubernamentales, requieren de lo más importante: lograr que sean efectivamente implementados y se obtengan resultados positivos, mediante un proceso en el que deben prevalecer el diálogo, la transparencia y la participación de todos los sectores implicados (gobiernos, academia, sociedad civil, etcétera).

VII. BIBLIOGRAFÍA

- COHEN, Michael *et al.* (2013), *Water to Supply the Land: Irrigated Agriculture in the Colorado River Basin*, Estados Unidos, Pacific Institute, 2013.
- COLORADO RIVER COMPACT (1922), disponible en: <https://www.usbr.gov/lc/re/gion/g1000/pdfiles/crcompct.pdf>.
- COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS (CILA) (1973), Acta 242, “Solución Permanente y Definitiva del Problema Internacional de la Salinidad del Río Colorado”, Ciudad de México, 30 de agosto, disponible en: <http://www.cila.gob.mx/actas/242.pdf>.
- COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS (CILA) (1979), Acta 261, “Recomendaciones para la Solución de los Problemas Fronterizos de Saneamiento”, El Paso, Texas, 24 de septiembre, disponible en: <http://www.cila.gob.mx/actas/261.pdf>.
- COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS (CILA) (2000), Acta 306, “Marco Conceptual entre México y Estados Unidos para el Desarrollo de Estudios que permitan emitir Recomendaciones respecto a la Ecología Ribereña y del Estuario del Tramo Limítrofe del Río Colorado y su Delta”, Ciudad Juárez, Chihuahua, 12 de diciembre, disponible en: <http://www.cila.gob.mx/actas/306.pdf>.
- COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS (CILA) (2010a), Acta 316, “Uso del Dren de Desvío Wellton Mohawk y de la Infraestructura Necesaria en Estados Unidos, para la Conducción de Agua de México y las Organizaciones No Gubernamentales de Ambos Países, hacia el Estero de Santa Clara, durante la Prueba Piloto de la Planta Desaladora de Yuma”, Yuma, Arizona, 16 de abril, disponible en: <http://www.cila.gob.mx/actas/316.pdf>.

- COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS (CILA) (2010b), Acta 317, “Marco Conceptual para las Conversaciones México-Estados Unidos, relativas a las Acciones de Cooperación sobre el Río Colorado”, Ciudad Juárez, Chihuahua, 17 de junio, disponible en: <http://www.cila.gob.mx/actas/317.pdf>.
- COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS (CILA) (2012), Acta 319, “Medidas Interinas de Cooperación Internacional en la Cuenca del Río Colorado hasta el 2017 y Ampliación de las Medidas de Cooperación del Acta 318, para atender los prolongados efectos de los sismos de abril de 2010 en el Valle de Mexicali, Baja California”, Coronado, California, 20 de noviembre, disponible en: <http://www.cila.gob.mx/actas/319.pdf>.
- COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS (CILA) (2017), Acta 323, “Ampliación de las Medidas de Cooperación y Adopción de un Plan Binacional de Contingencia ante la Escasez de Agua en la Cuenca del Río Colorado”, Ciudad Juárez, Chihuahua, 21 de septiembre, disponible en: <http://www.cila.gob.mx/actas/323.pdf>.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (2016), *Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Marismas Nacionales, Nayarit y Sinaloa*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- DEPARTAMENTO DE INTERIOR (2012), *Colorado River Basin Water Supply and Demand Study. Executive Summary*, Estados Unidos.
- FENG, S. y FU, Q. (2013), “Expansion of Global Drylands under a Warming Climate”, *Atmospheric, Chemistry and Physics*, vol. 13.
- GARCÍA, E. y BALLESTEROS, E. (2001), “El impacto de las desalinizadoras sobre el medio marino: la salmuera en las comunidades bentónicas mediterráneas”, *Conferencia Internacional: el Plan Hidrológico Nacional y la gestión sostenible del agua. Aspectos medioambientales, reutilización y desalación*, Zaragoza, España, junio.
- GARFIN, Gregg *et al.* (2014), “Southwest. The Third National Climate Assessment”, en MELILLO, J. M. *et al.* (eds.), *Climate Change Impacts in the United States*, Washington, D. C., U.S. Global Change Research Program.
- GOBIERNO DE LA REPÚBLICA (2013), *Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40*, México.
- HINOJOSA HUERTA, Osvel y CARRILLO GUERRERO, Yamilet (2010), “La cuenca binacional del río Colorado”, en COTLER ÁVALOS, Helena (coord.), *Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización*, México, Instituto Nacional de Ecología.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (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.

- MARTÍNEZ AUSTRIA, Polioptro F. y PATIÑO GÓMEZ, Carlos (2012), “Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México”, *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. III, núm. 1, enero-marzo.
- MATSON, Richard Ghia (1991), *The Origins of Southwestern Agriculture*, Tucson-Londres, University of Arizona Press.
- SHERIDAN, Cecilia (2000), *Anónimos y desterrados. La contienda por el sitio que llaman de Quauyla, siglos XVI-XVIII*, México, Miguel Ángel Porrúa-Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- UDALL, Bradley y OVERPECK, Jonathan (2017), “The Twenty-First Century Colorado River Hot Drought and Implications for the Future”, *Water Resources Research*, vol. 53, núm. 3.
- ZAMORA ARROYO, Francisco *et al.* (2007), “Collaboration in Mexico: Renewed Hope for the Colorado River Delta”, *Nevada Law Journal*, vol. 8.

CAPÍTULO XII

DEFORESTACIÓN Y ORGANIZACIÓN COMUNITARIA: EL CASO DE CHERÁN

Claudia RÉGULES REYES*

SUMARIO: I. *Nota introductoria*. II. *Cambio climático y bosques*. III. *Causas de la deforestación*. IV. *La deforestación en México*. V. *Los mecanismos nacionales e internacionales y las políticas públicas contra la deforestación*. VI. *Factores que inciden en la organización comunitaria para la gestión de los bosques*. VII. *El caso de Cherán*. VIII. *Conclusiones*. IX. *Bibliografía*.

I. NOTA INTRODUCTORIA

Los bosques juegan un papel importante en el cambio climático, tanto en las medidas de mitigación como en las de adaptación. Como parte de los compromisos internacionales que el país adquirió en este tema, se busca llegar a una tasa cero de deforestación. Para ello, el gobierno ha implementado políticas de cooperación junto con la comunidad internacional, que pueden ser cuestionables en términos de soberanía, de inclusión y también ambientales. En el contexto del cambio climático, esto pone en peligro a las comunidades que dependen estrechamente de los bosques y de sus funciones ecosistémicas, como la captación de agua, sobre todo en los territorios donde el gobierno no cumple con sus funciones de seguridad y la comunidad debe organizarse por sí misma para enfrentar a los agentes de deforestación de sus bosques y disputarles la gestión de sus bienes comunes. Por ello, este trabajo se centra en el caso de Cherán, pues su problemática se replica en muchas comunidades a lo largo del país.

* Licenciada en Ciencias Políticas por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM.

II. CAMBIO CLIMÁTICO Y BOSQUES

El cambio climático está asociado con la actividad humana; la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global es el sector energético (25%) y la segunda es el sector silvícola, junto con la agricultura y otros usos de suelo (24%) (Quintana, 2016: 71). Algunos de sus efectos que desde ahora se observan son la acidificación del mar, la modificación de los patrones naturales de precipitación, la disminución de la disponibilidad de agua para consumo humano, una mayor propensión de incendios forestales, inundaciones recurrentes, sequías más extensas, el incremento de huracanes, la disminución de la productividad agrícola, entre otros (INECC, 2016). Estos efectos dependerán no sólo de las condiciones de temperatura y de precipitación, sino también de las medidas de adaptación y de mitigación que los países tomen para hacerles frente.

Los ecosistemas forestales tienen un papel fundamental en el ciclo del carbono, pues pueden ser una fuente de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) debido a la intervención humana o por causas naturales, o pueden ser sumideros si se manejan de forma sostenible; por ello, tanto el país como la comunidad internacional contemplan su manejo como medida para disminuir los GEI. Pero, y de una manera más importante, preservar las funciones ecosistémicas de los bosques reduce la vulnerabilidad de la población que depende directamente de ellos. En el caso analizado aquí, la destrucción del bosque en el contexto de cambio climático pone en riesgo el aprovisionamiento de agua de las comunidades y sus medios de subsistencia ligados a la biodiversidad.

El país ha incluido a este sector en su programa para cumplir con los compromisos que adquirió internacionalmente de manera no condicionada para disminuir un 22% de las emisiones de GEI para 2030. En este sentido, las acciones por tomar en el sector agropecuario son alcanzar una tasa de deforestación cero para ese mismo año, el manejo forestal, la recuperación de pastizales, entre otras (INECC, 2015). A pesar de que en la década de los noventa la deforestación pasó de 148,800 a 135,800 ha con respecto a la década anterior, las tasas de deforestación en el país siguen siendo altas (Quintana, 2016: 70).

La deforestación no tiene únicamente una dimensión ecológica, sino que también sus causas y sus consecuencias están determinadas social, cultural y económicamente. Aquí se dará énfasis a las causas institucionales y sociales que develan a los bosques como un campo de gestión en disputa entre diversos actores: comunidades, actores locales, organismos internacionales y gobiernos en una escala local y nacional.

III. CAUSAS DE LA DEFORESTACIÓN

Los bosques tropicales son ecosistemas dinámicos, pues avanzan y retroceden con los cambios en el clima a través del tiempo geológico. No obstante, la deforestación por causas humanas se aceleró a partir de la era de la agricultura. La deforestación no siempre causa la pérdida permanente de bosques, sino que también puede originar ciclos de agotamiento y recuperación (Sands, 2005: 122); tampoco ocurre siempre de manera súbita, sino que suelen presentarse procesos previos de degradación o fragmentación. Para ubicar estos procesos, definiremos algunos conceptos.

La deforestación es la conversión del bosque, de manera duradera o permanente, en un uso de suelo alternativo, como la agricultura, tierras para pastoreo o para desarrollo urbano; la reforestación es la regeneración natural o por plantaciones; la sucesión vegetal es definida como el proceso natural de sustitución de determinadas comunidades vegetales por otras en un periodo, y que puede ser primaria debido a fenómenos naturales o secundaria cuando una perturbación cesa (tala, incendios, etcétera) y la comunidad se recupera (Galicia *et al.*, s.a.); por último, la degradación forestal ocurre cuando las funciones ecosistémicas están dañadas o cuando un bosque ha sido parcialmente desmontado y aún puede recuperarse.

La deforestación tropical extensiva es un fenómeno reciente que cobró auge a mediados del siglo XX y que, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015), actualmente presenta una disminución a nivel mundial.

Existen muchas causas de la deforestación, las cuales se han clasificado en directas e indirectas. Ninguna de ellas actúa por sí sola y el grado en que interactúan entre sí es bastante amplio. A principios de siglo, se le otorgaba un papel predominante a la agricultura itinerante entre las causas directas. Hoy en día se presentan escenarios más complejos debido a los efectos de la globalización de la economía en el mundo rural, en donde se suscitan patrones híbridos en las formas de organización y en los intercambios económicos (Durand, 2014: 195).

Otras causas directas de la deforestación son los pastos y cultivos permanentes; la tala ilegal; la obtención de leña para usarse como combustible; la minería; la construcción de caminos, infraestructura y presas; la urbanización; los incendios; el sobrepastoreo, y las plantaciones comerciales. Estas últimas causan polémica, pues se dice, por un lado, que disminuyen la presión sobre los bosques, pero, por otro lado, abren caminos a posibles agentes de deforestación (Sands, 2005: 136) y, además, pueden establecerse en terrenos boscosos, afectando con ello la biodiversidad y las funciones ecosistémicas.

La agricultura itinerante, que también es llamada de roza-tumba y quema, consiste en talar una superficie boscosa para cultivar hasta que los nutrientes del suelo se agoten o el sitio sea cubierto por maleza y entonces talar un nuevo sitio. Esta técnica se utiliza en la frontera del bosque, casi siempre es de subsistencia y la llevan a cabo los campesinos que no poseen tierras. No daña los bosques ni el suelo si se aplica correctamente; esto es, si después de cultivar se deja un periodo lo suficientemente largo para reestablecer los ciclos de nutrientes. Sin embargo, con la disminución de la disponibilidad de tierras, su aplicación ha implicado periodos de barbecho más cortos o nulos, provocando con ello el agotamiento de nutrientes en el suelo, la deforestación y el cultivo en pendientes, lo cual erosiona gravemente el suelo.

Por su parte, la tala usualmente no causa deforestación, pero puede causar degradación forestal. La tala selectiva de especies comerciales daña a los árboles que permanecen en pie, causa disturbios en el suelo y provoca erosión. Además, se requiere de la construcción de caminos, lo cual abre la frontera a agentes de deforestación, modifica la composición de los bosques y afecta sus funciones ecológicas.

En general, la deforestación por tala es usual donde los agentes buscan ganancias a corto plazo y es favorecida por gobiernos débiles, minorías poderosas y la corrupción (Sands, 2005: 135), como veremos más adelante. Estas condiciones, junto con otras, fomentan la tala ilegal en diversas regiones del país.

Las causas indirectas de la deforestación son el incremento poblacional, la migración, el sistema económico, la tendencia de los mercados, las instituciones gubernamentales débiles, así como las políticas de desarrollo incongruentes.

Según Hecht (2014: 883), en México, al igual que en los demás países de Latinoamérica, hubo procesos de deforestación en la segunda mitad del siglo pasado como consecuencia de los proyectos de integración regional a la nueva modernización que el Estado promovía. Tal modernización incluía prácticas de desarrollo rural y regímenes de producción urbanos que enfatizaban la ganadería, la colonización de la frontera forestal y la construcción de caminos que los Estados autoritarios implementaban.

IV. LA DEFORESTACIÓN EN MÉXICO

La información forestal del país presenta lagunas. El Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México disponible es del periodo 2004-2009 y se encuentra en proceso de actualización. Además, no se cuenta con estudios a nivel local y regional sobre el cambio de uso de suelo ni sobre las variaciones

temporales y espaciales de la deforestación que permitan una mejor toma de decisiones sobre los bosques (Galicia *et al.*, s.a.).

A pesar de ello, se puede afirmar que actualmente hay una desaceleración de la deforestación en el país debido a la recuperación de tierras degradadas a bosques secundarios y al aumento de plantaciones forestales, particularmente de aquellas para obtener celulosa (Quintana, 2016: 73). Esto puede tener efectos positivos en la disminución del CO₂, pues la reducción de la deforestación, aunada a la sucesión secundaria, es una de las formas más eficientes de secuestro de carbono.

Un estudio mostró que entre 1976 y 2007 en el país continúa la tendencia del cambio de uso de suelo forestal “a usos agropecuarios, principalmente para la agricultura de temporal” (Rosete-Vergés *et al.*, 2014: 30). Otros procesos que inciden de manera importante son la minería, la construcción de carreteras y de infraestructura, los proyectos hidroeléctricos, la expansión urbana, las tierras para pastoreo y la tala ilegal. Esta última no tiene un papel homogéneo en el país, pues depende de la legislación nacional y las regulaciones locales, de los recursos destinados al monitoreo, así como de la definición de los derechos de propiedad. Tampoco existe consenso en las estimaciones en los volúmenes de tala ilegal (Mathews, 2006: 149).

Detrás de estas causas existen complejas relaciones históricas y políticas. En numerosas ocasiones, políticas gubernamentales erradas, como las vedas y los desmontes, fomentaban la deforestación o la causaban directamente. Así, la política de desmonte que se llevó a cabo en la década de los setenta causó la desaparición de cerca del 80% de las selvas húmedas del país. Del mismo modo, las vedas forestales privaban a campesinos de recursos para su subsistencia, lo que provocaba la extracción ilegal de madera. Se establecieron parques, reservas restrictivas, y algunas zonas sufrieron de abandono por parte de gobiernos centralizados. Políticas como Procampo fomentaban la deforestación, pues éste al apoyar económicamente las hectáreas cultivadas y no ocuparse de las áreas forestales, los agricultores ampliaron el área de cultivo en detrimento de los bosques. Además, la asignación de recursos de éste y otros programas de asistencia social, incluido el de reforestación, respondía a intereses políticos (Morán y Galleti, 2002: 117 y 118).

La gestión de los bosques comunales se les ha arrebatado y disputado a las localidades. Esto agrava sus condiciones de pobreza y limita su desarrollo, así como desvaloriza y degrada sus bosques. Un ejemplo de ello es la Sierra Tarahumara, donde la administración de los recursos financieros fue expropiada del ejido argumentando su incapacidad de gestión por el bajo nivel escolar y puesta en manos de instituciones corruptas y a merced de caciques locales. Esto provocó que las ganancias de los campesinos de la Sierra Madre

por la venta de madera fueran insuficientes para hacer frente a sus necesidades económicas, lo que los orilló en algunas regiones a la siembra de amapola y marihuana, como lo reveló la Comisión de Solidaridad y Defensa de los Derechos Humanos (Morán y Galleti, 2002: 76).

La adopción del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) puso a México en evidente desventaja al competir con dos de los más grandes productores forestales del mundo. En la década anterior, la Ley Forestal había terminado con las concesiones y por primera vez se reconoció a las comunidades como el eje rector de la conservación y extracción de los bosques. Esto abrió un espacio para que las comunidades se organizaran; sin embargo, el Estado disminuyó la inversión en el sector y dio prioridad a las plantaciones comerciales, además de que los programas de capacitación y asesoría técnica se cambiaron por programas contra la pobreza. Es entonces cuando, según Merino y Segura (Carrasco, 2015: 56), las comunidades se quedaron sin apoyo frente a la competencia internacional y, al no haber criterios mínimos en el manejo forestal, se aceleró el deterioro de los bosques.

La recuperación actual de los suelos forestales es una consecuencia del abandono de áreas degradadas; es decir, los “migrantes ambientales” aumentaron debido a que sus bosques no son ya un incentivo para el desarrollo local, ya que estas zonas poseen baja biodiversidad y productividad, y los productos forestales susceptibles de comercialización son pocos o nulos (Quintana, 2016: 76). Los bosques tropicales también comenzaron a recuperarse en ciertas zonas gracias al abandono de parcelas agrícolas. Así, este fenómeno tiene efectos positivos en el secuestro de carbono, mitigando con ello el cambio climático; sin embargo, es resultado de dinámicas sociales de exclusión que se agravaron, pues a la marginación que ya enfrentaban los campesinos —que viven de la agricultura o del bosque— se le sumaron el agotamiento de los suelos y el declive de los productos forestales.

V. LOS MECANISMOS NACIONALES E INTERNACIONALES Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS CONTRA LA DEFORESTACIÓN

An integral part of any scheme to arrest tropical deforestation must start with bringing some equity to these victims of the system (Sands, 2005: 130).

Existen diversos mecanismos y políticas públicas que buscan reducir la deforestación, tales como el Pago por Servicios Ambientales (PSA), el Programa

Internacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+), la Unidad de Manejo Ambiental (UMA), el Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (Procymaf) y las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Actualmente, el gobierno se centra en REDD+ como incentivo económico. Algunos de estos mecanismos han recibido críticas, sobre todo se menciona que detrás de los instrumentos internacionales existen intereses perversos, pues no siempre es claro quién recibirá el mayor beneficio económico y si implicarán costos en términos de autonomía para las comunidades que los acepten. Para el caso de las ANP, se menciona que, cuando no hay un manejo forestal, la captura de carbono se estabiliza con el tiempo; en el ámbito social, la restricción de los derechos de las comunidades implica un mayor empobrecimiento. Las plantaciones forestales tampoco son la mejor solución, ya que los monocultivos minimizan la complejidad ecosistémica y limitan las interconexiones entre los seres vivos, que permitirían una mayor captura de CO₂ (Bray *et al.*, 2010: 10).

De acuerdo con la literatura revisada (Reid y Swiderska, 2008: 5; Fairhead *et al.*, 2012: 247; Libert y Trench, 2016: 116), el problema de REDD+ consiste en que rara vez se otorga el financiamiento a las comunidades que dependen de esos bosques, pues no existe una disposición legal en el país que señale expresamente quién tiene el derecho de la propiedad sobre el carbono forestal. Además, el protagonismo que el gobierno le ha dado a REDD+ en el país puede limitar los usos tradicionales de la naturaleza para centrar la importancia en valores determinados por el mercado por encima de los valores que cada comunidad le da a sus bosques.

El PSA es promovido por diversos actores: agencias internacionales de desarrollo, gobiernos, organizaciones no gubernamentales (ONG) y corredores financieros. En 2006 se encontró que el PSA por servicios hidrológicos se utilizaba, además, para aliviar la pobreza; por lo tanto, se usaba en pocas zonas que presentaban alto riesgo de deforestación. Las zonas apoyadas con este pago presentaban tasas similares de deforestación que las zonas de control que no contaron con el apoyo (Durand, 2014: 206).

Si bien hay casos de manejo forestal sostenible exitoso, sobre todo en las UMA y el Procymaf (Bray *et al.*, 2007), las políticas que se limitan a ofrecer un pago a cambio de la conservación de los recursos naturales no solucionan las necesidades de las comunidades ni en términos de inclusión al desarrollo ni en términos ambientales. Por ello, analizaremos el esencial caso de Cherán, que fue capaz de disputar la gestión de su bosque, no como sumidero de carbono, sino como el núcleo de la comunidad, pues a él están ligadas actividades de subsistencia enraizadas en su cultura y transmitidas por generaciones, así como el aprovisionamiento de agua en un escenario de escasez, el cual podría agravarse con el cambio climático.

VI. FACTORES QUE INCIDEN EN LA ORGANIZACIÓN COMUNITARIA PARA LA GESTIÓN DE LOS BOSQUES

En México no hay una cifra precisa sobre el porcentaje de bosques que son de propiedad social (de ejidos y comunidades), pero se estima entre el 70% y el 80% (Quintana, 2016: 73). Son varios los autores (Gibson *et al.*, 2001; Sands, 2005) que plantean que la conservación del bosque debe ofrecer mayores beneficios a las comunidades y no un manejo inadecuado que lleve a la degradación o, incluso, a la deforestación. Para ello, es necesario que la comunidad reconozca los valores reales del bosque, los cuales no son exclusivamente económicos, así como los costos en caso de perderlo.

Ostrom (Gibson *et al.*, 2001: 6) realizó una clasificación de atributos para bosques y para usuarios que llevan a una comunidad a organizarse para gestionar sus bienes comunes. Los atributos del bosque son: 1) la percepción que se tiene del bosque es de que se encuentra en un deterioro y que se puede mejorar; 2) los cambios en la calidad y la cantidad de recursos son indicadores confiables de la situación general del bosque; 3) hay una predictibilidad en la disponibilidad de los recursos forestales, y 4) las dimensiones del bosque son lo suficientemente pequeñas para poder conocer y monitorear sus fronteras. Los atributos del usuario o de la comunidad son: 1) los usuarios dependen del bosque para su subsistencia; 2) comparten la misma imagen del bosque mencionada arriba; 3) tienen una tasa de descuento baja en relación con los beneficios futuros que podrían obtenerse del bosque; 4) confían unos en otros y hay reciprocidad entre ellos; 5) tienen autonomía y establecen sus propias reglas de acceso y recolección, y 6) cuentan con experiencia organizativa y de liderazgo en su localidad. Organizarse y crear instituciones comunitarias implica esfuerzos y costos; por ello, se debe tener cierto grado de confianza en los beneficios que se van a obtener.

El gobierno también puede facilitar la organización local de las comunidades si les permite el acceso a la información del estado de los bosques, ofrece espacios de participación para resolver conflictos y respalda las acciones de monitoreo y sanciones. En general, el respaldo del gobierno o de otros actores, como las ONG, puede facilitar el esfuerzo de las comunidades por desarrollar instituciones locales. En cambio, cuando las reglas son impuestas por personas ajenas a la comunidad sin consultarlos, “es muy probable que los usuarios locales se vuelvan ladrones, más que cooperantes hacia los recursos” (Gibson *et al.*, 2001: 8).

Un estudio (Bray *et al.*, 2007) revela efectos positivos de políticas públicas en el manejo comunitario de bosques, específicamente del Procymaf, en algunos estados donde hay conflictos agrarios, veda forestal, parques nacio-

nales o presión del crecimiento urbano. Estos bosques presentan tasas de deforestación muy similares a las de las ANP y son competitivos. Las encuestas aplicadas a estos ejidos mostraron que los conflictos de tenencia están íntimamente relacionados con la tala clandestina; que los altos niveles de organización comunitaria se asocian a la presencia de actividades forestales y, por lo tanto, a una menor pobreza y desigualdad y a la conservación del bosque, y, por último, que la migración afecta de manera importante los niveles de organización, se asocia a la parcelación del territorio y, contrario a lo que podría pensarse, no disminuye el índice de presión sobre el bosque ni favorece su conservación.

La migración afecta la organización e institucionalidad de una comunidad. Los niveles bajos de organización impiden que la comunidad tome medidas en contra de la propagación de incendios, descompone socialmente las asambleas locales, debilita los lazos de reciprocidad e identidad, así como la transmisión de conocimiento intergeneracional e intergrupar sobre el manejo de sus bosques (Hecht, 2014: 897). Es probable que esta transmisión del conocimiento debilitada impida que la comunidad comparta una misma imagen del bosque, un atributo del usuario mencionado también por Ostrom. Asimismo, se afectan las condiciones de seguridad, pues sus bosques son más susceptibles de sufrir tala ilegal, porque no tienen la capacidad organizativa ni los recursos humanos suficientes para vigilar los linderos y provoca una mayor penetración del narcotráfico y otras actividades ilícitas.

VII. EL CASO DE CHERÁN

The diminishing of state power under neoliberalism may also open up opportunities for civic action, protest and resistance, and the assertion of rights by indigenous rights or environmental justice groups (Fairhead, 2012: 248).

Las comunidades forestales en el país son heterogéneas. Muchas de ellas requieren del acompañamiento de políticas gubernamentales para organizarse y cuidar sus bosques. Sin embargo, la comunidad de Cherán en el estado de Michoacán es un ejemplo de aquellas comunidades que han decidido organizarse por sí mismas para defender sus bosques de la tala ilegal en un contexto de instituciones y gobiernos locales y estatales débiles, divididos, permeados

por el narcotráfico e indiferentes a las necesidades de la comunidad. El papel del crimen organizado en la deforestación es común en otros países de Latinoamérica y se debe a la instalación de pistas de aterrizaje para establecer rutas y por el lavado de dinero mediante la tala ilegal, la ganadería extensiva y la expansión de plantaciones como la palma africana (Prisma, 2014: 3).

La organización de las comunidades por sí mismas representa una alternativa no sólo frente a las fallas institucionales del sector forestal ya descritas, que van desde políticas inadecuadas e ineficaces, corrupción, clientelismo o simplemente el abandono de los bosques a agentes que operan al margen de la ley, sino también frente a mecanismos o políticas, ya sean nacionales o internacionales, que son cuestionables en términos de soberanía local y que mercantilizan los bienes naturales de la comunidad.

Así, el movimiento gestado en Cherán forma parte de los conflictos socioambientales originados por el despojo, la privatización de la naturaleza y los bienes comunes, así como la contaminación y la depredación ambiental.

En Cherán se presentan, en diversos grados, los atributos que Ostrom encontró en las comunidades que se organizan para gestionar sus bosques, los cuales han sido señalados anteriormente. El atributo de autonomía de los usuarios para determinar sus reglas de acceso y recolección se pudo comenzar a construir hasta después de que le fuera otorgada por el Tribunal Electoral tras el levantamiento. La Ley Forestal de 1986 señala que el aprovechamiento del bosque es responsabilidad de las comunidades representadas por sus autoridades (Merino y Martínez, 2014: 111); sin embargo, no existía ni existe a la fecha un plan de manejo forestal comunitario. En la práctica, antes del levantamiento, los comuneros, para solventar gastos de subsistencia, vendían la madera que se hallaba en las parcelas que administraban como si fuera propiedad individual. Los conflictos por la tala ilegal comenzaron en 2008, cuando se agravó la violencia en la entidad. La comunidad protestó ante las autoridades locales y estatales, pero no hubo respuesta a sus demandas. Fue hasta el levantamiento que la comunidad pudo impedir el acceso de taladores a su bosque y después, ya con la autonomía, tomar acciones para reforestar la zona.

Otros atributos referidos por Ostrom presentes en Cherán son los siguientes: cuenta con experiencia previa organizativa debido a las luchas de Casimiro Leco a principios del siglo XX por la explotación maderera realizada por una empresa extranjera; el bosque es necesario para su subsistencia y posee valores en distintas esferas (económica, cultural y ecológica); tiene fuertes lazos de reciprocidad y cooperación basados en la familia y en las asambleas, además de reconocer que los beneficios de cuidar el bosque a futuro son más importantes que los beneficios inmediatos.

Sin embargo, contrariamente a lo revisado en la literatura (Sands, 2005; Hecht, 2014; Bray *et al.*, 2007), su grado de organización no se vio afectado por la migración. Una parte importante de la población es migrante o ha migrado alguna vez en su vida. Lejos de debilitar los lazos de la comunidad, esto fue un factor de apoyo durante el levantamiento, pues los migrantes enviaban remesas u otro tipo de apoyos (Carrasco, 2015: 14).

Cherán forma parte de la Meseta Purépecha, la cual tiene una larga historia de confrontaciones por los límites de propiedad entre comunidades que datan del siglo XIX. A mediados del siglo pasado, diferentes pueblos entraron y salieron del municipio, lo que puede explicar en parte que los bosques hayan sido talados indiscriminadamente por habitantes de otras comunidades de la misma Meseta.

En esta región, al igual que en otras del país, los campesinos quedaron excluidos de los procesos de producción del sector forestal por dos acontecimientos de mediados del siglo XX: el desplazamiento de productos artesanales por productos industriales y la revolución verde, que benefició a otros actores e hizo que la producción de granos y cereales, e incluso los productos de origen animal, quedaran fuera de la competencia (Garibay y Bocco, 2012). Las condiciones sociopolíticas del país contradicen lo que aseguraba la FAO (Sands, 2005: 127): que la revolución verde había disminuido la deforestación. Los campesinos tuvieron que voltear su mirada a los recursos forestales regulados laxamente para completar sus ingresos. A pesar del aumento en la demanda de madera y de que la mayor parte de los recursos forestales son de propiedad social, los campesinos no pudieron insertarse en los procesos productivos debido a diversas causas institucionales, como la Ley Forestal, la veda federal (1940-1982) y la corrupción de funcionarios con un sistema de concesiones discrecional que favorecía a ciertos grupos de poder. Fue en este periodo cuando comenzó a deteriorarse rápidamente la superficie forestal de la zona, provocando un daño ambiental que afectó a toda la región, pues los bosques de pino-encino se convirtieron en sólo de encino, con lo cual se alteraron los ecosistemas forestales tanto en su biodiversidad como en sus funciones hídricas (Garibay y Bocco, 2012: 34).

La tala ilegal es una causa de deforestación que depende en gran medida de regulaciones adecuadas, así como de la vigilancia de su cumplimiento. El contexto en el cual se deforestaron al menos 7,000 de las 20,000 hectáreas de bosque de pino y pino-encino, que comprenden la superficie forestal de Cherán (Prisma, 2014: 7), era de alta violencia desatada por la presencia del crimen organizado en la zona, aunado a la existencia de vínculos entre las autoridades estatales y locales con los cárteles. Así, mientras en 2008 los partidos se disputaban la presidencia municipal en la comunidad, los tala-

montes asociados al crimen organizado talaban y quemaban el bosque. La madera era comercializada en Guadalajara o San Luis Potosí. Además de devastar el bosque, se introducían en el pueblo impunemente para extorsionar a la población y cobrar derecho de piso a los negocios. Los comuneros que se enfrentaban a los taladores eran secuestrados, desaparecidos o asesinados. La comunidad abandonó sus siembras y otras actividades económicas íntimamente relacionadas con el bosque, como la obtención de resina de árboles y la colecta de hongos. En 2011, la violencia llegó a su punto álgido debido a la escisión del cartel que dominaba la región frente a las autoridades estatales y locales que, a pesar de las protestas, no tomaron ninguna medida. El hecho que detonó el levantamiento de la comunidad fue la tala de árboles alrededor de la principal fuente de agua que abastece a la zona. Para Cherán, el abasto de agua suele ser un problema durante todo el año, en especial en épocas secas, ya que sus suelos son muy permeables; por ello, es la importancia de la meseta para las comunidades.

La comunidad impuso un estado de sitio, organizó guardias y detuvo a los camiones cargados de madera; incluso, dio un paso más y buscó su autonomía para regirse por usos y costumbres. El argumento central de la comunidad era proteger el bosque como centro de vida de la comunidad. A finales de ese año, el Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación reconoció el derecho de la comunidad indígena de Cherán a solicitar la elección de sus propias autoridades de acuerdo con sus normas y prácticas “tradicionales” (Ventura, 2012: 167).

Actualmente, la población pasa por un proceso de reapropiación de sus bienes comunes; asimismo, retoma las actividades que había abandonado por la inseguridad y lleva a cabo un programa de reforestación para reconstituir su bosque, además de que por el momento no está interesada en elaborar un plan de aprovechamiento forestal. Igualmente, el pueblo vigila los linderos del bosque y genera empleos a través de empresas comunales. Para vigilar el bosque se turnan guardias y se centran en los puntos conflictivos; así, a pesar de no tener dimensiones que hagan posible su vigilancia —uno de los atributos del recurso que señala Ostrom—, ésta se ha logrado gracias a la organización.

Cherán cuenta con un vivero forestal comunal que estableció con apoyo de instituciones como la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) y el Programa de Conservación Indígena y Comunitaria de la Biodiversidad (Coinbio). Una parte de las plantas se usa para reforestar y el resto se envía a otras partes del país por medio de un convenio con la Comisión Nacional Forestal (Conafor). Además, la comunidad obtuvo un préstamo de la organización internacional Kiva, que financia

proyectos en otros continentes sin ánimo de lucro para emprender un proyecto de resinación. Sin embargo, la comunidad rechazó el PSA por servicios hidrológicos debido a la experiencia de Chiapas y por la desconfianza hacia el gobierno; asimismo, rechazó el proyecto REDD+, porque implica la mediación del Congreso de la Unión, la inversión privada, y pone en peligro su autonomía ante la posible imposición de políticas de gobierno. Esto concuerda con lo que señala Wilshusen (Durand, 2014: 195), quien establece que las comunidades no sólo generan resistencia al modelo neoliberal, sino también procesos de adaptación y ajuste para poder cubrir los vacíos que dejó el Estado en cuanto a financiamiento y responsabilidad en el área ambiental.¹

Otras medidas realizadas para preservar el bosque son la apertura de zanjas para frenar la erosión y las brechas cortafuegos. Para evitar la corrupción se vigila y fomenta la remuneración tanto en el aserradero comunal como en el Consejo de Bienes Comunes. Incluso, los que antes talaban los bosques son incorporados a los empleos generados. A pesar de haber algunas oposiciones, sin duda esto ayudará a fortalecer los lazos comunitarios y a integrar a los pobladores en el cuidado del bosque.

La comunidad se opone al cultivo de aguacate en su territorio. Se piensa que los taladores pretendían cambiar el uso de suelo, pues no sólo talaban, sino también quemaban los bosques e impedían que la comunidad apagara los incendios. El cultivo de este fruto tiene implicaciones ecológicas y sociales; entre las primeras podemos mencionar la contaminación del suelo y posiblemente del agua del subsuelo con fertilizantes y agroquímicos; además, la comunidad observa que este cultivo demanda grandes cantidades de agua; en cambio, los pinos captan agua y tienen una menor tasa de evapotranspiración. El bosque de esta comunidad alimenta también ríos subterráneos que abastecen a comunidades aledañas; por ello, es la importancia de su conservación (Carrasco, 2015).

Existe otro ejemplo de comunidades indígenas que se levantaron en defensa de sus bosques, precisamente cuando advirtieron que sus fuentes de agua estaban en peligro. Tal fue el caso de la Organización de Campesinos Ecológicos de la Sierra de Petatlán y Coyuca de Catalán (OCESP) en el estado de Guerrero, en contra de una empresa estadounidense a finales del siglo pasado. La impunidad con la que operaba la empresa llegó a tal grado que

¹ Una discusión más profunda sobre las transformaciones que ha sufrido el mundo rural con el neoliberalismo se encuentra en Hecht (2014: 883), donde señala que la deforestación es menor que antes del actual modelo económico en América Latina debido, entre otros factores, a las nuevas instituciones de gobierno ambientales y al ascenso de sociedades civiles (entre ellas las ONG) y nuevas formas de gobernanza.

la tala inmoderada provocó que los ríos y arroyos de la zona, y de los cuales se abastecía la población, comenzaran a agotarse. Al igual que en Cherán, la comunidad bloqueó los caminos y logró que la empresa saliera de su territorio; sin embargo, la violencia contra los líderes continuaría años después.

Si bien las aguas subterráneas, así como la captación de agua de los bosques, no son fáciles de determinar, el conocimiento de estas comunidades sobre sus bienes naturales hizo que tomaran acciones para protegerlos, pues estaba en riesgo el abastecimiento del líquido vital. Esto constituye dos atributos más del recurso, referidos al principio de este apartado, que señala Ostrom: la existencia de indicadores confiables del estado en el que se encuentra, así como su disponibilidad a futuro.

En ambos ejemplos, los bosques tienen un papel mucho más complejo que el que le otorga la comunidad internacional en el cambio climático. En estos movimientos, los bosques no son meros reservorios de carbono o recursos a explotar, sino que están en juego las mismas condiciones de subsistencia de las comunidades.

VIII. CONCLUSIONES

Los bosques juegan un papel esencial en el contexto del cambio climático, debido a que algunas comunidades dependen estrechamente de ellos y de sus servicios ecosistémicos. En el caso de Cherán, su bosque es el centro de vida, pues la comunidad depende de los productos ligados a él, como la colecta de hongos, la resinación y, sobre todo, de sus funciones hídricas. Algunos de los efectos del cambio climático que ponen en peligro a esta comunidad dada la escasez de agua en la que viven son las sequías recurrentes, el incremento de los incendios forestales y la disminución de la disponibilidad de agua para consumo humano. A estos efectos se les suman las condiciones sociopolíticas del país marcadas por el despojo violento de los bienes naturales comunes a cargo de taladores vinculados al crimen organizado en este caso.

Paralelamente a estos procesos que trastocan la vida de las comunidades, el gobierno nacional, en coordinación con organismos internacionales, pretende reconocer como mero reservorio de carbono a los bosques, haciendo a un lado en muchos casos las visiones locales y tradicionales que cada comunidad tiene sobre sus bosques. Asimismo, aquéllos diseñan mecanismos y políticas públicas que pasan por alto las dinámicas de poder locales que subyacen en la depredación de la naturaleza y dan prioridad a la compensación económica sin solucionar la marginación de las comunidades ni los vacíos del Estado en cuanto a seguridad y justicia, condiciones que en muchos casos dan pie a la tala ilegal.

La clasificación de Ostrom sobre los atributos que llevan a una comunidad a organizarse por sí misma para gestionar sus bosques sirvió como guía para establecer algunas características de la organización de Cherán para lograr este objetivo; sin embargo, esto no agota el movimiento socioambiental. Con la autonomía, la comunidad se liberó de una tutela estatal inoperante y se constituyó, además, como un sujeto político colectivo en abierta oposición al despojo de su bosque por parte de taladores, pero también a las políticas como REDD+ y PSA, que podrían significar la imposición de proyectos ajenos a la propia valoración que la comunidad le otorga a su bien común natural.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- BLANCO PUENTE, Mariana (2013), *Los movimientos socioambientales en México. Configuración y ¿alternativas sustentables?*, Tesis, México, UNAM, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales.
- BRAY, David B. *et al.* (2007), *Nueva evidencia: los bosques comunitarios de México protegen el ambiente, disminuyen la pobreza y promueven la paz social*, México, UNAM-CIDE-CIIDIR-Oaxaca-IPN-Universidad Internacional de Florida.
- BRAY, David B. *et al.* (2010), *El manejo forestal sostenible como estrategia de combate al cambio climático: las comunidades nos muestran el camino*, México, CCMSS.
- CARRASCO ORELLANA, Daniela Belén (2015), *Creando bosque: estrategias, resistencias y usos del bosque en la comunidad de Cherán, Michoacán*, Tesis, México, UIA.
- COMISIÓN DE DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (1991), *Nuestra propia agenda*, BID-PNUD.
- DURAND, Leticia (2014), “¿Todos ganan? Neoliberalismo, naturaleza y conservación en México”, *Sociológica*, México, año 29, núm. 82, mayo-agosto.
- ELIZONDO, Desirée (coord.) (2010), *Bosques, deforestación y monitoreo de carbono: una valoración del potencial de REDD+ en Mesoamérica*, Prisma-Grupo Cabal.
- ESTENSSORO SAAVEDRA, Fernando (2010), “Crisis ambiental y cambio climático en la política global: un tema crecientemente complejo para América Latina”, *Revista Universum*, vol. 2, núm. 25.
- FAIRHEAD, James (2012), “Green Grabbing: A New Appropriation of Nature?”, *The Journal of Peasant Studies*, vol. 39, núm. 2, disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/03066150.2012.671770>.
- GALICIA, Leopoldo *et al.* (s.a.), “La degradación de los recursos forestales en México”, *Revista Ciencia*, México, disponible en: <http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/ediciones-antiores?task=view&id=135>.

- GARIBAY OROZCO, Claudio y BOCCO VERDINELLI, Gerardo (2012), *Cambios de uso del suelo en la meseta purépecha (1976-2005)*, México, Semarnat, Instituto Nacional de Ecología-UNAM, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental.
- GIBSON, Clark G. *et al.* (2001), “Bosques, gente y gobierno. Algunas lecciones teóricas iniciales”, *Gaceta Ecológica*, Ciudad de México, núm. 58.
- HECHT, Susanna B. (2014), “Forests Lost and Found in Tropical Latin America: The Woodland «Green Revolution»”, *The Journal of Peasant Studies*, vol. 41, núm. 5, disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03066150.2014.917371>.
- HERNÁNDEZ NAVARRO, Luis (2011), *Siembra de concreto, cosecha de ira*, México, Fundación Rosa Luxemburgo-Para Leer en Libertad, disponible en: <http://www.crisisclimaticayautonomia.org/sites/default/files/siembra%20de%20concreto,%20cosecha%20de%20ira.pdf>.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC) (2015), *Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030*, México, Gobierno de la República, disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf.
- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC) (2016), “Efectos del cambio climático”, México, disponible en: <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/efectos-del-cambio-climatico>.
- LIBERT AMICO, Antoine y TRENCH, Tim (2016), “Bosques y suelos en el contexto de REDD+: entre gobierno y gobernanza en México”, *Terra Latinoamericana*, vol. 34, núm. 1, enero-marzo, disponible en: <https://www.cifor.org/library/6057/>.
- MATHEWS, Andrew S. (2006), “Ignorancia, conocimiento y poder. El corte de la madera, el tráfico ilegal y las políticas forestales en México”, *Desacatos*, núm. 21, mayo-agosto.
- MERINO, Leticia y MARTÍNEZ, Ana Eugenia (2014), *A vuelo de pájaro. Las condiciones de las comunidades con bosques templados en México*, México, Conabio.
- MORÁN, José Antonio y GALLETI, Hugo Alfredo (2002), *Deforestación en México. Causas económicas. Incidencia del comercio internacional*, México, Cemda-Cespedes.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (2015), “Las emisiones de carbono de los bosques disminuyen un 25% entre 2001 y 2015”, disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/281292/icode/>.
- PROGRAMA SALVADOREÑO DE INVESTIGACIÓN SOBRE DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE (PRISMA) (2014), *Informe Prisma. Pueblos indígenas y comunidades*

rurales defendiendo derechos territoriales. Estudios de caso sobre experiencias de prevención y defensa ante el narcotráfico y el crimen organizado en Mesoamérica, San Salvador, Prisma-Alianza Mesoamericana de Pueblos y Bosques.

QUINTANA SOLÓRZANO, Fausto (2016), “Bosques, comunidades forestales y cambio climático”, en RUEDA ABAD, José Clemente *et al.* (coords.), *21 visiones de la COP21. El Acuerdo de París: retos y áreas de oportunidad para su implementación en México*, México, UNAM, Programa de Investigación en Cambio Climático.

REID, Hannah y SWIDERSKA, Krystyna (2008), “Biodiversidad, cambio climático y pobreza: una exploración de los vínculos”, *IIED*, Reino Unido, febrero, disponible en: <http://pubs.iied.org/17034SIIED/?a=H+Reid>.

ROSETE-VERGÉS, Fernando A. *et al.* (2014), “El avance de la deforestación en México 1976-2007”, *Madera y Bosques*, vol. 20, núm. 1, disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712014000100003.

SANDS, Roger (2005), *Forestry in a Global Context*, Reino Unido-Estados Unidos, CAB International.

VENTURA PATIÑO, María del Carmen (2012), “Proceso de autonomía en Cherán. Movilizar el derecho”, *Espiral*, vol. XIX, núm. 55, septiembre-diciembre, disponible en: <http://148.202.18.157/sitios/publicacionesite/pperiod/espinal/espinalpdf/espinal55/s2.pdf>.

CAPÍTULO XIII

FRACKING Y CAMBIO CLIMÁTICO

María de las Nieves CARBONELL LEÓN*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Expansión de las reservas de hidrocarburos y cambio climático*. III. *Fractura hidráulica en yacimientos no convencionales*. IV. *Tecnología de fractura hidráulica y cambio climático*. V. *Fractura hidráulica en México y cumplimiento de compromisos internacionales*. VI. *Conclusiones*. VII. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los grandes problemas que la humanidad afronta colectivamente y “representa una amenaza creciente para los ecosistemas, así como para las infraestructuras, los asentamientos, los procesos productivos, la salud pública y otros factores que afectan al desarrollo” (Tudela, 2015: 8), de tal suerte que, si no se hace nada para detenerlo o controlarlo, se prevén consecuencias catastróficas para la vida del hombre sobre la tierra.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés),¹ en su último informe de evaluación,² señaló: “Las nuevas evidencias confirman que el calentamiento del sistema climático es inequívoco... la temperatura del aire sobre la superficie terrestre y oceánica, como

* Química por la Facultad de Química de la UNAM, con especialidad en Gestión y Análisis de Políticas Ambientales. Es jubilada de Pemex con 31 años de experiencia en el área ambiental. Actualmente, es consultora del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo para la Actualización del Inventario Nacional de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero como parte de la Sexta Comunicación de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

¹ Se trata de un panel de expertos constituido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial, galardonado con el Premio Nobel de la Paz en 2007.

² Quinto Informe de Evaluación del IPCC, 2014.

promedio global, experimentó un aumento de 0.85 °C durante el período 1889-2012” (Pichs, 2015: 12).

De acuerdo con este informe, la influencia humana en el sistema climático es cada vez más clara y se debe al aumento en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera,³ que es consecuencia del incremento de la extracción, producción y uso de combustibles fósiles, como carbón, petróleo y gas, para la obtención de energía.

A finales de 1980 y principios de 1990 comenzó a hacerse evidente que los suministros de estos combustibles fósiles, en especial petróleo y gas natural “convencionales”,⁴ estaban llegando a su límite (Heinberg, 2014: 57).

Mientras los expertos predecían el fin de la era de los hidrocarburos, responsables del calentamiento global, Estados Unidos sorprendió al mundo por el rápido aumento de su producción de aceite y, especialmente, de gas natural proveniente de yacimientos no convencionales,⁵ esto es, yacimientos de *shale* o de lutitas (Estrada, 2013: 7), que se tornaron económicamente viables gracias a los avances tecnológicos en perforación horizontal y fracturación hidráulica de altos volúmenes, de tal suerte que han revolucionado las perspectivas energéticas de América del Norte (Estrada, 2013: 31), con las consiguientes repercusiones en la disminución del precio de combustibles y el aumento en las reservas de hidrocarburos.

“Este desarrollo ha crecido junto con la oferta de petróleo y de condensados de gas natural” (Estrada, 2013: 7) y, por tanto, la amenaza de aumento de emisiones de bióxido de carbono y, en consecuencia, el incremento de la temperatura media global del planeta.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el impacto que el desarrollo y exploración de los combustibles no convencionales, en especial el *shale gas*, tiene y tendrá sobre el sistema climático en dos vertientes principales: la primera es que al aumentar las reservas mundiales de hidrocarburos se fomenta la política extractivista neoliberal y un modo de producción basado en el exacerbado consumo de combustibles fósiles, y, por ende, se retra-

³ Los gases de efecto invernadero (GEI) son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja, causantes del efecto invernadero y del aumento de la temperatura media global de la atmósfera.

⁴ Un yacimiento convencional es aquel donde hidrocarburo libre está atrapado en múltiples y pequeñas zonas porosas, y las fuerzas de flotabilidad lo mantienen en el lugar por debajo de una roca de cubierta que actúa como sello. Las características del yacimiento y fluidos de los yacimientos convencionales permiten que el petróleo o el gas natural fluyan con facilidad hacia el interior de los pozos perforados durante la exploración y la extracción (Ramsey, s.a.).

⁵ Los recursos no convencionales son aquellos hidrocarburos que están contenidos en formaciones que requieren de técnicas especiales de explotación y, por tanto, podrían demandar mayores inversiones en comparación con la explotación de recursos convencionales (Sener, 2017: 20).

sa la necesaria descarbonización de la economía y el desarrollo y adopción de energías renovables, y la segunda es la contribución directa e indirecta de esta tecnología en la mayor emisión de GEI en comparación con la explotación convencional.

II. EXPANSIÓN DE LAS RESERVAS DE HIDROCARBUROS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Las emisiones antropogénicas de GEI han aumentado desde la era preindustrial, en gran medida como resultado del crecimiento económico y demográfico y del uso intensivo de combustibles fósiles producidos, principalmente, de la explotación de yacimientos de petróleo y gas.

Desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX ha prevalecido la idea de la posibilidad de un crecimiento económico basado en el uso de combustibles fósiles ilimitado a una

...forma particular de cornucopianismo, que postula(ba) la posibilidad de que un sistema específico de medios tecnológicos sostendría el aumento ilimitado de las fuerzas productivas. La supuesta existencia de oportunidades para un desarrollo ilimitado de estos recursos (energéticos) podría verse como una derivación de la ideología de omnipotencia de la ciencia y la tecnología, que a su vez sería la ideología del progreso (Schoijet, 2008: 46).

Como producto de esta era de bonanza energética, entre 1750 y 2011, las emisiones a la atmósfera acumuladas de GEI fueron de $2,040 \pm 310$ Gt de bióxido de carbono (IPCC, 2014: 5).

A pesar del creciente número de políticas de mitigación del cambio climático, las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero en 2010 alcanzaron la cifra de 49 ± 4.5 GtCO₂e/año. Las emisiones de CO₂ procedentes de la combustión de combustibles fósiles y los procesos industriales contribuyeron en torno al 78% del aumento total de emisiones (IPCC, 2014: 5).

Asimismo:

...en ausencia de esfuerzos adicionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero más allá de los existentes en la actualidad, se esperaría un aumento de las emisiones impulsado por el crecimiento de la población global y las actividades económicas y por ende, un incremento en las temperaturas medias globales en la superficie de entre 3.7 °C y 4.8 °C para 2100 en comparación con los niveles preindustriales (Pichs, 2015: 17).

Esto representa un aumento de temperatura muy superior al comprometido en la 21a. Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, celebrada en París en diciembre de 2015, que señala como objetivo a largo plazo el mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de los 2 °C sobre los niveles preindustriales y realizar esfuerzos para limitar este aumento a 1.5 °C, con la finalidad de reducir los riesgos y el impacto del cambio climático.

En su análisis del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, la organización no gubernamental Greenpeace propone como parte de un plan de acción la

Eliminación progresiva de los combustibles fósiles: Para minimizar además del calentamiento, la acidificación de los océanos y para hacer frente a un empeoramiento de la realidad climática, los nuevos proyectos que utilizan de forma masiva el carbón, el petróleo y el gas deben ser detenidos y la mayoría de reservas de petróleo, carbón y gas natural aún sin explotar deben permanecer en el suelo. A mediados de siglo, las emisiones debidas a la quema de combustibles fósiles deben ser eliminadas. Ahora lo que se necesita es voluntad política que permita la transición hacia 100% renovables (Greenpeace, 2014: 4).

Además, Greenpeace señala que

...la propia Agencia Internacional de Energía ha reconocido que, para mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2 °C, las nuevas reservas de combustibles fósiles deben permanecer en su sitio y los gobiernos, la industria energética y los inversores deben asumir este hecho en su toma de decisiones (2013: 5).

Los caminos de la mitigación para limitar el calentamiento por debajo de los 2 °C, advierte el IPCC, “requerirán reducciones sustanciales en las emisiones de GEI en las próximas décadas y prácticamente cero emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero de larga permanencia para finales del siglo XXI” (Delgado, 2016: 80). Así, de acuerdo con el IPCC, para lograr tal objetivo se requiere reducir las emisiones de GEI entre 40% y 70% a nivel mundial entre 2010 y 2050, y disminuirlas hasta un nivel cero o negativo en 2100 (IPCC, 2014: 21).

Para alcanzar la meta de los 2 °C, la Agencia Internacional de Energía ha propuesto una estrategia de cinco acciones, entre las que destacan un empuje mayor a la generación de energía renovable, el retiro progresivo de subsidios a los combustibles fósiles y la reducción de las emisiones de metano derivadas de la producción de petróleo y gas (Delgado, 2016: 85).

Gian Carlo Delgado nos aclara que

Aunque dichas medidas serían aparentemente suficientes para cumplir con la meta de los 2 °C, es nuevamente llamativo que estén ausentes acciones que trastoken estructuralmente a la industria petrolera-gasera y que podrían empujar con mayor ímpetu la transición energética, dígase por ejemplo, limitar al máximo la extracción y quema de carbón, dejar progresivamente una cuota de petróleo en el subsuelo y abandonar la apuesta de transición energética del carbón y petrolíferos al gas, como una vía para descarbonizar la matriz energética (2016: 85).

Una vuelta de tuerca se produjo en la cumbre One Planet, celebrada en París en diciembre de 2017, en la que el Banco Mundial anunció que a partir de 2019 dejaría de financiar las operaciones de exploración y producción de petróleo y gas, y en circunstancias excepcionales se analizaría la posibilidad de financiar este tipo de operaciones en los países más pobres, en los casos en que se generen beneficios claros para el acceso de los pobres a la energía y en proyecto se corresponda con los compromisos asumidos por el país en el Acuerdo de París (Banco Mundial, 2017).

No obstante, es evidente que, para las grandes compañías petroleras, cambiar sus patrones de producción o, en su caso, admitir “el agotamiento de sus recursos implica una desvalorización de su capital. Por ello, hay fuerzas (económicas y) sociales interesadas en mantener percepciones cornucopianas” (Schoijet, 2008: 49) y el constante crecimiento de sus niveles productivos. En síntesis, “la única forma realista de evitar el catastrófico cambio climático es la reducción drástica y rápida de nuestro consumo de combustibles fósiles” (Heinberg, 2014: 25).

La conciencia de los límites del crecimiento económico ligado al consumo de combustibles fósiles se produjo después de los trabajos de M. King Hubbert, quien “elaboró un modelo a partir del cual predijo que la producción (de petróleo) llegaría a un máximo en 1969, ello ocurrió en 1970” (Schoijet, 2008: 47).

“En la década de 1990 se publicaron trabajos que predecían que la producción mundial de petróleo y gas «convencional» llegaría a un máximo en 2015, 2020” (Schoijet, 2008: 54), y a partir de ese momento comenzaría a declinar, por lo cual la humanidad se vería forzada a dirigir su mirada hacia opciones de suministro de energía distintas, como la energía nuclear o las energías renovables, y, en caso de ser necesario, reducir el consumo energético a través de programas de eficiencia energética o transitar hacia un modelo de desarrollo de bajo consumo energético, o hasta pensar en una etapa de decrecimiento económico.

Sin embargo, arropada en la ideología de la omnipotencia de la ciencia y la tecnología, esta tendencia está siendo revertida por el uso de un nuevo método para la extracción de hidrocarburos, en especial de gas, conocido como “fracturación hidráulica de altos volúmenes” o *fracking* de campos, que antes permanecían como inaccesibles, denominados no convencionales, lo que ha dado lugar al llamado *boom* o revolución del *shale gas* o gas de lutitas y de aceite en los Estados Unidos. Se dice que el *fracking* está terminando con la dependencia estadounidense del petróleo importado y le aguardan cien años de gas natural barato. “En 2012 la producción de petróleo de Estados Unidos se disparó hasta 766,000 barriles diarios, el mayor crecimiento anual de la historia, al tiempo que la producción nacional alcanzó su nivel más alto en quince años” (Heinberg, 2014: 54).

De acuerdo con el reporte de 2014 de la U.S. Energy Information Administration, las reservas mundiales de gas natural en yacimientos de lutitas o *shale gas* de 46 países son de 7,576.6 trillones de pies cúbicos y 418.9 billones de barriles de aceite no convencional. “Entre 2005 y 2012, a pesar del aumento en la demanda, los precios del gas natural cayeron de 13 a 2 dólares estadounidenses por millón de unidades térmicas británicas (MBTU)” (Westphal y Dröge, 2013: 2).

Si las estimaciones de las reservas son correctas, la quema de todo ese petróleo y gas llevará a la destrucción del medio ambiente y, por supuesto, a la catástrofe climática.

Más aún, “muchos de los esfuerzos encaminados al desarrollo de las energías renovables se ven obstaculizados, hoy por hoy, por la falsa percepción de que hay suministros de gas natural barato a largo plazo” (Heinberg, 2014: 29). Mientras tanto, la industria de los combustibles fósiles está haciendo todo lo posible para convencernos de que no tenemos otra alternativa más que producir y consumir para mantener nuestra moderna forma de vida.

III. FRACTURA HIDRÁULICA EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES

Para la explotación de los recursos no convencionales que se encuentran en cuencas de lutitas, se emplea la tecnología denominada “fractura hidráulica de altos volúmenes”, mejor conocida como *fracking*, la cual consta de perforaciones verticales y horizontales, realizadas en diferentes etapas, además del fracturamiento hidráulico (Semarnat, 2015: 6), última etapa para la que se utilizan grandes volúmenes de agua. “El propósito esencial de esta tecnología es abrir y mantener grietas en las rocas impregnadas de gas o aceite (petróleo

o kerógeno); estas grietas sirven para que los hidrocarburos migren hacia un pozo desde el que se puedan extraer del subsuelo” (Heinberg, 2014: 54).

Para ello se perfora verticalmente, como en cualquier pozo convencional, hasta encontrar la capa de lutita con hidrocarburo; posteriormente, se perfora en forma horizontal y después se realizan varias etapas de fracturamiento, utilizando un fluido de fracturación, el cual es bombeado a una presión suficiente para romper la roca impermeable, con el fin de incrementar el volumen de roca drenado. Cuanto mayor sea la interconexión de la red de fracturas generadas, más eficiente será el drenaje de gas y aceite y, por lo tanto, mayor el factor de recuperación.

Después de que el pozo se fractura, se tiene que hacer un “bombeo inverso” para retirar el agua y los fluidos del *fracking*; entre 25% y 90% de los fluidos de fracturación residuales retornan a la superficie para su almacenamiento y posterior tratamiento y/o disposición. A esto se le denomina “manejo del agua de retorno”.

Los yacimientos no convencionales tienen tres características comunes: contenido energético bajo con respecto al volumen de la roca, dispersión de yacimientos en áreas muy extensas y permeabilidad muy baja. Su viabilidad económica suele ser incierta debido al bajo contenido de gas o aceite en las rocas. El volumen extraído por pozo es muy inferior al de yacimientos convencionales (Estrada, 2013: 16).

También los yacimientos no convencionales presentan una tasa alta de declive por pozo, por lo que se requiere perforar un mayor número de pozos para lograr el mismo nivel de producción de la extracción convencional.

TABLA 1
COMPARACIÓN ENTRE YACIMIENTOS
CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES

Requerimientos técnicos en recursos convencionales y no convencionales		
	Convencional	No convencional
Trayectoria del pozo tipo	Vertical	Horizontal
Longitud de la perforación (metros)	2,500-3,500	> 4,000
Tiempo en perforación y terminación (días promedio)	165	208
Costo de la perforación (MMDls)	2-5	6-15
Productividad media (MMpcd)	0.6	0.3
Número de pozos para alcanzar una producción de 1,000 MMpcd	1,650	3,300

FUENTE: Sener, con datos de Pemex.

Últimamente se ha hablado y escrito mucho acerca del *fracking*, tanto en medios especializados de política energética como en revistas científicas, y se encuentra en la mira de redes sociales y organizaciones no gubernamentales por los severos impactos y riesgos en torno al medio ambiente y a la salud que éste ocasiona.

Además, el desarrollo de los yacimientos no convencionales por fracturación hidráulica y la expansión de las reservas de hidrocarburos conllevan la preservación de un modelo económico altamente dependiente de los combustibles fósiles, en detrimento de las energías renovables, como se expuso más arriba; son muchas las formas en que esta tecnología incide sobre el sistema climático, a saber:

- a) El metano, componente principal del *shale gas*, tiene mayor potencial de calentamiento global que el bióxido de carbono.
- b) Una mayor cantidad de energía empleada para su desarrollo en comparación con la extracción convencional, y un aumento de emisiones de bióxido de carbono.
- c) Venteo y envío a quemador de corrientes de gas; emisiones de metano, bióxido de carbono, óxido nitroso y carbono negro.
- d) Emisiones fugitivas de metano desde la exploración y perforación hasta la terminación y producción de pozos.
- e) Emisiones fugitivas de metano durante el manejo del agua de retorno.
- f) Emisiones de metano a la atmósfera por la operación de la infraestructura complementaria, como ductos de recolección, estaciones de compresión, y emisiones de bióxido de carbono y óxido nitroso por las operaciones de preparación del fluido de fracturación, bombeo de grandes volúmenes de agua y manejo del fluido de retorno y residuos.
- g) Disminución de sumideros de carbono por cambio de uso de suelo.

IV. TECNOLOGÍA DE FRACTURA HIDRÁULICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

1. *Potencial de calentamiento global*

Desde hace tiempo, se ha considerado al gas natural como un combustible de bajas emisiones de carbono⁶ y como una alternativa al uso de productos fós-

⁶ El gas natural es el que tiene el más bajo contenido de carbono de todos los combustibles fósiles y, por tanto, las más bajas emisiones de bióxido de carbono durante su combustión.

siles, tanto sólidos —por ejemplo, el carbón— como líquidos —por ejemplo, el diésel o el combustóleo—.

Incluso, las grandes petroleras han propagado la idea de que ésta es una energía puente para la transición a energías limpias y/o renovables, con el razonamiento de que para lograr las metas a largo plazo de reducción de emisiones es necesario disminuir la combustión de carbón y otros combustibles con mayor huella de carbono por unidad de energía producida y sustituirlos por gas natural, tanto de origen convencional como no convencional.

En la Quinta Evaluación 2014 del IPCC publicada en 2014, el Grupo III presentó algunos puntos en los que se sugieren los posibles beneficios de aumentar la producción de gas natural, incluso utilizando la explotación de cuencas de lutitas (Committee on Climate Change, 2014).

Esta alternativa es falaz, tomando en cuenta que el metano proveniente del manejo del gas natural sin combustionar tiene 28 veces mayor potencial de calentamiento global⁷ que el bióxido de carbono que se produce durante la combustión, lo que en un horizonte de 100 años no sólo compensa, sino que supera con creces los posibles beneficios de la disminución de la huella de carbono por su uso como sustituto de combustibles fósiles sólidos o líquidos. Es importante establecer el potencial de calentamiento global en relación con un periodo, porque el ciclo de vida atmosférico de los GEI varía considerablemente: el bióxido de carbono puede permanecer en la atmósfera de 50 a 200 años, mientras que el metano puede durar de 10 a 15 años.⁸

Para los cálculos de inventarios de GEI se ha convenido utilizar el potencial de calentamiento global del metano a 100 años, que es igual a 28, debido a que el Acuerdo de París establece que la temperatura media global del planeta no debe sobrepasar los 2 °C de la línea base preindustrial, aunque es conveniente tomar como referencia el potencial de calentamiento global del metano a 20 años, que es de 86, por lo que es aún más contundente la afirmación de que el gas natural, y en especial el extraído mediante *fracking*, no puede ser el combustible fósil que sirva de puente para reducir los efectos adversos al clima en los próximos años en lo que se lleva a cabo la transición energética.

⁷ Algunos GEI absorben la radiación con más efectividad que otros. Para tener en cuenta las diferencias en la absorción se utiliza el concepto de potencial de calentamiento global (PCG), en el que todos los gases se comparan con el bióxido de carbono, al que se le asigna un potencial de calentamiento global de uno. En un periodo de 100 años, el metano tiene un potencial de calentamiento global 28 veces mayor al bióxido de carbono; esto significa que una tonelada de metano absorbe la misma cantidad de radiación que 28 toneladas de bióxido de carbono.

⁸ “Medición de los gases invernadero”, disponible en: https://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/measuring_gases_es.pdf.

2. *Menor tasa de retorno energético*

La producción de cualquier combustible requiere siempre cierta inversión energética, que se mide o reporta bajo el concepto de tasa de retorno energético (TRE). Gran parte de la energía empleada para producir un combustible se genera mediante procesos de combustión, o bien se pierde por emisiones fugitivas de los hidrocarburos; por tanto, durante los procesos de extracción de petróleo y gas forzosamente se generan GEI (Estrada, 2013: 16).

La producción de hidrocarburos por pozo perforado es menor en yacimientos no convencionales que en los convencionales, y es también mayor el número de operaciones a realizar, ya que además de la perforación vertical se requiere realizar la perforación en multietapas y, posteriormente, el fracturamiento hidráulico para ponerlos en producción; por tanto, la TRE es menor en la explotación no convencional, esto es, consume mayor cantidad de energía, generalmente proveniente de combustibles fósiles por unidad de combustible producido. Debemos recordar, como se plasma en la tabla 1, que se requiere la perforación del doble de pozos no convencionales para alcanzar el mismo nivel de producción.

3. *Aumento en la quema y venteo de metano*

En la época del *boom* de la explotación de aceite de *shale* o lutitas en el estado de Texas aumentó considerablemente la combustión de gas en quemadores,⁹ debido a que, una vez perforado el pozo, no se cuenta con la infraestructura para la recolección, conducción y aprovechamiento del gas.

Un reporte de la organización Earthworks de 2014 registró que el número de permisos de envío a quemador en Texas se incrementó de 107 en 2008 a 3,000 en 2013 (Horwith, 2014: 6). En el mismo año se emitieron aproximadamente 3.5 billones de libras de bióxido de carbono¹⁰ provenientes únicamente de la formación de Eagle Ford Shale, la cual continúa en territorio mexicano como la cuenca de Burgos. Esta cantidad es similar a la que emitirían 350,000 vehículos automotores (Miller, 2015: 4).

⁹ Ponencia dictada por la maestra María Eugenia Calderón Porter, de la Texas A&M International University, en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, Diploma de Energía, 16 de noviembre de 2016.

¹⁰ “3.5 billons pound of carbon dioxide” equivalen a 1,587,600 toneladas de bióxido de carbono.

De acuerdo con un reporte de la U.S. Environmental Protection Agency de 2010, el bióxido de carbono generado por la quema de gas natural durante la perforación y la operación de un pozo convencional es de alrededor de 22.5 y 1.5 toneladas por año, respectivamente, mientras que las cantidades correspondientes a pozos no convencionales son superiores y del orden de 5,621 en cada una de las etapas (Hultman *et al.*, 2011: 1-9).

La combustión de gas recién salido del pozo, el cual probablemente arrastra líquidos del gas natural, genera hollín o carbono negro, un compuesto de efecto invernadero de vida corta cuyo potencial de calentamiento global es de 3,200 a 20 años y de 900 a 100 años; cabe aclarar que se tiene un elevado nivel de incertidumbre con respecto a estos valores.¹¹ Como se mencionó en el párrafo anterior, el volumen de gas enviado a quemador es notablemente superior en el caso de la extracción de yacimientos no convencionales, por lo que la generación de carbono negro también lo es.

4. Emisiones fugitivas

Respecto a la contribución de emisiones fugitivas procedentes de la exploración y explotación de lutitas, estudios encaminados a evaluar la huella de carbono de todo el ciclo de vida de la producción de gas a partir de fuentes no convencionales, mediante la técnica de fracturación hidráulica o *fracking*, han concluido que existen serios problemas para controlar estas emisiones de metano y que éstas son mayores y más probables en los sistemas no convencionales de producción que en los convencionales.

En la práctica es muy complicado estimar las emisiones fugitivas de cualquier industria o actividad. Los estudios existentes en el caso que nos ocupa están generalmente basados en los inventarios nacionales de emisiones, pero es difícil separar las emisiones de yacimientos convencionales de las no convencionales; por ello, es necesario desarrollar modelos que tomen en cuenta operaciones comunes de ambos tipos de explotación y así estimar las diferencias (Stephenson, 2011: 10757).

Mientras que en los yacimientos convencionales las emisiones fugitivas se presentan únicamente durante la perforación del pozo, en el caso de los no convencionales, además de las emisiones provenientes de la perforación, se deben considerar las emisiones fugitivas emitidas durante la etapa de fracturación y las del tratamiento del agua de retorno. Stephenson y su equipo —siguiendo este modelo— estimaron que, desde el pozo hasta el punto de

¹¹ “La importancia del carbono negro en el calentamiento global”, disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe15/tema/recuadros/recuadro5_4.html.

consumo del combustible, la producción de *shale gas* tiene una intensidad de emisiones fugitivas de metano de 1.8-2.4% superiores a las de la producción convencional. Esta evaluación excluye el aumento de emisiones por cambio de uso de suelo (Stephenson, 2011: 10762).

Por su parte, Jiang *et al.* publicaron los resultados de la estimación de las emisiones de GEI del campo de gas Shale Marcellus, las cuales son sólo un 3% superiores a las emisiones promedio de la producción de gas convencional en Estados Unidos durante 2008 (2011: 8).

En abril de 2011, Robert W. Howarth publicó el primer estudio contrastado y revisado de la huella de GEI del *shale gas* y concluyó que entre el 3.6% y el 7.9% de la producción de metano a partir del aprovechamiento de *shale gas* escapa a la atmósfera en venteos y fugas durante todo el ciclo de vida de un pozo contra 1.7-6.0% en la extracción convencional (Howarth *et al.*, 2011: 683).

TABLA 2

COMPARATIVO DE EMISIONES FUGITIVAS DE METANO
ASOCIADAS A LA OBTENCIÓN DE GAS NATURAL EN POZOS
CONVENCIONALES Y DE FORMACIONES DE LUTITA,
EXPRESADAS EN PORCENTAJE DE METANO PRODUCIDO

	<i>Pozos convencionales de gas</i>	<i>Pozos no convencionales de gas de lutitas</i>
Emisiones debidas a perforación y terminación de pozos	0.01%	1.9%
Emisiones totales (incluye operación, proceso, transporte y distribución)	1.7-6%	3.6-7.9%

FUENTE: elaboración propia a partir de datos de Howarth *et al.*, 2011.

Nathan Hultman y su equipo de la Universidad de Maryland analizaron el ciclo de vida de la generación de electricidad a partir de gas convencional, *shale gas* y carbón, y encontraron que las emisiones de GEI en no convencionales son 11% superiores que las del gas convencional (Hultman *et al.*, 2011: 1).

A mayor número de componentes de un sistema productivo, tales como válvulas, uniones, bridas, etcétera, mayor probabilidad existe de que se presenten emisiones fugitivas de metano y de compuestos orgánicos volátiles, y

éste es el caso de la tecnología de *fracking*, que es más compleja e involucra un número mayor de componentes; además, requiere de una gran cantidad de instalaciones, tanto de producción como adicionales, esto es, mayor número de pozos productivos y, por tanto, mayor requerimiento de ductos de recolección y la infraestructura relacionada.

La mayor cantidad de emisiones ocurre durante el retorno de los fluidos de fracturación y el retiro de barrenas y tapones, ya que, como es sabido, para la fracturación, grandes volúmenes de agua son forzados a entrar bajo presión en la rocas de lutitas y fracturarlas y refracturarlas, y una cantidad significativa de esa agua que retorna a la superficie está acompañada de grandes cantidades de metano que escapan como emisiones fugitivas (Hultman *et al.*, 2011: 1-9; Stephenson, 2011: 10760; Caulton *et al.*, 2014: 6237-6242).

Los pozos abandonados de petróleo y gas son una fuente potencial de emisiones de metano a la atmósfera: mediciones directas de metano realizadas en 2013 y 2014 en pozos abandonados arrojaron valores desde 4.5×10^{-6} Kg de metano por día hasta 1.3×10^{-3} kg/d. Si lo escalamos al número de pozos abandonados existentes, estas emisiones pueden ser significativas; además, debemos tomar en cuenta el rápido agotamiento y abandono de los pozos de *shale gas* (Kang *et al.*, 2014: 18173).

5. Emisiones de metano durante el manejo de aguas de retorno

Si bien en este apartado nos referiremos, en estricto sentido, a emisiones fugitivas de metano, mención especial debe hacerse de aquellas que se producen durante el manejo, el transporte, el almacenamiento y el tratamiento del agua de retorno, así como a la liberación de metano a la atmósfera procedente de la extracción de agua contaminada de fuentes subterráneas.

Se han registrado casos de contaminación de mantos freáticos cercanos a los sitios donde se lleva a cabo la explotación de hidrocarburos en lutitas, tanto por sustancias químicas contenidas en el fluido de fracturación, componentes naturales de las rocas del subsuelo, como por metano e hidrocarburos propios del yacimiento.

Con respecto a la contaminación de mantos freáticos con metano, según un informe (Osborn, 2011: 173) publicado en las actas de la Academia Nacional de Ciencias, se analizaron muestras de agua potable de 68 pozos situados en las inmediaciones de los campos Marcellus y Utica en la Unión Americana. En el 85% de ellos se detectó la presencia de metano. El estudio

encontró que las concentraciones medidas de metano en los pozos de agua potable cercanos a las operaciones activas eran diecisiete veces más elevadas que las encontradas en los pozos situados en zonas inactivas. En sesenta de esos pozos se determinó la presencia de hidrocarburos de cadena larga y metano.

En 2009, el Departamento de Protección Ambiental de Pensilvania detectó la migración de gas metano a la red de abastecimiento de agua potable, e informó que, incluso, se han presentado mezclas explosivas e inflamables en los grifos de agua doméstica, como quedó expuesto en el famoso documental “Gasland”.

La presencia de metano y de hidrocarburos procedentes del yacimiento en mantos freáticos que puede llegar hasta cuerpos de agua superficiales y suelos, y de ahí a la atmósfera, se debe a que la fractura hidráulica no es una ciencia precisa: “se puede planear una fractura de 1,000 pies y ésta puede abarcar desde 400 hasta 2,000 pies” (Lees, 2012: 581). Existe incertidumbre en el comportamiento de fallas geológicas nuevas o preexistentes y sus posibles conexiones durante esta actividad, ya que se puede crear una red compleja, consistente en múltiples e irregulares fracturas, cuyo desarrollo depende de factores geológicos, como la composición de los minerales, las propiedades mecánicas de las rocas y la distribución de las fracturas naturales, así como de factores operativos, por ejemplo, el control de la presión del fluido, su viscosidad y la escala de fracturamiento (Lan *et al.*, 2014: 1-9). Aunado a lo anterior, esta operación “puede abrir fallas ya existentes e incrementar la permeabilidad del estrato geológico tanto lateralmente como en forma vertical” (Lees, 2012: 581).

Ambos factores, por sí solos o combinados, ocasionan que se abran canales o vías para la migración hasta cuerpos de agua subterráneos, tanto del fluido de fracturación como del fluido de retorno, el cual ya arrastra compuestos procedentes del subsuelo y parte del gas metano e hidrocarburos procedentes del yacimiento.

El riesgo de contaminación se presenta, principalmente, dadas las características y la evolución de las fracturas antes referidas, durante las actividades de fracturamiento hidráulico, pero también existe probabilidad de contaminación del agua de retorno con metano durante la perforación y el retorno del fluido.

Además de estas emisiones, para evaluar su efecto en el sistema climático debe efectuarse el análisis del ciclo de vida de la producción de hidrocarburos, en especial gas, provenientes de cuencas de lutitas e identificar todos los posibles impactos en el sistema climático.

6. *Emissiones fugitivas por la operación de infraestructura y actividades complementarias*

Por un lado, tenemos las emisiones fugitivas de metano procedentes de la infraestructura complementaria, como ductos de recolección, así como equipo de compresión para el manejo del gas, y, como ya se ha recalcado, al requerirse perforar un mayor número de pozos, esta infraestructura es más extensa y tiene un mayor número de componentes.

Asimismo, tenemos las emisiones de bióxido de carbono, óxido nitroso y metano procedentes de actividades complementarias propias de la fracturación hidráulica, como la generación de la energía requerida para la conducción, el bombeo de agua, la preparación del fluido de fracturación, su transporte al sitio del proyecto, el rebombeo a la superficie y el tratamiento de aguas residuales, además de la energía para la preparación, el manejo y el transporte de los compuestos químicos utilizados.

7. *Disminución de sumideros de carbono por cambio de uso de suelo*

La exploración y la explotación de yacimientos no convencionales tienen como consecuencia la disminución de la captura de GEI por la deforestación y retiro de capa vegetal de las grandes superficies que se requieren para la fracturación hidráulica, así como la apertura de nuevos campos para esta actividad.

Además de la superficie destinada para la perforación (*well pad*) de un mayor número de pozos, se requiere la apertura de caminos de acceso para cada uno de éstos, así como el desmonte y despalme para la construcción de infraestructura adicional, como ductos de recolección entre los pozos y estaciones de compresión para llevar el gas natural desde el pozo hasta los sistemas de tratamiento y ductos de transporte más cercanos, para su posterior aprovechamiento.

Si bien la cantidad total de superficie puede ser reducida gracias a la perforación múltiple en un solo pozo, debido a la gran cantidad de pozos requerida para la fractura hidráulica es importante el impacto que esto tiene en el uso de suelo (Zoback *et al.*, 2010: 12).

La capa vegetal que debe actuar como sumidero de carbono también puede ser mermada, ya que

...se han encontrado metales pesados tales como plomo, mercurio, cadmio, cromo, bario y arsénico en suelos cercanos a los sitios de perforación de (po-

zos) de gas natural. Y cuando el *fracking* provoca el aumento del ozono a ras de suelo las plantas resultan dañadas por la inhibición de la fotosíntesis y del desarrollo de las raíces...

Todos los problemas se multiplican por la necesidad de los operadores de *fracking* de conseguir tasas colosales de perforación, por lo tanto, de conseguir un enorme número de lugares en los que perforar (Heinberg, 2014: 117 y 119).

Como puede observarse en la tabla 1, el número de pozos en yacimientos no convencionales para alcanzar una cuota de producción es el doble del número de pozos que en el caso de convencionales, por lo que la superficie que impacta es mucho mayor. El campo Shale Marcellus ocupa un área de 160,934 km² en ocho estados de la Unión Americana (Carbonell, 2015: 198).

En el caso del estado de Colorado, a comienzos de 2012 se habían alquilado a la industria del petróleo y el gas aproximadamente 9,000 millas cuadradas de tierras públicas, más o menos el 10% de su superficie (Heinberg, 2014: 120).

Actualmente, se han identificado reservas de aceite y gas de esquisto en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Veracruz, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Tabasco y Chiapas, con recursos técnicamente recuperables (Semarnat, 2015: 5). Petróleos Mexicanos (Pemex) se ha esforzado por estimar el potencial del país respecto a los recursos de gas natural; como resultado de estos esfuerzos, se ha identificado un área prospectiva de 43,000 km² (Anglés, 2015: 127).

La evaluación precisa de la superficie de suelo afectada y la pérdida de sumideros de carbono aún no se ha aplicado, ya que entraña un alto grado de complejidad por la gran cantidad de variables a considerar, como distancias, rutas de transporte, número de pozos a realizar, área necesaria para la preparación del sitio de la exploración y explotación, tipo de ecosistema y su tasa de captura de bióxido de carbono, etcétera.

V. FRACTURA HIDRÁULICA EN MÉXICO Y CUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS INTERNACIONALES

El 12 de diciembre de 2013 se aprobó en México la denominada “reforma energética”, cuyo propósito, según la Semarnat, es “promover la inversión en el sector bajo criterios de responsabilidad social y protección al medio ambiente” (Semarnat, 2015: 6). Lo cierto es que el nuevo modelo neoextractivista de explotación de hidrocarburos, planteado en los propios objetivos de la reforma, contradice los compromisos contraídos como país en materia

de sustentabilidad y cambio climático, ya que busca maximizar la producción de hidrocarburos mediante la explotación de yacimientos en aguas profundas y cuencas de lutitas (*shale*) (Gobierno de la República, 2014: 3).

TABLA 3

PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO Y GAS BAJO EL ESQUEMA
DE LA REFORMA ENERGÉTICA, DE ACUERDO
CON LA PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA

	2013	2018	2025
Petróleo mmbd*	2.5	3.0	3.5
Gas natural mmpcd**	5,700.0	8,000.0	10,400.0

* Millones de barriles por día.

** Millones de pies cúbicos por día.

FUENTE: Gobierno de la República, 2014: 3.

De conformidad con la evaluación, al 1o. de enero de 2017, los recursos petroleros prospectivos de México¹² se estiman en 112,834 mmbpce,¹³ de los cuales 52,629 mmbpce (47%) corresponden a recursos convencionales y 60,205 mmbpce (53%) a recursos no convencionales (Sener, 2017: 20).

En 2013, “el sector energético, (esto es) la producción de energía primaria totalizó 9,025.75 petajoules (PJ), con una aportación de los hidrocarburos de 88%, lo que convierte a éstos en la principal fuente de energía primaria del país” (INECC, 2015: 46). La producción total de hidrocarburos fue de 3,652 millones de barriles de petróleo crudo equivalente (Pemex, 2013a: 48) y Pemex Exploración Producción envió a la atmósfera 123.9 mmpcd de gas, considerando hidrocarburos y dióxido de carbono¹⁴ (Pemex, 2013a: 53), al intervenir en yacimientos convencionales, cantidad que puede verse multiplicada al aumentar el nivel de producción proyectado por la reforma si no se cuenta previamente con la infraestructura para el proceso y el aprovechamiento del gas natural procedente tanto de campos convencionales como no convencionales, así como por los trabajos de exploración y extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales de lutitas, cuyas reservas

¹² Los recursos prospectivos representan el volumen de hidrocarburos estimado a una cierta fecha en acumulaciones que todavía no se descubren, pero que han sido inferidas y que se estiman potencialmente recuperables mediante proyectos de desarrollo futuros (Sener, 2017: 23).

¹³ Millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

¹⁴ Venteo directo a la atmósfera o envío a quemador.

prospectivas, como ya se anotó líneas arriba, son superiores a las de los hidrocarburos convencionales.

La Ley General de Cambio Climático (LGCC), aprobada en 2012, establece como meta aspiracional la reducción de un 30% de las emisiones con respecto a la línea base para 2020 y alcanzar el 50% de las emisiones de 2000 a 2050,¹⁵ así como generar el 35% de electricidad a partir de energías limpias en 2024.¹⁶

Adicionalmente, México entregó a las Naciones Unidas, el 27 de marzo de 2015, sus Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional para el periodo 2020-2030, lo que implica compromisos de mitigación, que en la etapa pos-COP 21 adoptan el nombre de Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) (Muñoz, 2016: 57).

En ellas, nuestro país se compromete incondicionalmente, mediante medidas que llevará a cabo y solventará con recursos propios, a reducir el 22% de sus emisiones de GEI y el 51% de carbono negro para 2030 con respecto al escenario de línea base,¹⁷ y en el sector del petróleo y gas la meta es una reducción del 14% de las emisiones de GEI y 3% de carbono negro. “Esto sólo puede darse a través de acciones sectoriales transversales y que tengan como fin transitar a un desarrollo bajo en carbono y resiliente a los impactos del cambio climático” (Mendivil y Niño, 2016: 3).

“Este compromiso implica un pico de emisiones al 2026, desacoplando las emisiones de GEI del crecimiento económico: la intensidad de emisiones por unidad de PIB (se) reduce alrededor de 40% en el periodo del 2013 al 2030” (Gobierno de la República, 2013: 2).

Las NDC se aplicarán en el lapso 2020-2024 y tendrán que ser sustituidas por otras conforme al principio de progresividad para el segundo período quinquenal a partir del 2025, el incumplimiento de estos compromisos no deriva en ninguna penalidad más allá del desprestigio internacional (Delgado, 2016: 81).

Tomando en cuenta el aumento de producción propuesto en la reforma energética, el cual se prevé basado mayoritariamente en la explotación de

¹⁵ Artículo segundo transitorio de LGCC, *Diario Oficial de la Federación* del 6 de junio de 2012.

¹⁶ En la LGCC no se define el término “energías limpias”.

¹⁷ Escenario de línea base: *Business As Usual* de proyección de emisiones basadas en un crecimiento económico en la ausencia de políticas de cambio climático, tomando como punto de partida el inventario de 2013, primer año de ejecución de la LGCC. No existe evidencia de que en estos escenarios se haya considerado el aumento de emisiones derivado de la reforma energética.

las reservas en yacimientos no convencionales vía fracturación hidráulica de altos volúmenes o *fracking*, podemos predecir que será muy difícil que México cumpla con los compromisos de mitigación voluntarios no condicionados 2020-2030 que se formularon ante la Organización de las Naciones Unidas en la COP 21, alejando la posibilidad de cumplir con las metas aspiracionales de la LGCC, con lo que este ordenamiento corre el riesgo de convertirse en letra muerta.

Por su parte, el Programa de Acción Climática 2013, de la aún empresa de participación estatal mayoritaria Pemex, afirmaba:

En un esfuerzo por transitar hacia combustibles más limpios y por ende con menores emisiones, Pemex pone especial interés en la exploración y producción de yacimientos de gas convencional y no convencional. Por lo que se debe hacer lo necesario para transitar hacia el consumo de gas natural como una alternativa para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Pemex, 2013b: 23).

Observamos así que muchos de los esfuerzos en materia energética y de mitigación del cambio climático, lejos de transitar hacia una descarbonización de la economía mediante el estímulo de energías renovables, están encaminados a seguir promoviendo el uso del gas natural y la explotación de yacimientos no convencionales.

Es necesario reconocer que, para ser coherentes con el papel proactivo que pretendemos asumir en materia de cambio climático y sustentabilidad, se requiere diseñar políticas públicas que incentiven el uso de energías renovables y avanzar en una efectiva descarbonización de la economía.

VI. CONCLUSIONES

Si la reducción de la producción y uso de combustibles fósiles es el camino para la reducción de emisiones de GEI y así paliar la catástrofe climática, es evidente que el camino de la fractura hidráulica no es el indicado, no sólo por su mayor incidencia en las emisiones de GEI, sino también porque invertir en la extracción de recursos energéticos mediante procedimientos no convencionales retrasa la transición energética a una matriz 100% renovable y sustentable.

El incremento en la producción y la reducción de costos logrados a partir de la explotación de yacimientos no convencionales, como los de *shale* o lutitas, lejos de fomentar la descarbonización de nuestra economía, aumentan la creciente dependencia de nuestro sistema energético de los combus-

tibles fósiles, en especial del gas natural, lo que contradice los principios y compromisos asumidos por nuestro país en materia de sustentabilidad y de mitigación de GEL.

Adicionalmente, las emisiones fugitivas, el venteo, la quema en antorcha, entre otras provenientes de componentes como válvulas, bridas, conexiones, etcétera, son significativamente más cuantiosas en la explotación no convencional que en la convencional; a esto hay que añadirle que se requiere un mayor uso de suelo, por lo que se reduce la captura de carbono por vegetación.

Ante esto, de continuar los planes del gobierno federal de licitar para su explotación mediante fractura hidráulica, campos de yacimientos no convencionales, se vislumbra difícil y hasta imposible que México pueda cumplir tanto con las metas establecidas en la LGCC como con los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París de 2015.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ANGLÉS, Marisol (2015), “Reforma energética y cambio climático. Algunos puntos de desencuentro”, en CÁRDENAS, Jaime (coord.), *Reforma energética. Análisis y consecuencias*, México, UNAM-Tirant lo Blanch.
- BANCO MUNDIAL (2017), “Anuncios del Grupo Banco Mundial en la cumbre One Planet”, disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2017/12/12/world-bank-group-announcements-at-one-planet-summit>.
- CARBONELL, María de las Nieves (2015), “Impacto ambiental de la reforma energética dirigida al sector hidrocarburos”, *Marco constitucional para la soberanía nacional y energética*, México, Cámara de Diputados, Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, disponible en: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Marco-constitucional-para-la-soberania-nacional-y-energetica>.
- CAULTON, Dana *et al.* (2014), “Toward a Better Understanding and Quantification of Methane Emissions from Shale Gas Development”, *PNAS*, vol. 111, núm. 117.
- COMMITTEE ON CLIMATE CHANGE (2014), “Does the IPCC Endorse Shale Gas?”, Reino Unido, 17 de abril, disponible en: <http://www.theccc.org.uk/blog/does-the-ipcc-endorse-shale-gas/>.
- DELGADO, Gian Carlo (2016), “COP21 y la transición hacia escenarios de bajo carbono: eficiencia, innovación tecnológica y cambio de paradigma”, en RUEDA ABAD, José Clemente *et al.* (coords.), *21 visiones de la COP21. El*

Acuerdo de París: retos y áreas de oportunidad para su implementación en México, México, UNAM, Programa de Investigación en Cambio Climático.

ESTRADA, Javier H. (2013), *Desarrollo del gas de lutita (shale gas) y su impacto en el mercado energético de México: reflexiones para Centroamérica*, México, Naciones Unidas, CEPAL.

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA (2013), *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*, México, disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/transparencia/programa_especial_de_cambio_climatico_2014-2018.pdf.

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA (2014), *Reforma energética. Resumen ejecutivo*, México, disponible en: http://reformas.gob.mx/wp-content/uploads/2014/04/Resumen_de_la_explicacion_de_la_Reforma_Energetica11.pdf.

GREENPEACE (2013), “¿Qué dice el Informe del IPCC?”, disponible en: <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/Docs/2013/Qué%20dice%20el%20IPCC.pdf>.

GREENPEACE (2014), “Quinto informe sobre cambio climático, impactos, adaptación y vulnerabilidad del Grupo de Trabajo II del IPCC”, España, disponible en: <http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/cd2/index/assoc/gp0190.dir/gp0190.pdf>.

HEINBERG, Richard (2014), *Fracking: el bálsamo milagroso*, Barcelona, Icaria.

HORWITH, Daniel (2014), “Up in Flames, U.S. Shale Oil Boom Comes at Expense of Wasted Natural Gas, Increased CO₂”, *Earthworks*, 11.

HOWARTH, Robert W. *et al.* (2011), “Methane an the Greenhouse-Gas Footprint of Natural Gas from Shale Formations”, *Climatic Change*, vol. 106, 4.

HULTMAN, Nathan *et al.* (2011), “The Greenhouse Impact of Unconventional Gas for Electricity Generation”, *Environ. Res. Lett.*, núm. 6.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC) (2015), *Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014), *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de Trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación*, Ginebra, disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

JIANG, Mohan *et al.* (2011), “Life Cycle Greenhouse Emissions of Marcellus Shale Gas”, *Environ. Res. Lett.*, vol. 6.

KANG, Mary *et al.* (2014), “Direct Measurements of Methane Emissions form Abandoned Oil and Gas Wells in Pennsylvania”, *PNAS*, vol. 111, núm. 151, disponible en: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1408315111.

- LAN, Ren *et al.* (2014), “Hydraulic Fracture Extending into Network in Sha-
le: Reviewing Influence Factors and their Mechanism”, *The Scientific World
Journal*.
- LEES, Zachary (2012), “Anticipated Harm, Precautionary Regulation and
Hydraulic Fracturing”, *Journal of Environmental Law*, vol. 13.
- MENDÍVIL, Ana y NIÑO, Gabriela (2016), “Una política energética sustenta-
ble: un pendiente para México”, *Perspectivas*, núm. 1.
- MILLER, Clare (2015), “Texas Oil & Gas Flaring: A Report on Flaring, Per-
mitting, and the Complaint Process in the Texas Oil & Gas Industry”, *Ear-
thworks*, agosto, disponible en: [https://earthworks.org/cms/assets/uploads/archi
ve/files/publications/MEMO_TX-oil-gas-flaring.pdf](https://earthworks.org/cms/assets/uploads/archive/files/publications/MEMO_TX-oil-gas-flaring.pdf).
- MUÑOZ, Gabriela (2016), “Contribuciones previstas y determinadas a nivel
nacional (INDC)”, en RUEDA ABAD, José Clemente *et al.* (coords.), *21 visio-
nes de la COP21. El Acuerdo de París: retos y áreas de oportunidad para su implemen-
tación en México*, México, UNAM, Programa de Investigación en Cambio
Climático.
- OSBOM, Stephen G. (2011), “Methane Contamination of Drinking Water Ac-
companying Gas-Well Drilling and Hydraulic Fracturing”, *PNAS*, vol. 108,
núm. 20.
- PICHS, Ramón (2015), “Prólogo”, en CRUZ, Xóchitl y DELGADO, Gian Carlo
(coords.), *México ante la urgencia climática: ciencia, política y sociedad*, México,
UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Huma-
nidades-Programa de Investigación en Cambio Climático.
- PEMEX (2013a), *Memoria de labores 2013*, México.
- PEMEX (2013b), *Plan de Acción Climática 2013*, México, disponible en: [http://
biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001637.pdf](http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001637.pdf).
- RAMSEY, Mark (s.a.), *Schlumberger Oilfield Glossary*, disponible en: [http://www.
glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/c/conventional_reservoir.aspx](http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/c/conventional_reservoir.aspx).
- SCHOIJET, Mauricio (2008), *Límites del crecimiento y cambio climático*, México, Si-
glo XXI Editores.
- SECRETARÍA DE ENERGÍA (SENER) (2017), *Programa Quinquenal de Licitaciones
para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos 2015-2019*, México, disponi-
ble en: [https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/programa-quinquenal-de-
licitaciones-para-la-exploracion-y-extraccion-de-hidrocarburos-2015-2019](https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/programa-quinquenal-de-licitaciones-para-la-exploracion-y-extraccion-de-hidrocarburos-2015-2019).
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)
(2015), *Guía de criterios ambientales para la exploración y extracción de hidrocarburos
contenidos en lutitas*, México.

- STEPHENSON, Trevor (2011), “Modeling the Relative GHG Emissions of Conventional and Shale Gas Production”, *Environ. Sci. Technol.*, vol. 45.
- TUDELA, Fernando (2015), “Cambio climático, un problema de todos”, *Foreign Affairs Latinoamérica*, vol. 15, núm. 4.
- WESTPHAL, Kirsten y DRÖGE, Susanne (2013), *¿Gas de esquisto para un mejor clima?: la revolución de la fractura hidráulica en Estados Unidos desafía la política climática europea e internacional*, Berlín, Stiftung Wissenschaft und Politik-Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit, disponible en: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssaar-437727>.
- ZOBACK, Mark *et al.* (2010), *Addressing the Environmental Risks from Shale Gas Development*, Worldwatch Institute, Briefing Paper 1.

QUINTA PARTE
ASPECTOS SOCIALES

CAPÍTULO XIV

GÉNERO Y COMUNIDADES INDÍGENAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Úrsula OSWALD SPRING*

SUMARIO: I. *Introducción.* II. *Algunas conceptualizaciones.* III. *Cambio climático.* IV. *Comunidades indígenas y cambio climático.* V. *Conclusiones: derechos humanos, derechos de género y derechos indígenas.* VI. *Bibliografía.*

I. INTRODUCCIÓN

México es uno de los países más afectados por el cambio climático, ya que junto con América Central se ubica entre dos océanos que se están calentando y donde influyen con fuerza los ciclos de Niño-Niña (ENSO) (Zambrano, 2016). Asimismo, ello implica un mayor número y más poderosos huracanes o largas sequías con afectaciones en áreas naturales, ganadería y agricultura. De igual manera, las inundaciones y la falta de agua generan incertidumbre en la producción agropecuaria, aumentan los precios de los alimentos y agudizan la pobreza existente. Además, México está expuesto a fenómenos geofísicos, como terremotos, erupciones volcánicas y deslizamientos de tierra. Estos procesos naturales se agravan por la vulnerabilidad social existente, donde la gente pobre puede perder en un desastre todo su patrimonio.

También México cuenta con una Constitución progresiva que garantiza a todos los ciudadanos y las ciudadanas derechos humanos y derechos básicos de educación, alimentación, agua y salud, aunque estos derechos constitucionales no siempre se cumplen para todas las personas. Los datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval, 2015) indican que el desarrollo social del país no coincide con su economía,

* Investigadora en el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la UNAM, donde coordina el Programa Género y Equidad.

ya que 55.3 millones de mexicanos y mexicanas, o sea, 43.6%, viven en condiciones de pobreza, de los cuales 9.4 millones (7.6%) hacían en condiciones de pobreza extrema. Al revisar los indicadores sociales garantizados en la Constitución, hay 17.4% de personas sin el derecho a la educación; 15.5% sin el derecho a la salud y con atención limitada mediante el seguro popular y muchos y muchas viviendo en condiciones precarias; 53.8% sin seguridad social; 12% sin el derecho a una vivienda y 22.2 millones (19.4%) con ingresos inferiores al límite del bienestar mínimo. Estos datos de pobreza e incumplimiento de los derechos humanos garantizados se agudizan en tres estados: en Chiapas, 77.1% de la población es pobre y 25.1% vive en pobreza extrema; en Oaxaca, 70.4% es pobre y 26.9% vive en indigencia, y en Guerrero, 64.4% de la población es pobre y 23% se encuentra en pobreza extrema. Sólo en estos tres estados los pobres extremos suman más de 3.25 millones de personas que viven en condiciones infrahumanas.

1. *Pregunta de investigación*

México está expuesto a una doble vulnerabilidad: la natural y la social, donde la gente pobre puede perder en un desastre todo su patrimonio. ¿Cómo puede una política participativa que incluye a mujeres e indígenas mejorar las garantías de los derechos humanos y el acceso a los recursos naturales de manera sustentable para propiciar una convivencia pacífica entre los y las mexicanas? ¿Por qué el derecho humano a los recursos naturales ayudaría a mitigar la incertidumbre ante los impactos del cambio climático y permitirá garantizar una seguridad humana, de género y ambiental, o sea, una gran (Human Gender and Environmental [HUGE]) seguridad (Oswald, 2009), a todos y todas las mexicanas, que incluye igualdad, equidad y sustentabilidad?

2. *Organización del capítulo*

Después de esta breve introducción y preguntas de investigación, se explicarán algunos elementos conceptuales utilizados en el trabajo, como género, patriarcado y género, comunidades indígenas, subjetividades y representaciones sociales entre géneros e indígena, impactos por la discriminación de género e indígenas, perspectiva de género e indígena, seguridad de género, así como una HUGE seguridad. A continuación, se analizarán el cambio climático y su impacto en México, así como el agravante de la doble vulne-

rabilidad. Posteriormente, se examinará a las mujeres y a las comunidades indígenas con relación al impacto del cambio climático sobre sus derechos humanos a un entorno natural sano. El texto termina con una breve conclusión.

II. ALGUNAS CONCEPTUALIZACIONES

1. *Género*

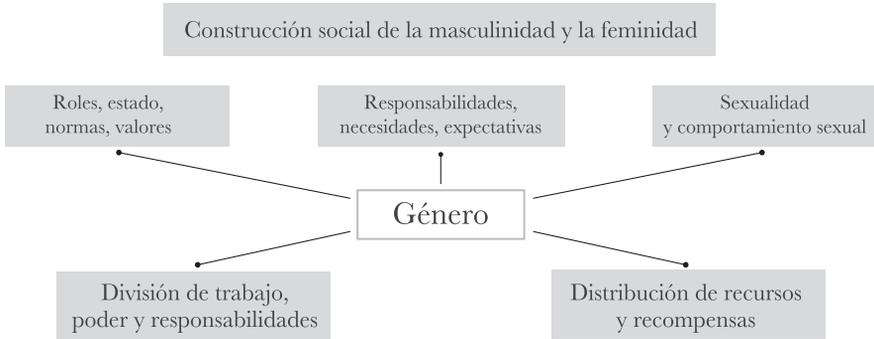
El término “género” se construye a partir del sexo, dado que cada cultura reconoce históricamente lo sexual y especifica las características que clasifican a los seres sexados en diversos géneros (Lamas, 1996; Lamas, 2002). El número de características sexuales varía inter e intraculturalmente, aunque la clasificación genérica se manifiesta en todas las sociedades conocidas y es considerada una clasificación universal. El eje de la clasificación se ve favorecido por la diferencia genital (dimorfismo sexual: hembra/macho), hecho que permite una explicación biológica de las representaciones sociales de género, lo que arraiga aún más los mecanismos de distinción y, con ello, los de discriminación. Marcela Lagarde (1990) criticó este proceso de construcción de género como biosociocultural.

La estructuración del género llega a convertirse en un hecho social de tanta fuerza que se concibe como natural. El género determina necesidades especiales de atención, riesgos específicos y distintas percepciones de salud entre hombres y mujeres. Las prioridades en la asignación de los recursos públicos y los controles sociopolíticos sobre los recursos naturales y sociales generan desigualdades.

Por ello, género es la construcción social de la masculinidad y de la femineidad, donde la sociedad define para cada género roles, normas y valores, lo que se refleja en responsabilidades, necesidades y expectativas, así como un comportamiento sexual y una sexualidad distintos (gráfica 1). Estos procesos arraigados durante siglos han producido una división de trabajo y de poder que han favorecido a los varones, mientras que las mujeres tuvieron que cargar con el trabajo no remunerado en el hogar y en el cuidado de los demás. Los hombres reciben generalmente mayores salarios por los mismos trabajos, en tanto que las mujeres fueron invisibilizadas en el trabajo no remunerado en el cuidado dentro del hogar. Paulatinamente, con las crisis económicas y una mayor participación en la fuerza de trabajo remunerada femenina, estos estereotipos se han diluido, aunque en todo el mundo las mujeres aportan más trabajo no remunerado en el hogar (WEF, 2017).

GRÁFICA 1

CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE GÉNERO



FUENTE: elaboración propia.

2. *Patriarcado y género*

El patriarcado es un sistema sociopolítico consolidado, cuyo poder se finca en violencia, explotación, discriminación, exclusión y dominación social, política, religiosa y cultural. Nadie nace con roles de mujer u hombre; se nace con un cuerpo que adquiere un significado genérico en este mundo (De Beauvoir, 1969), el cual es socializado desde la temprana infancia y a lo largo de la historia de vida.

Henrietta Moore (1998: 42) insiste en “que la(s) identidad(es) femenina(s) y masculina(s) deben construirse y deben entenderse como logros culturales”. Lacan (1985) argumenta que la constelación del “yo” tiene atributos esenciales y está vinculada al mundo de las imágenes y representaciones, contextualizadas en un sistema de entendimiento y significación, lo que generó “subjetividades”. Por ello, el patriarcado representa la ideología más profunda del sistema occidental de dominación, donde miles de años de división social del trabajo han sujetado a las mujeres mediante violencia y sanciones sociales, culturales y legales.

El mundo se ha organizado durante miles de años a partir de estas relaciones patriarcales de género, en las cuales el género masculino (el sexo fuerte) domina al género femenino (el sexo débil, el segundo sexo). Esto incluye la política, las creencias religiosas, la economía política, la discriminación social, el control sexual y la sumisión de la mujer a procesos masculinos de toma de decisiones. Los orígenes de la dimensión política del patriarcado,

que han existido a través de diversas etapas (esclavitud, mercantilismo, colonización, capitalismo), han permitido la consolidación de las estructuras políticas presentes y se basaron en un sistema de guerra para reforzar y consolidar el sistema político androgénico (Reardon, 1986).

3. *Comunidades indígenas*

Alfredo López Austin (2012) entiende la cosmovisión indígena como “el conjunto estructurado de los diversos sistemas ideológicos con los que el grupo social, en un momento histórico, pretende aprehender el universo, engloba todos los sistemas, los ordena y los ubica”. Esta cosmovisión representa un conjunto de creencias, valores y costumbres en los pueblos indígenas que se relacionan con la naturaleza. Sus prácticas políticas integran naturaleza, producción, cultura y resolución de conflictos. Por ello, los indígenas tienen una percepción sagrada de la naturaleza que los llevó a un manejo sustentable de los recursos naturales y sociales. Al depender mayormente de los recursos naturales, ellos son ecólogos desde siempre. No todas las costumbres indígenas son positivas, ya que el patriarcado ha penetrado desde hace miles de años en las relaciones de poder y ha transformado su cosmovisión en función del ejercicio de poder de las elites indígenas. Hoy en día, se reproducen también mecanismos directos e invisibilizados de discriminación contra las mujeres indígenas, que afectan sus derechos humanos básicos y, a veces, hasta su vida.

4. *Subjetividades y representaciones sociales entre géneros e indígenas*

La teoría de las representaciones sociales (TRS) se desarrolló como alternativa a la psicología individualista norteamericana del comportamiento del construccionismo social. Ambas tendencias promovieron la generalización anónima, haciendo de las y los sujetos sociales objetos de estudio devaluados, indiferenciados, impersonales, parciales y fragmentados. En cambio, la perspectiva de la TRS propone una tercera vía que da primacía al pensamiento social; a su vez, aborda los procesos a partir de los cuales se interrelacionan las historias colectivas e individuales. Las y los sujetos sociales son vistos como agentes sociales, quienes producen y transforman procesalmente conocimientos y prácticas a partir de la cultura y la historia. Las representaciones sociales ayudan a entender el mundo que habitamos, donde los procesos sociocognitivos se reinterpretan, se repiensen y se reevalúan constantemente.

5. *Perspectiva de género e indígena*

La perspectiva de género e indígena analiza los atributos y comportamientos que definen a mujeres y hombres, así como a grupos indígenas; establece similitudes, marca diferencias y define modos de relación. Mediante la deconstrucción se puede transformar el orden patriarcal, donde “aspectos nocivos, destructivos, opresivos y enajenantes que se producen por la organización social basada en la desigualdad, la injusticia y la jerarquización política de las personas basadas en género” (Lagarde, 1990: 15) limitan a los derechos humanos femeninos e indígenas.

6. *Impactos por la discriminación de género e indígena*

El PNUD (2016) calcula que el 72% de los pobres extremos son mujeres y su índice de desarrollo humano es más bajo que el de los hombres, pero aún peor entre mujeres indígenas. Sólo mediante políticas de equidad es posible reducir la pobreza y empoderar a las mujeres. Además, por las representaciones sociales de cuidar a los demás, las mujeres mueren en mayor número durante los desastres, como el tsunami en 2004 en Asia con 63-68% o el terremoto en Pakistán con 80% (Ariyabandu y Fonseca, 2009) o el de la Ciudad de México en 2017. Asimismo, en Filipinas se mueren dos años después de un huracán fuerte 15 veces más bebés niñas que varones (Anttila-Hughes y Hsiang, 2013) por mayor abandono de los padres. El número de fatalidades en México durante un huracán aumenta cuando se trata de zonas indígenas (Stan, Ingrid-Manuel). Por ello, indígenas, mujeres y niñas son las víctimas principales en desastres sociales y políticos, y mujeres solas o indígenas cuentan con ayudas limitadas y poco adecuadas en momentos de emergencia. Todas estas representaciones sociales de discriminación generan complejas vulnerabilidades y la seguridad de género pregunta: ¿seguridad ante quién, ante qué y para qué?

7. *Seguridad de género*

La seguridad se refiere a marcos de referencia, dimensiones, personas y grupos, hechos, áreas, circunstancias y condiciones históricas cambiantes, y no sólo a amenazas contra la soberanía nacional, el territorio y la vida, propia de la seguridad militar. Por lo tanto, la seguridad es un valor básico de bienestar y una meta para cualquier ser humano, comunidad, Estado-nación u organización internacional. Por ello, la seguridad se redefine en cada con-

texto cultural y se expresa en experiencias y percepciones, pero sobre todo con relación a lo que los políticos y los medios masivos escriben y hablan acerca de la seguridad (Buzan *et al.*, 1998).

La seguridad de género se refleja en bienestar, salud, alimentación y seguridad pública, así como en educación y diversidad cultural. Se refiere a las relaciones humanas y el estatus social otorgados a mujeres, indígenas, minorías y personas en condición de vulnerabilidad social, que viven en franca desventaja en relación con el modelo de referencia. Los valores en riesgo son la equidad y la identidad. Las fuentes de amenaza se ubican, en primera instancia, en la violencia del orden patriarcal, caracterizado por instituciones totalitarias, como gobiernos no democráticos, iglesias y elites. En segundo término, aquéllas provienen de las relaciones imperantes en el sistema productivo dominante y, en tercer lugar, del trato de discriminación al interior de la sociedad y de la familia.

La inseguridad de género se gestó durante miles de años y se consolidó con el patriarcado, cuando el mundo se había organizado a partir de las relaciones patriarcales de dominación. Se refiere también al proceso de socialización de convertirse en un ser humano definido como hombre o mujer, donde la estructura social existente entre pobres y ricos agrava el desamparo. La (in)seguridad de género es socialmente construida y sistémica dentro de la presente sociedad poscapitalista, donde las relaciones sociales dominantes no se cuestionan, y, por ende, puede cambiarse.

Asimismo, existe una repercusión en la distribución simbólica del espacio, que asigna al varón lo público, los procesos productivos, la *res publica* y lo considera el *homo sapiens*. A las mujeres se les invisibiliza en lo privado, en la reproducción y en el trabajo del hogar no remunerado como *homo domesticus*. Además, la distribución y el manejo del poder adquieren formas genéricas: los hombres ejercen un poder jerárquico y vertical, y las mujeres viven frecuentemente desposeídas, con carencias y subordinadas.

La seguridad de género es una seguridad profundizada (Oswald, 2013a) que abarca desde lo individual hasta lo global. Se trata de un concepto complejo que ha evolucionado lentamente en las ciencias sociales y entre los estudiosos de género. El mundo se ha organizado durante miles de años a partir de relaciones verticales del poder patriarcal, donde el género masculino (sexo fuerte) ha dominado mediante la violencia sobre el femenino (sexo débil) y se ha apropiado principalmente del espacio público y de los bienes materiales. Para deconstruir este modelo dominante y reconstruir una seguridad de género integral, feministas han aportado enfoques teóricos que se han relacionado con procesos de empoderamiento y de liberación ante las ataduras del patriarcado y, por lo mismo, han cuestionado los procesos de

dominación, explotación, violencia e invisibilización, pero también las bases epistemológicas de la ciencia androgénica (Hartsock, 1988).

8. Una *HUGE* seguridad: seguridad humana, de género y ambiental

Esta gran seguridad es una concepción profundizada de seguridad, porque abarca desde la persona, la familia, la comunidad y la región hasta el país y el mundo. La seguridad humana fue propuesta por el PNUD en 1994 y se centra en el ser humano. Se ocupa de la supervivencia, los medios de subsistencia y la dignidad de las personas, en particular las vulnerables y las amenazadas. La seguridad humana vincula los procesos institucionales con las personas para alcanzar la paz, el desarrollo y el progreso humanos; asimismo, incluye “el derecho de las personas de vivir en libertad y con dignidad, libres de la pobreza y la desesperación... a disponer de iguales oportunidades para disfrutar de todos sus derechos y a desarrollar plenamente su potencial humano”.¹

La seguridad ambiental fue propuesta por la Escuela de Copenhague (Buzan *et al.*, 1998) como ampliada y abarca, a su vez, la seguridad económica y la “societal”; además, incluye todas las seguridades relacionadas con el modelo neoliberal financiero y la destrucción de los recursos socioambientales. En este contexto, la *HUGE* seguridad analiza la desigualdad y la falta de equidad y sustentabilidad en el presente modelo de producción y consumo. Aquélla muestra que, por primera vez, los seres humanos somos no sólo los victimarios de nosotros mismos por nuestro consumismo desenfrenado, sino que, al mismo tiempo, somos las víctimas por la destrucción ambiental, los gases de efecto invernadero y la basura. Nosotros generamos y agravamos los desastres por el consumo masivo de hidrocarburos fósiles, la producción de basura, la destrucción de los recursos naturales y la contaminación del entorno natural. Pero somos también víctimas de fenómenos extremos que se siguen agudizando por el cambio climático antrópico, analizado con rigor por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático² (IPCC, 2014). No obstante, los más afectados son los países y las personas que menos han contribuido a las emisiones de gases de efecto invernadero, pero cuya vulnerabilidad social y ambiental es alta por localizarse en el trópico.

Bajo este enfoque conceptual de seguridad, el objeto de referencia cambia del Estado hacia las personas, los grupos vulnerables, las mujeres y los

¹ Párrafo 143 del Documento Final de la Cumbre Mundial 2005, Resolución 60/1 de la Asamblea General, disponible en: https://www2.ohchr.org/spanish/bodies/hrcouncil/docs/gaa.res.60.1_sp.pdf.

² IPCC, por sus siglas en inglés (Intergovernmental Panel on Climate Change).

ecosistemas. Los valores en riesgo se trasladan de la soberanía e integridad territorial hacia la unidad nacional, la supervivencia, las relaciones de género y la sustentabilidad. Finalmente, las fuentes de amenazas ya no son los otros Estados, el terrorismo o la guerrilla, sino las instituciones patriarcales, la globalización, los seres humanos y la propia naturaleza (cuadro 1).

CUADRO 1
AMPLIAR Y PROFUNDIZAR LA HUGA SEGURIDAD

<i>Determinación</i> ¿Cuál seguridad?	<i>Objeto de referencia</i> ¿Seguridad para quién?	<i>Valores en riesgo</i> ¿Seguridad para qué?	<i>Fuentes de amenazas</i> ¿Seguridad ante quién o ante qué?
Seguridad nacional (dimensión política, militar)	El Estado	Soberanía, integridad territorial	Otros Estados, terrorismo, actores subestatales, guerrilla
Seguridad societal	Naciones, grupos sociales, vulnerables	Unidad nacional y la identidad nacional	(Estados), naciones, inmigrantes, culturas ajenas
Seguridad ambiental	Ecosistema urbano y agrícola	Sustentabilidad	Naturaleza, humanidad
Seguridad humana	Individuos (humanidad)	Supervivencia, calidad de vida, integridad cultural	Estado, globalización, naturaleza p.e. CC, pobreza, fundamentalismo
Seguridad de género	Mujeres, niños, indígenas, ancianos, minorías	Relaciones de género, equidad, identidad, relaciones sociales	Patriarcado, instituciones totalitarias (elites, gobiernos), intolerancia

FUENTE: Oswald, 2009.

III. CAMBIO CLIMÁTICO

1. *Impacto del cambio climático en México*

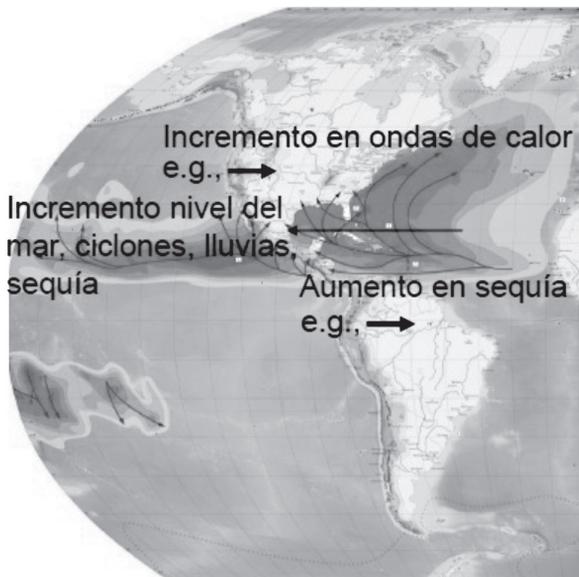
De acuerdo con el mapa de MunichRe (2008), México, junto con Centroamérica, se ubican entre las zonas más expuestas a nivel mundial a riesgos climáticos y geofísicos (gráfica 2). Entre las amenazas están el incremento en la temperatura; las ondas de calor y de frío; el aumento en el nivel del mar, donde México cuenta con más de 11,000 km de costas; la salinización de costas, suelos y acuíferos por la intrusión del agua del mar; las tempestades, los ciclones, los tornados y las inundaciones más frecuentes y con mayor impacto; la desertificación de zonas agrícolas con pérdida de fertilidad natural en suelos, la erosión y la desertificación en regiones áridas y semiáridas; los

incendios forestales por sequía e inducidos para promover cambios en el uso del suelo forestal; los cambios irreversibles ambientales y la destrucción de ecosistemas por falta del caudal ecológico; el deterioro de los servicios ecosistémicos, que afectan bienestar, alimentación, producción, agua y calidad de vida entre los y las mexicanas, con el consiguiente incremento de pobreza, desigualdad social, conflictos y aumento de migraciones para sólo sobrevivir en condiciones de miseria en las megalópolis. Además, las islas pequeñas se quedaron sin territorio y su población, sin país.

Asimismo, científicos modelaron cambios en dimensiones mayores que llamaron “puntos físicos de ruptura”, donde el conjunto del sistema tierra podría alterarse y generar impactos impredecibles (Lenton *et al.*, 2008). Sus modelos estiman la pérdida del Amazonas como pulmón verde del planeta; el colapso de la corriente del Golfo con cambios en los puertos de Canadá y Europa; la alteración del monzón y del ciclo Niño/Niña con efectos catastróficos en el trópico, especialmente en India, África y América Latina; la desglaciación de Groenlandia y de la Antártida con aumentos desastrosos en el nivel del mar, que causará el abandono de las ciudades costeras y el desplazamiento de estos habitantes hacia el interior de sus países.

GRÁFICA 2

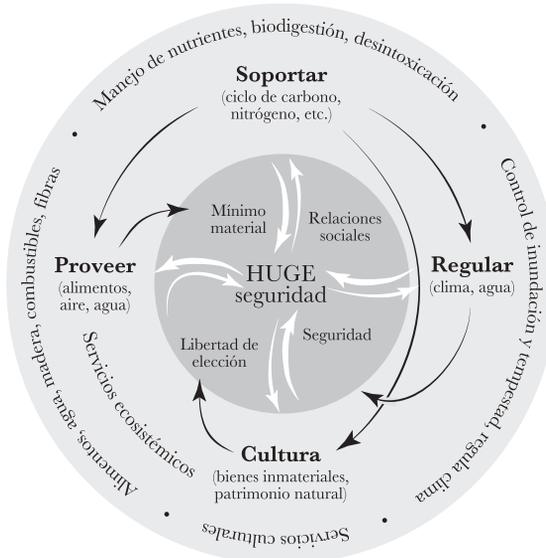
MAPA DE RIESGOS PARA MÉXICO



FUENTE: MunichRe, 2008.

Los impactos mencionados afectarán los servicios ecosistémicos (gráfica 3) y, con ello, la HUGUE seguridad. La naturaleza dejará de proveer alimentos, agua, fibras, madera y combustibles, pero se dañará también el soporte del ciclo de nitrógeno y de carbono, el manejo de los nutrientes en el suelo, la biodigestión y la desintoxicación de la basura, suelos, agua y aire contaminados. Otros servicios ecosistémicos se relacionan con la regulación del agua y del clima, donde se controlan las inundaciones en los humedales, se mitigan las tempestades y las olas por manglares y bosques, y se regula el clima. Finalmente, los servicios culturales ofrecen bienes materiales e inmateriales, además del patrimonio natural. Los bienes materiales sustentables facilitan consolidar relaciones sociales y el cuidado ambiental, lo que pudiera mejorar la seguridad humana, la de género y la ambiental: la HUGUE seguridad que garantizará bienestar socioambiental.

GRÁFICA 3
 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS



FUENTE: adaptada por Oswald de MA, 2005.

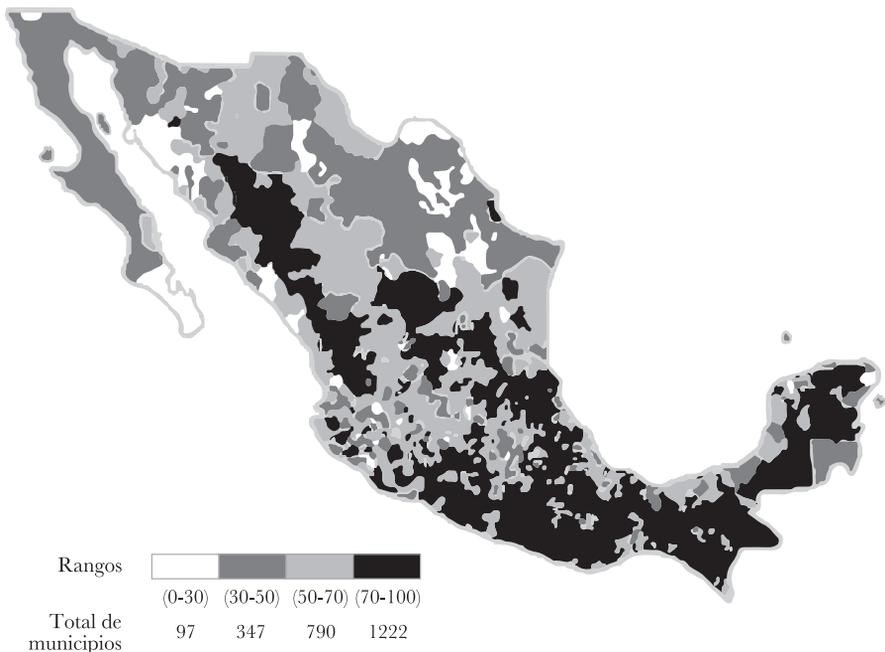
2. Doble vulnerabilidad

Al revisar el mapa de los municipios con pobreza extrema en México (gráfica 4), salta a la vista que las regiones con mayor biodiversidad del país

coinciden con los tres estados más pobres: Chiapas, Oaxaca y Guerrero. Les siguen las zonas de la montaña de la Sierra Madre del Sur y Yucatán, además de Veracruz y Puebla. Es precisamente en estas zonas rurales donde, a pesar de una mayor biodiversidad, no existe el derecho humano a los recursos naturales. En Chiapas, grandes embalses producen energía eléctrica para el centro del país, pero su construcción ha desplazado a la población indígena de sus tierras ancestrales y de sus lugares sagrados (Burbano *et al.*, 2018). Lo mismo ocurre con las mineras, que destruyen el entorno natural y contaminan los recursos naturales. La destrucción de la selva alta perennifolia en Tabasco durante el *boom* petrolero para promover la ganadería extensiva ha dejado un número elevado de pobres y ha deteriorado la nutrición de la mayoría de la población, donde ahora predomina la obesidad y entre niños menores de 5 años existe desnutrición (Ensanut MC, 2016). Ambas regiones están, además, altamente expuestas a impactos climáticos, donde precisamente la pobreza arraigada aumentará los riesgos de perder la vida y el patrimonio precario.

GRÁFICA 4

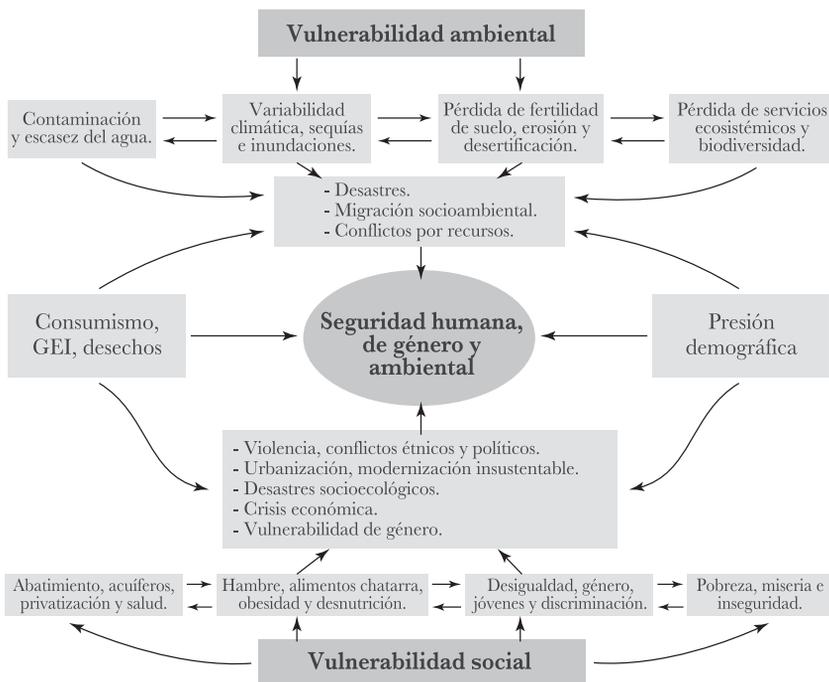
MAPA DE POBREZA POR MUNICIPIO EN MÉXICO



FUENTE: Coneval, 2015.

El cambio climático incrementará esta pobreza en todas las regiones afectadas, pero impactará desproporcionalmente en regiones caracterizadas por la doble vulnerabilidad (gráfica 5). La vulnerabilidad ambiental limita desde ahora el agua en regiones remotas y en zonas urbanas pobres; asimismo, obliga al consumo de agua contaminada y restringe la subsistencia y el acceso a alimentos por la erosión y la pérdida de la fertilidad natural del suelo. Eventos hidrometeorológicos extremos han aumentado la pobreza por la pérdida del patrimonio, pero también por el deterioro de los servicios ecosistémicos, lo que ha provocado desastres ante la falta de prevención, alerta temprana, adaptación y resiliencia.³ Ante situaciones de pérdida total de la supervivencia y conflictos locales o regionales por recursos escasos, la gente tuvo que optar por migrar (Oswald *et al.*, 2014).

GRÁFICA 5
DOBLE VULNERABILIDAD



FUENTE: Oswald, 2013b: 23.

³ La resiliencia significa desarrollar procesos de adaptación de modo que, cuando un fenómeno extremo afecte a la población, ésta tenga la capacidad de prevenir el desastre y salir mejor preparada para el siguiente evento.

Del lado de la vulnerabilidad social incide el abatimiento de los acuíferos y la privatización de los servicios de agua con aumentos en los precios. La falta de una política de soberanía alimentaria, las importaciones de maíz transgénico y alimentos industrializados o de chatarra, así como la promoción de refrescos, han deteriorado la nutrición y ocasionado obesidad y sobrepeso entre la mayoría de los y las mexicanas, lo que ha causado enfermedades crónicas (diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer). Además, la desigualdad de género, la discriminación y la explotación de jóvenes y ancianos en el mercado de trabajo han agudizado la pobreza, la inseguridad, y limitado entre amplios sectores de la sociedad sus derechos humanos. La violencia étnica, la inseguridad pública, el crimen, la urbanización caótica, los desastres, las crisis económicas y una modernización insustentable se están agravando por un consumismo insustentable, lo que ha incrementado las emisiones de gases de efecto invernadero y la basura. A su vez, el aumento poblacional presiona sobre recursos naturales limitados y agudiza la escasez, sobre todo en megaciudades. Esta doble vulnerabilidad refuerza la pobreza entre los más marginales y las personas históricamente ubicadas en el último decil del ingreso, pero reduce también el bienestar de las clases media y trunca sus expectativas de mejorar su futuro.

3. *Incertidumbre ante el cambio climático*

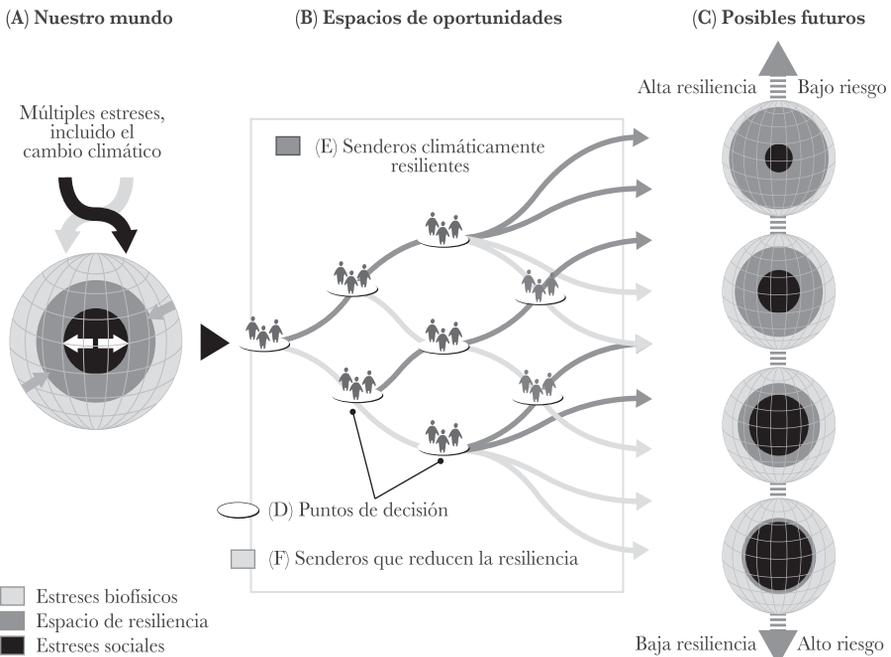
La incertidumbre ante el cambio climático es compleja y se incrementa por la doble vulnerabilidad, las decisiones políticas insuficientes o erróneas, la falta de resiliencia entre la población expuesta y una infraestructura inadecuada y precaria. Asimismo, los factores biofísicos, provenientes del impacto climático (IPCC, 2013) y del cambio ambiental global (Brauch *et al.*, 2009), así como los riesgos geológicos, aumentan la incertidumbre por desastres venideros. Esta incertidumbre genera dudas en las tomas de decisión y dificulta pronósticos certeros, al igual que impide alcanzar las metas trazadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND, 2013).

Además de la variabilidad y las dificultades para establecer un pronóstico acertado acerca de las acciones futuras a tomar, hay factores sociales y desastres que requieren de la atención política y de inversiones de emergencia (epidemias, terremotos, huracanes). Decisiones tardías e insuficientes pueden agravar las condiciones naturales y sociales, como el manejo del agua, el suelo, la calidad del aire, la temperatura, el aumento en el nivel del mar, las sequías e inundaciones, la destrucción de la biodiversidad, la pérdida de los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. La meta es reducir la

incertidumbre y alcanzar escenarios futuros con alta resiliencia y bajos riesgos para salvar vidas, bienes materiales, y estabilizar las relaciones sociopolíticas (gráfica 6). Finalmente, la infraestructura puede mitigar o agravar los eventos extremos, pero una inadecuada planeación y prevención, agravada por corrupción, puede convertir fenómenos extremos en desastres. Ante esta complejidad creciente de la incertidumbre es urgente analizar los derechos humanos a los recursos naturales en México.

GRÁFICA 6

CAMINO HACIA ALTA RESILIENCIA Y BAJO RIESGO



FUENTE: IPCC, 2014.

IV. COMUNIDADES INDÍGENAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es una amenaza al desarrollo equitativo y sustentable que afecta más a los pobres y de manera diferente a las mujeres, donde las comunidades indígenas todavía están más expuestas. Adaptación, mitigación y desarrollo sustentable están estrechamente interrelacionados y la perspectiva de

género e indígena ofrece sinergias ante un cambio climático como multiplicador de riesgos, que afecta al desarrollo equitativo y sustentable, especialmente en regiones expuestas del sur (Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Puebla). Las comunidades indígenas conocen su entorno natural, y políticas gubernamentales orientadas hacia la adaptación y la mitigación pudieran generar resiliencia entre los más expuestos.

1. *Vulnerabilidad indígena y de género*

La desigualdad global y nacional aumenta la vulnerabilidad indígena y de género. El 1% más rico de la población mundial posee alrededor del 40% de todos los bienes existentes, mientras que la mitad con menos recursos posee apenas el 1% (Oxfam, 2016). A pesar de que México ha disminuido la mortalidad materna, las mujeres rurales indígenas son hasta tres veces más propensas a morir durante el parto con relación a las mujeres que viven en centros urbanos. El 34.2% de los jóvenes indígenas no asiste a la escuela y, entre adultos mayores de 15 años, 31,336 indígenas no saben leer y escribir (INEA, 2016). Indígenas y mujeres están participando más en la fuerza laboral, pero obtienen los empleos más vulnerables y los peores pagados. La protección social se ha extendido, pero las empleadas domésticas —muchas de ellas indígenas— no cuentan con esta prestación social. Los altos niveles de desigualdad obstaculizan el desarrollo equitativo y limitan el progreso económico, debilitan la vida democrática y amenazan la cohesión social.

La vulnerabilidad física y social muestra que indígenas viven en condiciones de rezago de infraestructura (carreteras, agua potable, drenaje, escuelas), pero tienen una tasa de fecundidad mayor. La precariedad de sus viviendas y la falta de televisión y radio limitan el alcance de una alerta temprana, donde la falta de refugios impide, además, que la gente acuda durante un evento extremo a un lugar seguro, como se mostró con el huracán Stan en Chiapas o Ingrid y Manuel en Guerrero.

Las Me'paa en la Montaña de Guerrero se autoidentifican con una vulnerabilidad cuádruple: mujeres, indígenas, pobres y migrantes (Oswald *et al.*, 2014). Cuando ellos tienen alguna emergencia de salud o una discapacidad, gastan hasta cinco veces más en su atención médica, muchas veces de calidad dudosa. El proceso de discriminación de género e indígena no se centra sólo en México, sino en muchos otros países, por lo que la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha desarrollado un convenio de protección a las comunidades indígenas.

2. *Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo*

En 1989, la OIT estipuló en los artículos 3o. y 6o. lo siguiente:

Artículo 3.1. Los pueblos indígenas y tribales deberán gozar plenamente de los derechos humanos y libertades fundamentales, sin obstáculos ni discriminación... a los hombres y mujeres de esos pueblos. 2. No deberá emplearse ninguna forma de fuerza o de coerción que viole los derechos humanos y las libertades fundamentales de los pueblos interesados, incluidos los derechos contenidos en el presente Convenio.

Artículo 6.1. Al aplicar las disposiciones del presente Convenio, los gobiernos deberán: a) consultar a los pueblos interesados... cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente; b) establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente... en políticas y programas que les conciernan; c) establecer los medios para el pleno desarrollo de las instituciones e iniciativas de esos pueblos, y en los casos apropiados proporcionar los recursos necesarios para este fin. 2. Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas.

Dicho Convenio es utilizado por un creciente número de indígenas para defender sus lugares sagrados y el agua ante la minería a cielo abierto o contra la siembra de transgénicos en la Península de Yucatán. Según el Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (2016), en territorio mexicano existen 42 conflictos vinculados con este sector, siendo la mayoría en zonas indígenas de montaña. El gobierno federal ha otorgado 38 concesiones por 50 años para que diversas empresas realicen actividades de exploración y explotación minera en la Montaña de Guerrero, sin consultar o tomar en cuenta los derechos de los pueblos indígenas Nahua, Me'paa y Na Savi (Júba Wajín, 2016: 6).

Entre la defensa del territorio y su cultura se ha establecido una relación de necesidad: el territorio biocultural es condición para la reproducción de la cultura y, por tanto, la perpetuación de las manifestaciones culturales es una forma de defensa territorial, como lo es la defensa explícita del patrimonio inmaterial y material. A su vez, para los pueblos indígenas, la defensa del territorio implica la defensa del *corpus cultural* en su conjunto por sus lugares sagrados, la geografía ritual y la biodiversidad que está en la base de la medicina y de la alimentación tradicionales, así como de las actividades productivas. Éstas son el motor de luchas que usan los indígenas de manera creativa para la movilización, la acción directa y la lucha legal.

La Ley Minera vigente determina que la minería es de utilidad preferente sobre cualquier otra actividad en el territorio, con lo cual se puede llegar a la expropiación de las tierras para realizar actividades mineras. México también firmó el Convenio 169 de la OIT relativo a los Pueblos Indígenas y Tribales, y la Ley Minera contraviene dicho Convenio. Como el Convenio 169 es internacional, predomina sobre la Ley Minera, por lo que diversas comunidades indígenas se han amparado. La comunidad de San Miguel, Guerrero, interpuso un amparo ante una minera y lo ganó (Barrera, 2018). Esta comunidad pudo liberarse de la minería y ahora está liderando a los pueblos indígenas más depauperados de México para protegerse ante concesiones nuevas. En el Carrizalillo, Guerrero, los productores de mezcal en una región con vestigios arqueológicos olmecas siguen luchando contra un cráter generado por la explotación minera. La revalorización de la vida indígena como proyecto enmarcado en acuerdos territoriales abrirá espacios nuevos para disminuir la concentración de la tierra y promover la planeación participativa para desarrollos ambientalmente sustentables que tomen en cuenta la sabiduría local y la prevención ante el cambio climático.

3. Protección de indígenas con perspectiva de género

Protección Civil sigue hablando de desastres naturales en lugar de fenómenos naturales extremos; de igual forma, tampoco distingue entre género, grupo étnico, edad y discapacidad, por lo que en momentos de emergencia no se atienden las distintas vulnerabilidades que cada grupo tiene, lo que puede repercutir en pérdidas de vidas. Mujeres, hombres, indígenas, discapacitados, ancianos, ancianas y niñez no son grupos homogéneos ni vulnerables intrínsecamente, pero requieren de atenciones especiales en momentos de emergencia. Las mujeres indígenas cuentan con una gran diversidad de necesidades: niñas, jóvenes, adolescentes, embarazadas, madres lactantes, ancianas, indígenas monolingües, migrantes, pobres, sin tierras, analfabetas, discapacitadas, enfermas, con creencias religiosas distintas, por lo que es necesario promover los derechos humanos con perspectiva de género y de indígena. Finalmente, es necesario superar las costumbres patriarcales dentro de múltiples grupos étnicos para empoderarlos y garantizar su desarrollo.

4. Objetivos de Desarrollo Sostenible con perspectiva de género e indígena

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobados unánimemente por 189 países en la Asamblea General de las Naciones Unidas, definieron

entre 2015 y 2030 17 objetivos generales y 169 metas específicas para superar los rezagos históricos existentes (gráfica 7). Entre los objetivos distintos a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (2000-2015) destaca el objetivo 5, “Igualdad de género”. Buscar la equidad de género significa trabajar para que mujeres y hombres puedan modificar su posición dentro de la sociedad y generar relaciones más equilibradas, donde se garantice el acceso equitativo a los recursos naturales y materiales. Esto quiere decir que deben crearse mecanismos económicos, legales y prácticas educativas para dar a todos y todas la ocasión de contar con las mismas oportunidades de desarrollo. Este proceso implica transformar miles de años de prácticas patriarcales, profundamente arraigados en el neoliberalismo presente, y recrear una nueva masculinidad y feminidad (gráfica 7) (UNGA, 2015).

GRÁFICA 7

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



FUENTE: UNGA, 2015.

Este objetivo general cuenta con seis metas específicas y tres especiales:

- Meta 5.a. Empezar reformas para otorgar a las mujeres derechos iguales sobre recursos económicos, así como derecho y control sobre la tierra y otras propiedades, servicios financieros, herencia y recursos naturales, de conformidad con las leyes nacionales.
- Meta 5.b. Mejorar el uso de la tecnología, en especial la informática y de comunicaciones, para promover el empoderamiento de las mujeres.
- Meta 5.c. Adoptar y fortalecer políticas y una legislación que promueva la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y las niñas en todos los niveles.
- Meta 5.1. Terminar con todas las formas de discriminación contra las mujeres y las niñas en todas partes.
- Meta 5.2. Eliminar todas las formas de violencia contra mujeres y niñas en las esferas pública y privadas, incluida la trata, la explotación sexual y otros tipos de explotación.
- Meta 5.3. Eliminar todas las prácticas nocivas, como el matrimonio de niñas, precoz y forzado, así como la mutilación genital femenina.
- Meta 5.4. Reconocer y valorar el trabajo doméstico y de cuidado no remunerado, mediante servicios públicos, de infraestructura, políticas de protección social, y la promoción de responsabilidad compartida en el hogar y la familia, de acuerdo con lo nacionalmente apropiado.
- Meta 5.5. Garantizar la participación plena y efectiva de las mujeres con igualdad de oportunidades para su liderazgo en todos los niveles de toma de decisiones en la vida personal, política y económica.
- Meta 5.6. Garantizar el acceso universal a la salud sexual y los derechos reproductivos, de conformidad con el Programa de Acción de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo y la Plataforma de Acción de Beijing, así como los documentos finales de conferencias y revisiones por parte de mujeres y adolescentes.

Mediante la transversalización del objetivo 5 con los otros 17 objetivos y sus metas, es factible que el balance en 2030 salga mejor con relación a los alcances obtenidos en 2015, cuando los representantes en la Asamblea General de la ONU (UNGA, 2000) no habían incluido uno de los factores cruciales de la discriminación que ha generado pobres, falta de acceso a servicios y otras prácticas arraigadas del patriarcado.

En términos jurídicos, existen múltiples apartados legales para garantizar los derechos humanos, los de género y los correspondientes a los y las indígenas. Precisamente, el artículo 7o. del Convenio 169 garantiza amplios derechos a los y las indígenas:

1. Los pueblos interesados deberán tener el derecho de decidir sus propias prioridades en lo que atañe al proceso de desarrollo, en la medida en que éste afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual y a las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico, social y cultural. Además, dichos pueblos deberán participar en la formulación, aplicación y evaluación de los planes y programas de desarrollo nacional y regional susceptibles de afectarles directamente.

2. El mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo y del nivel de salud y educación de los pueblos interesados, con su participación y cooperación, deberá ser prioritario en los planes de desarrollo económico global de las regiones donde habitan. Los proyectos especiales de desarrollo para estas regiones deberán también elaborarse de modo que promuevan dicho mejoramiento.

3. Los gobiernos deberán velar por que, siempre que haya lugar, se efectúen estudios, en cooperación con los pueblos interesados, a fin de evaluar la incidencia social, espiritual y cultural y sobre el medio ambiente que las actividades de desarrollo previstas puedan tener sobre esos pueblos. Los resultados de estos estudios deberán ser considerados como criterios fundamentales para la ejecución de las actividades mencionadas.

4. Los gobiernos deberán tomar medidas, en cooperación con los pueblos interesados, para proteger y preservar el medio ambiente de los territorios que habitan.

La FAO (2015) hace ver que “las mujeres hacen contribuciones fundamentales a la economía rural de todas las regiones de los países en vías de desarrollo como agricultoras, labradoras y empresarias”; además, producen la mitad de los alimentos mediante la agricultura de subsistencia y la cría de ganado en los traspacios (IPCC, 2014).

V. CONCLUSIONES: DERECHOS HUMANOS, DERECHOS DE GÉNERO Y DERECHOS INDÍGENAS

Al corregir los sesgos de género y de discriminación hacia los indígenas, no sólo los pueblos indígenas y las mujeres podrán adquirir sus derechos legalmente garantizados. Además de un tema de justicia general, esto representa

un factor social y económico trascendental en el mundo actual. El Banco Mundial (2016) insiste que un año más de educación de una mujer incrementa el PIB nacional en 1%. El Reporte McKinsey calcula que, en un escenario de mediana equidad de género, el PIB mundial aumentaría 12 trillones o 11% en 2025. En caso de una total equidad, donde las mujeres juegan el mismo rol en la política y la economía que los varones, tal aumento del PIB mundial será de 28 trillones de USD o 26% del PIB global en 2025 (Woetzel *et al.*, 2015).

Ante estos problemas de discriminación con repercusión económica severa global, el Foro Económico Mundial (WEF, 2017) desarrolló el Global Gender Gap Index. Ahí se muestra que en dos décadas la educación y la salud de las mujeres y de los indígenas han mejorado, aunque la diferencia en economía y política se ha mantenido. Las mujeres tienen sólo un 59% de acceso a las oportunidades económicas y, con respecto al acceso a cargos políticos, el dato muestra un rezago dramático con 23%. A nivel planetario, las mujeres apenas cuentan con 19% de los escaños en los parlamentos y únicamente 6% tienen posiciones de dirección en las empresas.

Sin duda alguna, aun en los países más industrializados, las mujeres aportan más horas sin remuneración en el hogar. Ellas cuidan a niños, manejan la casa, dan servicios de salud, promueven higiene y suministran energía y agua. La crisis financiera global de 2008 ha afectado a mujeres y hombres, pero ha impactado particularmente entre grupos pobres y vulnerables. Dicha crisis empujó a más mujeres al trabajo informal y muchas veces ellas utilizan recursos naturales en sus tareas, lo que les resta posibilidades en el futuro de contar con estos recursos naturales.

Islandia es el país con la menor desigualdad de género, seguido por los países escandinavos; sin embargo, también en estos países hay todavía “diferencias internas” abismales en el cuidado de los demás. La mayor desigualdad interna de género se presenta en la India, donde las mujeres han ascendido a posiciones políticas altas (presidenta), pero siguen mostrando un “rezago” severo en educación y salud. En América Latina, después de una década con mujeres al frente de sus países en Chile, Argentina, Brasil y Costa Rica, hoy en día no existe ninguna mujer en un cargo ejecutivo alto. El liderazgo femenino repercute en la política pública, ya que las mujeres dirigentes priorizan más el bienestar colectivo y la prevención de desastres, procesos cruciales ante las señales negativas del cambio ambiental global.

Más aún, ante la incertidumbre de los impactos del cambio climático en el mundo, y en particular en nuestro país y Centroamérica, es urgente incluir en los programas de mitigación, adaptación y resiliencia la perspectiva de género e indígena. Sólo así México podrá reducir el número de muertos

por fenómenos climáticos extremos, limitar daños económicos estratosféricos y, por lo mismo, reducir la doble vulnerabilidad de los grupos sociales más discriminados y altamente expuestos. Una perspectiva de género e indígena en la prevención, la adaptación y la resiliencia ante los impactos del cambio climático no sólo pondrá a México en la vanguardia política a nivel internacional, sino que permitirá además empoderar a mujeres e indígenas para mejorar su resiliencia, con el fin de promover desarrollos regionales autóctonos y así reducir los decesos y la migración ambiental interna y externa.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- ANTTILA-HUGHES, J. y HSIANG, S. (2013), “Destruction, Disinvestment, and Death: Economic and Human Losses Following Environmental Disaster”, disponible en: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2220501.
- ARIYABANDU, Malalgoda y FONSEKA, Dilrukshi (2009), “Do Disasters Discriminate? A Human Security Analysis of the Tsunami Impacts in India, Sri Lanka and Kashmir Earthquake”, en BRAUCH, Hans Günter *et al.* (eds.), *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Berlín, Springer.
- BANCO MUNDIAL (2016), “Gini Index”, Washington, disponible en: <http://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI>.
- BARRERA HERNÁNDEZ, Abel (2018), “Derechos humanos, paz y seguridad en México y en la Montaña de Guerrero”, en OSWALD SPRING, Úrsula y SERRANO, S. Eréndira (coords.), *Riesgos socioambientales, paz y seguridad en América Latina*, Cuernavaca, UNAM, CRIM.
- BRAUCH, Hans Günter *et al.* (eds.) (2009), *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Berlín, Springer.
- BURBANO, Nathaly *et al.* (2018), “Socio-Environmental Risks and Conflicts in Colombia and Mexico”, en OSWALD SPRING, Úrsula y SERRANO, S. Eréndira (eds.), *Risks, Violence, Security and Peace in Latin America*, Springer.
- BUZAN, Barry *et al.* (1998), *On Security. A Framework of Analysis*, Boulder, Lynne Rienner.
- CONSEJO NACIONAL DE EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA DE DESARROLLO SOCIAL (CONEVAL) (2015), *Medición de la pobreza 2008-2015*, México.
- DE BEAUVOIR, Simone (1969), *El segundo sexo*, Buenos Aires, Siglo Veinte.
- ENSANUT MC (2016), *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016*, Cuernavaca, INSP.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) (2015), *Climate Change and Food Security: Risks and Responses*, Roma.
- HARTSOCK, Nancy C. M. (1988), *The Feminist Standpoint Revisited and Other Essays*, Boulder, Westview Press.
- INSTITUTO NACIONAL PARA LA EDUCACIÓN DE LOS ADULTOS (INEA) (2016), “INEA atiende rezago educativo de indígenas”, disponible en: www.inea.gob.mx.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2013), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report*, Cambridge, Cambridge University Press.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report*, Cambridge, Cambridge University Press.
- JÚBA WAJÍN (2016), “Una batalla a cielo abierto en la Montaña de Guerrero por la defensa del territorio y la vida”, disponible en: <http://www.tlachinollan.org/wp-content/uploads/2016/07/7%C3%9ABA-WAJ%C3%8D%C3%8DN-Una-batalla-a-cielo-abierto-en-laMonta%C3%B1a-de-Guerrero-por-la-defensa-del-territorio-y-la-vida.pdf>.
- LACAN, Jacques (1985), *Escritos II*, México, Siglo XXI.
- LAGARDE, Marcela (1990), *Los cautiverios de las mujeres. Madresposas, monjas, putas, presas y locas*, México, UNAM, PUEG.
- LAMAS, Marta (coord.) (1996), *El género. La construcción cultural de la diferencia sexual*, México, Porrúa-UNAM, PUEG.
- LAMAS, Marta (2002), *Cuerpo: diferencia sexual y género*, México, Taurus.
- LENTON, Timothy *et al.* (2008), “Tipping Elements in the Earth’s Climate System”, *Proceedings of the National Academy of Science*, vol. 105, núm. 6.
- LÓPEZ AUSTIN, Alfredo (2012), *Cosmovisión y pensamiento indígena*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Sociales.
- MA (2005), *Millenium Ecosystem Assesment*, Washington, Island Press.
- MOORE, Henrietta (1998), “Identity, Nature and Culture: Sociality and Environment in Melanesia”, *The International Journal of Social and Cultural Practice*, vol. 42, núm. 3, noviembre.
- MUNICHRE (2008), “Map on Disasters”, Múnich, MunichRe.
- OBSERVATORIO DE CONFLICTOS MINEROS DE AMÉRICA LATINA (2017), *Extracción, saqueo y agresión*, Bogotá, OCMAL.
- OSWALD SPRING, Úrsula (2009), “A HUGE Gender Security Approach. Towards Human, Gender and Environmental Security”, en BRAUCH, Hans

- Günter *et al.* (eds.), *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Berlín, Springer.
- OSWALD SPRING, Úrsula (2013a), “Seguridad de género”, en FLORES-PALACIOS, F. (coord.), *Representaciones sociales y contextos de investigación con perspectiva de género*, Cuernavaca, UNAM, CRIM.
- OSWALD SPRING, Úrsula (2013b), “Dual Vulnerability among Female Household Heads”, *Acta Colombiana de Psicología*, vol. 16, núm. 2.
- OSWALD SPRING, Úrsula *et al.* (2014), *Vulnerabilidad social y género entre migrantes ambientales*, Cuernavaca, UNAM, CRIM-DGAPA.
- OXFAM (2016), *An Economy for the 1%. How Privilege and Power in the Economy Drive Extreme Inequality and How This Can Be Stopped*, disponible en: https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/bp210-economy-one-percent-tax-havens-180116-en_0.pdf.
- PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (PND) (2013), *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*, México, Gobierno de la República.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD) (1994), *Seguridad humana*, Nueva York, PNUD.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD) (2016), *Informe sobre Desarrollo Humano 2016*, Nueva York, PNUD.
- REARDON, Betty A. (1986), *Sexism and the War System*, Nueva York, Syracuse University Press.
- SERRANO OSWALD, S. Eréndira (2009), “The Impossibility of Securitizing Gender vis à vis «Engendering» Security”, en BRAUCH, Hans Günter *et al.* (eds.), *Facing Global Environmental Change. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts*, Berlín, Springer.
- UNGA (2000), *Objetivos de Desarrollo del Milenio*, Nueva York.
- UNGA (2015), *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, Nueva York.
- WOETZEL, Jonathan *et al.* (2015), “How Advancing Women’s Equality Can Add \$12 Trillion to Global Growth”, *McKinsey & Company*, Washington, septiembre.
- WORLD ECONOMIC FORUM (WEF) (2016), *The Global Gender Gap Report*, Davos, FEM.
- WORLD ECONOMIC FORUM (WEF) (2017), *Global Gender Gap Index 2017*, Davos.
- ZAMBRANO, Eduardo (2016), “El Niño 2015-2016. Evolución y perspectivas”, Guayaquil, Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN).

CAPÍTULO XV

CAMBIO CLIMÁTICO, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y DERECHO HUMANO A LA ALIMENTACIÓN

Rosalía IBARRA SARLAT*

SUMARIO: I. *Nota introductoria*. II. *El goce del derecho humano a la alimentación ante el cambio climático*. III. *Seguridad alimentaria en riesgo por el cambio climático*. IV. *La vulnerabilidad del sector agropecuario*. V. *El sector agropecuario y los GEI*. VI. *Agricultura climáticamente inteligente versus agroecología*. VII. *Reflexión final*. VIII. *Bibliografía*.

I. NOTA INTRODUCTORIA

De acuerdo con el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]), las repercusiones del cambio climático en la producción de alimentos afectarán a “todos los aspectos de la seguridad alimentaria incluido el acceso a los alimentos, el uso de éstos y la estabilidad de sus precios”, con la consecuente incidencia en los medios de subsistencia a nivel local y mundial, en particular en las regiones con alta inseguridad alimentaria y gran desigualdad social, debido a que los riesgos no solamente están vinculados con la variabilidad y los extremos del calentamiento climático (las sequías, las inundaciones y las precipitaciones), sino que además tienen una estrecha relación con la vulnerabilidad socioeconómica de ciertos grupos sociales de los entornos urbanos y rurales (IPCC, 2014: 4, 6, 13, 18 y 20).

En este sentido, en caso de no atender sus causas y consecuencias, el cambio climático aumentará las desigualdades sociales, ya que los impactos más severos se presentarán en las regiones con mayor vulnerabilidad y en-

* Doctora en Derecho Ambiental por la Universidad de Alicante, España; licenciada en Derecho por la UNAM; investigadora en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.

tre los grupos que enfrentan riesgos, donde, en el tema que nos ocupa, las condiciones de vida de aquellas comunidades de agricultores que viven en ambientes frágiles se verán alteradas ante el riesgo inmediato y la creciente pérdida de cosechas y del ganado. Para ello, basta señalar que

En relación con los principales cultivos (trigo, arroz y maíz) en las regiones tropicales y templadas, las proyecciones señalan que el cambio climático sin adaptación tendrá un impacto negativo en la producción con aumentos de la temperatura local de 2 °C o más por encima de los niveles de finales del siglo XX, aunque puede haber localidades individuales que resulten beneficiadas de este aumento (IPCC, 2014: 17).

Los impactos estimados varían según los cultivos y las regiones, así como dependiendo de los diferentes escenarios de adaptación; no obstante, de manera general se estima que “alrededor de un 10% de las proyecciones para el período 2030-2049 muestran ganancias de rendimientos superiores al 10%, y alrededor de un 10% de las proyecciones muestran pérdidas superiores al 25%, en comparación con finales del siglo XX” (IPCC, 2014: 17).

Bajo este contexto, resulta importante destacar la relación estrecha entre la agricultura y el cambio climático, la cual tiene la peculiaridad de ser de doble vía, ya que el sector agrícola no solamente es vulnerable a los efectos climáticos, sino que también contribuye a los mismos; sin embargo, tiene el potencial de ser parte de la solución para menguar los impactos ambientales y socioeconómicos.

II. EL GOCE DEL DERECHO HUMANO A LA ALIMENTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático causa severos impactos ambientales, sociales y económicos, cuyas consecuencias atentan contra la vida y las condiciones de vida de las personas. En este sentido, el Consejo de Derechos Humanos señala que el cambio climático tiene repercusiones en el goce y disfrute de derechos humanos, tales como el derecho a la vida, a la salud, a la alimentación, al agua, a la vivienda y a la libre determinación (2009a: 9-16), y ha reconocido que dicho fenómeno, junto con la degradación ambiental y la desertificación, están exacerbando la miseria, con consecuencias negativas para el pleno disfrute del derecho a la alimentación, en particular en los países en desarrollo (2012: 8).¹

La alimentación es una necesidad fundamental de los seres vivos, indispensable para la vida y la salud de toda persona; para proteger y respetar la

¹ Remítase al punto 19.

vida se deben garantizar las condiciones mínimas de las cuales depende de la misma. En este sentido, la Declaración Universal de Derechos Humanos, aprobada en 1948 por la Asamblea General de las Naciones Unidas,² reconoce en el artículo 25(1) el derecho humano a la alimentación en el contexto de un nivel de vida adecuado, al establecer que

Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, viudez, vejez y otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad.

Por su parte, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC) de 1966³ reafirma en el artículo 11 el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado, incluyendo a la alimentación, y además señala que

Los Estados Partes en el presente Pacto, reconociendo el derecho fundamental de toda persona a estar protegida contra el hambre, adoptarán, individualmente y mediante la cooperación internacional, las medidas, incluidos los programas concretos, que se necesitan para:

a) Mejorar los métodos de producción, conservación y distribución de alimentos mediante la plena utilización de los conocimientos técnicos y científicos, la divulgación de principios sobre nutrición y el perfeccionamiento o la reforma de los regímenes agrarios de modo que se logren la explotación y la utilización más eficaces de las riquezas naturales;

b) Asegurar una distribución equitativa de los alimentos mundiales en relación con las necesidades, teniendo en cuenta los problemas que se plantean tanto a los países que importan productos alimenticios como a los que los exportan.

En esta línea, en 1999 el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, órgano responsable de supervisar el cumplimiento del PIDESC por parte de los Estados, aprobó la Observación General núm. 12 sobre el derecho a una alimentación adecuada (Comité de Derechos Económicos,

² Adoptada y proclamada por la Resolución de la Asamblea General 217 A (III) del 10 de diciembre de 1948.

³ Adopción en Nueva York, Estados Unidos: 16 de diciembre de 1966. Entrada en vigor internacional: 3 de enero de 1976. Adhesión de México: 23 de marzo de 1981. Publicación del Decreto de Promulgación en el *Diario Oficial de la Federación*: 12 de mayo de 1981. Entrada en vigor para México: 23 de junio de 1981.

Sociales y Culturales, 1999), la cual, como todas las observaciones generales, es una interpretación oficial del PIDESC, cuya finalidad es aclarar el contenido de los derechos para una mejor supervisión del cumplimiento de las obligaciones de los Estados parte.

Al respecto, el “Comité afirma que el derecho a una alimentación adecuada está inseparablemente vinculado a la dignidad inherente de la persona humana y es indispensable para el disfrute de otros derechos humanos”, y establece que “es también inseparable de la justicia social, pues requiere la adopción de políticas económicas, ambientales y sociales adecuadas, en los planos nacional e internacional, orientadas a la erradicación de la pobreza y al disfrute de todos los derechos humanos por todos” (Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, 1999: párr. 4).

El hambre y la desnutrición afectan de forma directa el goce y disfrute del derecho a la salud y a la vida (Carbonell y Rodríguez, 2012: 1064). El derecho a la alimentación se vincula, de igual forma, con otros derechos humanos, tales como el derecho al agua, a la educación, a la vivienda adecuada, al trabajo y a la seguridad social (Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos, 2010: 7 y 8), así como con el derecho a un medio ambiente sano, ya que la contaminación del aire, suelo y agua y el cambio climático influyen, como lo veremos, en el goce y disfrute pleno del derecho a la alimentación, pues la seguridad alimentaria también depende del medio ambiente en el que vivimos.

Ahora bien, de acuerdo con lo establecido en la Observación General núm. 12, “[e]l derecho a la alimentación adecuada se ejerce cuando todo hombre, mujer o niño, ya sea sólo o en común con otros, tiene acceso físico y económico, en todo momento, a la alimentación adecuada o a medios para obtenerla” (Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, 1999: párr. 6), de donde se desprenden los siguientes conceptos básicos (Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, 1999: párrs. 7-13; De Schutter, s.a.):

- a) *Disponibilidad*. Ésta implica que los alimentos puedan obtenerse a través de fuentes naturales, ya sea mediante la producción de alimentos, tales como la agricultura y la ganadería, o por otros medios, como la pesca, la caza y la recolección, o bien la posibilidad de obtener alimentos a la venta en mercados y tiendas.
- b) *Accesibilidad física y económica*. La primera significa que todos deben tener acceso a los alimentos, incluyendo a los grupos más vulnerables (niños, enfermos, personas con capacidades diferentes, personas de la tercera edad, personas que viven en zonas propensas a los desastres naturales, entre otros); en cuanto a la segunda, ésta implica que los

alimentos deben ser asequibles, de tal modo que los costos personales o familiares para la adquisición de alimentos no tienen que comprometer la capacidad económica para satisfacer otras necesidades básicas.

- c) *Adecuación*. Su significado se ve determinado por condiciones sociales, económicas, culturales, climáticas, ecológicas, entre otras, debido a que el Comité considera que el contenido básico del derecho a la alimentación adecuada comprende la disponibilidad de alimentos en cantidad y calidad suficientes para satisfacer las necesidades alimentarias de cada persona, teniendo en cuenta su edad, sus condiciones de vida, su salud, su ocupación, su sexo, etcétera; sin sustancias nocivas, es decir, apta para consumo humano, libre de sustancias adversas, como contaminantes procedentes de procesos industriales o agrícolas, y aceptables para una cultura determinada. A su vez, la accesibilidad de los alimentos debe ser sostenible y no dificultar el goce de otros derechos humanos; al respecto, se destaca la noción de sostenibilidad, la cual implica la posibilidad de acceso a los alimentos por parte de las generaciones presentes y futuras y, por lo tanto, se vincula con el concepto de seguridad alimentaria.

El derecho a la alimentación reconocido en el derecho internacional en materia de derechos humanos y humanitario, así como en varios instrumentos internacionales específicos,⁴ contempla que las personas tengan acceso a una alimentación adecuada y a los recursos necesarios para lograr la seguridad alimentaria de forma sostenible (Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos, 2010: 7 y 8).

Es indudable la importancia del goce y disfrute de este derecho humano; sin embargo, de acuerdo con el Informe 2015 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, las estimaciones apuntan que actualmente alrededor de 795 millones de personas sufren de nutrición insuficiente en el mundo, lo que significa que aproximadamente una de cada nueve no tiene lo suficiente para comer; además, los obstáculos para reducir el hambre son diversos, tales como los precios volátiles de los productos básicos, los precios más altos de alimentos y energía, el aumento del desempleo, así como las recesiones económicas. No obstante, hoy en día los fenómenos meteorológicos extremos y desastres naturales también han causado una considerable pérdida

⁴ Remítase a la Convención sobre los Derechos del Niño, artículos 24(2)(c) y 27(3); la Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer, artículo 12(2), y la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, artículos 25(f) y 28(1).

de vidas y medios de subsistencia, colocando en un estado vulnerable a la seguridad alimentaria mundial (Naciones Unidas, 2015: 20).

En la Declaración de la Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria, celebrada en Roma en noviembre de 2009, ya se hacía patente de que el cambio climático supone graves riesgos adicionales para la seguridad alimentaria y el sector agrícola, especialmente para los pequeños agricultores de los países en desarrollo, sobre todo los países menos adelantados, y para las poblaciones que ya son vulnerables (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2009: párr. 5).

En este sentido, Olivier De Schutter, relator especial de las Naciones Unidas sobre el derecho a la alimentación, ha señalado que existe una fuerte relación entre el estado del medio ambiente y la producción de alimentos, ya que los cultivos dependen de los servicios prestados por los ecosistemas, por lo que existe el riesgo de que la producción agrícola se someta a una disminución significativa en el futuro como consecuencia del cambio climático. Suponiendo un aumento de 4.4 °C en la temperatura media mundial y un aumento del 2.9% en las precipitaciones, se estima que para 2080 el potencial global de la producción agrícola podría disminuir en un 6% y la disminución variaría entre el 10% y el 25% en las distintas regiones; sin embargo, se prevé que puede generarse una reducción de hasta el 60% para varios países africanos (Consejo de Derechos Humanos, 2009b: párr. 21).

Por otro lado, el relator especial apunta la importancia de la pesca marina y continental, pues constituye una fuente vital de proteína de alta calidad y aporta medios de subsistencia e ingresos; no obstante, reconoce que la productividad pesquera mundial como fuente de alimentos está disminuyendo, especialmente a causa de las prácticas de pesca insostenibles y destructivas, así como a los subsidios que distorsionan el comercio, todo lo cual se ve agravado por el cambio climático, con efectos a la seguridad alimentaria de millones de personas (Asamblea General, 2012: párrs. 10-19).

De este modo, las consecuencias del cambio climático son una amenaza para la seguridad alimentaria, con efectos sobre el pleno ejercicio del derecho a la alimentación adecuada, al verse potencialmente vulnerados dos de sus elementos básicos: la disponibilidad de alimentos en cantidad y calidad suficientes, y el acceso a éstos de manera sostenible.

III. SEGURIDAD ALIMENTARIA EN RIESGO POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

En el Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación celebrada en noviembre de 1996, se estableció que “existe seguridad alimentaria cuan-

do todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”, cuya seguridad alimentaria debe alcanzarse a nivel individual, familiar, nacional, regional y mundial.⁵

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, conocida como FAO por sus siglas en inglés,⁶ los cuatro pilares de la seguridad alimentaria son (2009: 1):

- a) La disponibilidad de los alimentos.
- b) El acceso a los alimentos.
- c) La utilización de los alimentos.
- d) La estabilidad del sistema alimentario.

Si bien el concepto del derecho a la alimentación adecuada comparte elementos en común con el de seguridad alimentaria, hay que puntualizar que, aun cuando están íntimamente relacionados, son diferentes, ya que garantizar la seguridad alimentaria constituye una condición previa para el goce y disfrute de este derecho humano. Ahora bien, la seguridad alimentaria tiene que ver con la adopción de planes y programas, es un concepto ligado a políticas públicas; en cambio, el derecho a la alimentación es un concepto jurídico, es un derecho humano reconocido internacionalmente que otorga derechos e impone obligaciones a los Estados, entre las cuales está el de proporcionar seguridad alimentaria a todos, lo que implica asegurar que el sistema alimentario no se vea amenazado.

En otras palabras, la seguridad alimentaria es el resultado del funcionamiento de dicho sistema a nivel local, nacional y mundial, pues conlleva la producción, el almacenamiento, la elaboración, la distribución, el intercambio, la preparación y el consumo de los alimentos, cuyas fases dependen directa o indirectamente de los servicios ambientales que nos proporcionan los ecosistemas (Grupo de Trabajo Interdepartamental de la FAO sobre el Cambio Climático, 2007: 4).

Las probables implicaciones del cambio climático en la disponibilidad y el acceso a los alimentos se perciben de manera generalizada como un impacto negativo en la seguridad alimentaria, especialmente en países en desarrollo y de manera particular en el sector agropecuario (Miraglia *et al.*, 2009:

⁵ Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, disponible en: http://www.fao.org/wfs/index_es.htm.

⁶ Food and Agriculture Organization of the United Nations.

1009-1021; FAO, 2008), en el cual nos enfocaremos, cuyo interés radica en el importante papel que desempeña en relación con el cambio climático, ya que no es sólo un sector altamente vulnerable, sino que también es una fuente considerable de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); sin embargo, el sector puede ser parte de la solución, pues tiene el potencial para reducir una cantidad significativa de emisiones globales de GEI.

IV. LA VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO

La agricultura y la ganadería son actividades sensibles al clima, por lo que sus procesos de producción son afectados por el cambio climático, cuya vulnerabilidad comienza con los efectos biológicos, que conllevan repercusiones económicas y sociales,⁷ ello sobre la base de diversos estudios acerca del rendimiento y producción de cultivos y producción animal, en donde se anteponen los impactos negativos del cambio climático sobre los impactos positivos (IPCC, 2014: 4).

1. *Impactos sobre la producción agrícola*

En términos generales, el incremento de las temperaturas máximas puede generar una reducción grave del rendimiento y la disminución de la producción de muchos cultivos en latitudes más bajas, principalmente en re-

⁷ El aumento de los precios de los alimentos está ligado con los fenómenos meteorológicos extremos debido a las pérdidas generadas, especialmente cuando se consideran los costos en que incurren las familias y las empresas para reducir o enfrentar los efectos que producen tales fenómenos, lo cual no sólo limita las posibilidades productivas, sino también la capacidad económica para adquirir los alimentos. De igual manera, la escasez de agua, la degradación de la tierra, así como el cambio de uso de suelo para la implementación de prácticas ajenas a la producción alimentaria, son factores que influirán en la variabilidad de los precios de los alimentos básicos, lo que hará más difícil su acceso para las poblaciones que actualmente son vulnerables (personas que viven en extrema pobreza) y para los consumidores de ingresos bajos, tanto en zonas rurales como urbanas. Generalmente, las personas con un alto grado de inseguridad alimentaria se encuentran en las zonas rurales, cuyos medios de vida dependen de la producción de alimentos, la cual se verá alterada, directamente, por las consecuencias locales del cambio climático e, indirectamente, por las repercusiones en otras zonas del mundo (Barahona, 2011: 35; Grupo de Trabajo Interdepartamental de la FAO sobre el Cambio Climático, 2007: 7; HLPE, 2012: 31, 32, 42-44; Naciones Unidas, 2015: 20 y 21). Para estos grupos vulnerables, pequeños cambios en el clima pueden tener impactos desastrosos, ya que sólo la reducción de media a una tonelada de producción puede significar la diferencia entre vida y muerte (Altieri y Nicholls, 2013: 8).

giones tropicales estacionalmente secas, cuya productividad disminuirá si la temperatura local aumenta entre 1 y 2 °C.⁸

De manera específica, cabe mencionar que el aumento de las temperaturas durante la noche reduce el rendimiento del arroz hasta un 10% por cada grado centígrado que aumente la temperatura mínima en la estación seca; en cuanto al del maíz, éste puede reducirse un 1.7% por cada grado-día por encima de 30 °C en condiciones de sequía (HLPE, 2012: 38).

Las temperaturas más altas también están asociadas con concentraciones más elevadas de ozono, las cuales pueden dañar a las plantas y reducir el rendimiento de los cultivos, debido a que el ozono afecta el funcionamiento de las células y, en consecuencia, la fotosíntesis se hace más lenta.

De acuerdo con un estudio realizado por Tai, Val Martín y Heald, los cuatro principales cultivos a nivel mundial (trigo, arroz, maíz y soja) se verán afectados por la interacción que existe entre el aumento de las temperaturas y la contaminación atmosférica, cuyos efectos variarán considerablemente de región a región, con afectaciones diferenciadas entre los cultivos; por ejemplo, el trigo resulta más sensible a la exposición del ozono, mientras que el maíz se ve más afectado por el calor (2014: 817-821).

Igualmente, se estima que el calentamiento global puede reducir los rendimientos de cultivos en un 10% para 2050, lo cual es un dato considerable, ya que para ese mismo año se espera una demanda de un 50% más de alimentos debido al crecimiento poblacional y el cambio de las tendencias alimentarias de los países en desarrollo. Por otro lado, en el peor escenario de altas concentraciones de contaminación por ozono, se prevé un descenso del 15% en la producción agrícola para 2050, y de un 9% en un escenario intermedio, lo cual traerá repercusiones, tales como la desnutrición o el aumento del número de personas que no tendrán acceso a los alimentos, debido a que en el escenario pesimista los investigadores apuntan que en los países en desarrollo es probable que aumente la tasa de desnutrición en un 49% para 2050, mientras que en un escenario intermedio el 27% de la población mundial se verá afectada por la escasez de alimentos, lo que sugiere la importancia de la gestión de la calidad del aire en la elaboración de estrategias para la seguridad alimentaria (Tai *et al.*, 2014: 817-821).

El impacto del cambio climático en la agricultura también se debe a los fenómenos meteorológicos extremos, tales como inundaciones, ciclones tropicales, sequías y temperaturas excepcionales (olas de calor y frío), cuyos

⁸ No obstante, cabe señalar que en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC se prevé que la productividad de los cultivos aumentará ligeramente en latitudes medias a altas en caso de que se incremente la temperatura media local de 1 a 3 °C, dependiendo del tipo de cultivo (IPCC, 2007a: 6 y 7).

efectos son considerables; por ejemplo, tenemos el caso de las hortalizas, las cuales son sensibles a condiciones ambientales extremas, donde las altas temperaturas y la escasa humedad del suelo son las principales causas de los bajos rendimientos en los trópicos (HLPE, 2012: 39).

Por otro lado, la sequía prolongada y el incremento constante de temperaturas favorecen a especies invasoras como los insectos, lo que incrementará las plagas sobre los cultivos, así como las enfermedades en animales y plantas. Las malas hierbas y las plagas pueden prosperar en las temperaturas más cálidas, y rangos de ciertas plagas y enfermedades podrían cambiar causando nuevos desafíos para los agricultores (Miraglia *et al.*, 2009: 1012 y 1013; Greer *et al.*, 2008: 715-722; FAO, 2008: 8-13).

Cabe señalar que la calidad de los alimentos también se ve afectada, tanto por el aumento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) como por el incremento de las temperaturas, debido a que se reduce considerablemente el contenido de proteínas y minerales en los cultivos de cereales, como en el caso del trigo. Igualmente, estudios han señalado que la calidad del arroz se verá menguada a causa de las temperaturas elevadas, al afectar su blancura, el contenido de amilasa y la temperatura de gelatinización (HLPE, 2012: 39 y 40).

De tal manera, el cambio climático es un factor que contribuye a la ocurrencia y gravedad de enfermedades bióticas atribuibles a (micro)organismos como hongos, bacterias, virus e insectos. Asimismo, los factores abióticos, tales como deficiencias de nutrientes en suelos, contaminantes del aire, temperaturas extremas, humedad elevada, cambios en la distribución de agua de buena calidad para los cultivos, pérdida de tierras arables debido a la creciente aridez y a la salinidad asociada, disminución del agua subterránea y aumento del nivel del mar, entre otros, son aspectos que afectan invariablemente a la sanidad vegetal y la productividad agrícola (FAO, 2008: 7; Grupo de Trabajo Interdepartamental de la FAO sobre el Cambio Climático, 2007: 5 y 6).

2. *Impactos sobre la producción animal*

En lo que concierne al sector ganadero, en principio cabe señalar que la temperatura ideal de la mayoría de las especies de ganado es entre 10 °C y 30 °C (HLPE, 2012: 38), por lo que el incremento de las temperaturas puede causar efectos directos e indirectos en la producción animal.

Sin ánimo de ser exhaustivos, podemos mencionar que, a temperaturas superiores, los animales reducen el consumo de alimentos de un 3% a un 5%

por cada grado adicional de temperatura; a su vez, el estrés por calor puede tener un efecto directo y perjudicial sobre la salud y el crecimiento de los animales, además de que las temperaturas más altas afectan negativamente a la fertilidad (HLPE, 2012: 38; Miraglia *et al.*, 2009: 1013).

Por otro lado, los cambios en la distribución del agua, así como los generados en el entorno nutricional, pueden tener un efecto indirecto, por ejemplo, en la disponibilidad de piensos para el ganado, o la cantidad y calidad de los pastos de ganado y cultivos forrajeros. De igual modo, el cambio climático puede contribuir al incremento de infecciones y a la generación de nuevas enfermedades que se transmiten de forma natural entre los animales y el hombre (FAO, 2008: 7, 33-35), ocasionando riesgos, incluso, en materia de sanidad pública.

V. EL SECTOR AGROPECUARIO Y LOS GEI

Si bien la seguridad alimentaria y la agricultura se enfrentan a los impactos adversos del cambio climático, también es importante destacar el papel que juega el sector agropecuario en materia de emisiones de GEI.

De acuerdo con datos estadísticos de la FAO,⁹ se estima que a nivel global las emisiones de GEI relacionadas con la agricultura, básicamente de metano (CH₄)¹⁰ y óxido nitroso (N₂O), producidas por las actividades agrícolas han mantenido un aumento constante desde el año en que se tienen reportes, o sea, 1961, cuyo registro arrojó la cantidad de 2,751,636.77 de gigagramos de emisiones de CO₂eq (es decir, las emisiones de GEI de la agricultura consisten en gases distintos al CO₂, a saber: CH₄ y N₂O), las cuales se han incrementado a 5,294,155.85 de gigagramos en 2016,¹¹ principalmente en los países en desarrollo, debido a la expansión de la producción agrícola.

Por continente, en 2016 la distribución de emisiones de CO₂eq relacionadas con la agricultura arrojó los siguientes porcentajes: el 43.8% se produjo en Asia, seguida por América con el 25.4%, África el 16.5%, Europa el 10.9% y Oceanía con el 3.4%.

En el mismo año, los sectores que generaron un mayor número de emisiones fueron especialmente tres:

⁹ FAOSTAT, “Emisiones-agricultura”, disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data> (fecha de consulta: 29 de noviembre de 2017).

¹⁰ El metano es un gas que presenta un efecto invernadero 25 veces más potente que el dióxido de carbono a lo largo de un periodo de 100 años; sin embargo, a corto plazo (20 años) es 72 veces superior (IPCC, 2007b: 33).

¹¹ Los datos de la FAO, actualmente hasta 2016, presentan los reportes estadísticos de emisiones en el sector agrícola.

- 1) La fermentación entérica, donde el CH₄ producido por el ganado durante la digestión y expulsado al eructar representó el 39.2% de las emisiones totales de CO₂eq.
- 2) El estiércol depositado en las pasturas, cuyas emisiones de CH₄ y N₂O representaron el 16.1%.
- 3) El uso de fertilizantes sintéticos (a base de nitrógeno y de productos químicos), que representaron el 13.3% (Park *et al.*, 2012: 261-265).

En cuanto a las estadísticas por país, en 2016, los 10 principales emisores de CO₂eq en el sector agrícola fueron encabezados por China, quien aportó 687,257.87 gigagramos, seguidos por India (636,070.53), Brasil (450,668.47), Estados Unidos (359,949.71), Indonesia (169,865.94), Pakistán (156,881.39), Australia (132,543.15), Argentina (112,150.72), Etiopía (100,584.68) y Rusia (93,447.47).

Por otro lado, cabe señalar que también se genera un número importante de emisiones de CO₂ debido al cambio del uso de la tierra para la expansión agrícola, pues la conversión de ecosistemas naturales ricos en carbono (tales como bosques y humedales) en tierras de cultivo provoca pérdidas de CO₂ existente en el suelo y la biomasa (HLPE, 2012: 76-79).

Si bien el sector agrícola contribuye significativamente con emisiones de GEI, también tiene un importante potencial para contribuir en la reducción de las mismas, ello mediante la implementación de algunas de las siguientes prácticas: reducción de la tasa de deforestación y degradación forestal; control de incendios forestales; mejor gestión de residuos de cultivo (evitar la incineración y quema a cielo abierto); uso más eficaz de la energía en la agricultura y la agroindustria; mejora en el rendimiento de la tierra ya cultivada; aumento de la productividad de los campos existentes; uso de residuos orgánicos urbanos no contaminados en tierras agrícolas para mejorar su productividad; mejora en la práctica de alimentación de rumiantes; sustitución de fertilizantes sintéticos (nitrogenados)¹² por naturales (estiércol, abonos verdes, composta);¹³ gestión eficaz del estiércol (utilización para produ-

¹² El nitrógeno es el nutrimento aplicado más extensivamente como fertilizante, seguido por el fósforo y el potasio. Los fertilizantes nitrogenados se caracterizan por su baja eficiencia en su uso por los cultivos, misma que puede ser menor al 50%, lo que trae como consecuencia un impacto ambiental adverso, tales como eutrofización, lluvia ácida, contaminación de aguas superficiales y subterráneas con nitratos (NO₃-) y la emisión de gases de nitrógeno a la atmósfera (NO y N₂O), lo que contribuye al calentamiento global (Armenta *et al.*, 2010: 53).

¹³ La mayor demanda de abonos orgánicos por los productores agrícolas son los fermentados líquidos (compostas líquidas y biofertilizantes líquidos), que al aplicarse al suelo benefician el aumento de los nutrientes, así como al mejoramiento de la capacidad del suelo para retener agua, propiciar mejores condiciones físicas para el desarrollo de las raíces y el laboreo

cir bioenergía, biogás y fertilizantes); la agroforestación, entre muchas otras prácticas (Johnson *et al.*, 2007: 107-124; Park *et al.*, 2012: 261-265; Herrero *et al.*, 2009: 111-120; Schils *et al.*, 2007: 240-251; Ajayi *et al.*, 2009: 276-293; Franzel y Scherr, 2002).

Sin embargo, a pesar de que en el sector agrícola existe una amplia gama de prácticas y tecnologías con el potencial de aumentar la producción de alimentos y generar la capacidad de adaptación del sistema productivo de los mismos ante los impactos del cambio climático, así como reducir las emisiones o mejorar el almacenamiento de carbono en los suelos agrícolas y la biomasa, también se debe tomar en cuenta que todo ello puede conllevar costos significativos, en particular para los pequeños agricultores a corto plazo, como bien lo evidencian McCarthy, Lipper y Branca en un estudio, en el que, además de destacar los beneficios de adaptación y mitigación de diversas prácticas, señalan a detalle en casos prácticos los costos y las barreras para su implementación, tanto en el hogar como a nivel de proyecto, cuyos resultados indican que los costos iniciales de inversión pueden ser una barrera importante para la adopción de ciertas inversiones y prácticas; no obstante, la evidencia respalda la suposición de que es probable que sean rentables, además de que las sinergias potenciales entre la seguridad alimentaria, las oportunidades de adaptación y mitigación y otros costos pueden diferir sustancialmente en diferentes zonas agroecológicas, regímenes climáticos y patrones históricos de uso de la tierra, factores que se deben tomar en cuenta (2011: 1-18).

VI. AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE *VERSUS* AGROECOLOGÍA

El cambio climático amenaza la estabilidad de la producción y el rendimiento de los alimentos, de ahí que sea una necesidad imperiosa para muchos países, en particular para los países en desarrollo, gestionar los riesgos que surgen por el cambio climático en la agricultura y, en consecuencia, en la seguridad alimentaria y la protección del derecho humano a la alimentación.

Preservar y reforzar la seguridad alimentaria implica, desde la perspectiva de los derechos humanos, que los Estados cumplan con diversas obligaciones, en virtud de los instrumentos internacionales, para la realización progresiva del derecho a una alimentación adecuada. Especialmente, los Estados parte del PIDESC tienen la obligación de respetar, proteger y cumplir

del suelo; un mayor control de algunas enfermedades del suelo que causan la pudrición de raíces, y un aumento en la actividad microbiana (Armenta *et al.*, 2010: 54).

el derecho a una alimentación adecuada (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2005).

En este sentido, algunos aspectos del derecho a la alimentación están sujetos a una realización gradual, y otras obligaciones de los Estados parte tienen efecto inmediato, como es la obligación de adoptar medidas; es decir, no se permite que los Estados se queden inactivos, sino que deben hacer esfuerzos constantes por mejorar la implementación de este derecho mediante la adopción de múltiples acciones, tales como la aprobación de políticas públicas que permitan contribuir a la realización progresiva del derecho a una alimentación adecuada a través del fortalecimiento del acceso a los recursos y medios necesarios que garanticen la subsistencia, para lo cual es necesario evaluar el grado de inseguridad alimentaria y sus causas, pues ello permitirá un enfoque holístico y global (Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos, 2010: 22-25).

De tal forma que, en el plano nacional, los Estados, de conformidad con su legislación y los instrumentos internacionales, deberán adoptar estrategias que integren la política alimentaria y la política climática de manera transversal, a fin de favorecer la realización progresiva del derecho a una alimentación adecuada en el contexto de la seguridad alimentaria.

Atender la importancia de los efectos del cambio climático en el sector agrícola, y viceversa, permitirá implementar políticas, instrumentos jurídicos y mecanismos de apoyo concretos que aseguren la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, que propicien una producción alimentaria para las generaciones presentes y futuras, así como la adopción de medidas que contribuyan a mitigar emisiones de GEI en el sector.

Al respecto, la FAO estima que el 70% se podría mitigar en los países en desarrollo, para lo cual propuso en 2010 la “agricultura climáticamente inteligente” (CSA, por sus siglas en inglés),¹⁴ con el objetivo de responder a los siguientes retos: la inseguridad alimentaria y la malnutrición, la reducción de la pobreza rural y los efectos adversos del cambio climático. Para ello, la FAO reconoce el necesario fomento de una actividad agrícola más productiva y sostenible que integre a todos los sectores involucrados (cultivos, ganadería, silvicultura, pesca, energía, agua, bosques, etcétera).

Es fundamental una agricultura más productiva y resistente que integre explícitamente el cambio climático como uno de sus principales parámetros, la cual requerirá de la puesta en práctica de acciones que impliquen una

¹⁴ La Climate-Smart Agriculture (CSA) fue definida y presentada por la FAO en la Conferencia sobre Agricultura, Seguridad Alimentaria y Cambio Climático de 2010, en La Haya, mediante el documento “Climate-Smart Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation”.

mejor gestión del suelo y de los nutrientes; una adecuada captación y retención de aguas, así como la eficiencia en su uso; el control de plagas y enfermedades animales y vegetales; la mejora en el manejo de ecosistemas y su biodiversidad con el fin de aprovechar los servicios ambientales que proporcionan y que puedan contribuir a generar ecosistemas resilientes con una mayor productividad y sostenibilidad, además de reducir o eliminar GEI; la preservación de recursos genéticos de plantas y animales para mejorar su uso eficiente a través del desarrollo de resistencia a fenómenos meteorológicos extremos; la cosecha eficiente y la pronta transformación del producto agrícola; asegurar una mejor utilización de coproductos y subproductos, ya sea para alimentar al ganado, producir energía renovable en sistemas integrados o mejorar la fertilidad del suelo; la agricultura de conservación,¹⁵ así como la agroforestería (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2010), la cual implica el uso de árboles y arbustos en cultivos agrícolas, forraje, combustibles, materiales de construcción, leña, además de que la plantación de árboles y arbustos contribuye a la mitigación de GEI (McCarthy *et al.*, 2011: 5-7).

En términos generales, la CSA se enfoca hacia el desarrollo de las condiciones políticas, técnicas y de inversión para lograr un desarrollo agrícola sostenible frente al cambio climático, de tal manera que pretende impulsar una agricultura más productiva y con mayor resiliencia a los riesgos, crisis y variabilidad climática que permita mantener la seguridad alimentaria, reducir la vulnerabilidad, así como contribuir a la mitigación de emisiones de GEI.

En este sentido, la “agroecología”, considerada como una ciencia aplicada, se concibe como una herramienta para una agricultura sostenible, en la que mediante el rescate de los sistemas tradicionales de manejo, en combinación con el uso de estrategias agroecológicas, un conocimiento que también sea transmitido a otros agricultores en cada región, puede representar una ruta viable y sólida para incrementar la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción agrícola ante la variabilidad climática, además de que proporciona beneficios económicos (Altieri y Nicholls, 2013: 8 y 9).

Al respecto, la FAO define a la agroecología como

¹⁵ La agricultura de conservación implica tres aspectos básicos: 1) mínima perturbación mecánica del suelo; 2) el mantenimiento de un manto de materia orgánica rica en carbono que cubra y alimente el suelo, y 3) rotaciones o secuencias y asociaciones de cultivos —también árboles—, que podrían incluir leguminosas nitrificantes (las legumbres son capaces de albergar bacterias fijadoras de nitrógeno en sus raíces, lo que contribuye al crecimiento de los cultivos sin emisiones de GEI por el uso de fertilizantes sintéticos) (McCarthy *et al.*, 2011: 7-9).

[U]na disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Como ciencia, estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistema interactúan. Como un conjunto de prácticas, busca sistemas agrícolas sostenibles que optimizan y estabilizan la producción. Como movimiento social, persigue papeles multifuncionales para la agricultura, promueve la justicia social, nutre la identidad y la cultura, y refuerza la viabilidad económica de las zonas rurales. Los agricultores familiares son las personas que tienen las herramientas para practicar la Agroecología. Ellos son los guardianes reales del conocimiento y la sabiduría necesaria para esta disciplina. Por lo tanto, los agricultores familiares de todo el mundo son los elementos claves para la producción de alimentos de manera agroecológica.¹⁶

Por otro lado, en el Foro Internacional de Agroecología celebrado en Nyéléni, Malí, del 24 al 27 de febrero de 2015, se adoptó la Declaración de Nyéléni 2015,¹⁷ en la que el concepto de agroecología es enriquecido, al señalar que ésta se basa en principios medioambientales, así como en los de la seguridad alimentaria y nutricional, la soberanía y la justicia alimentarias, las cuales buscan enriquecer los sistemas agrícolas a través de la gestión dinámica de la biodiversidad, el uso y reciclaje de los recursos naturales, en vez de depender de insumos adquiridos externamente que sólo se pueden comprar en la industria, es decir, “no utiliza agrotóxicos, hormonas artificiales, transgénicos u otras tecnologías nocivas”.

La agroecología fomenta la producción de alimentos en pequeña escala realizada por pequeños productores y agricultores familiares, y está basada en técnicas que no son impuestas desde arriba, sino que más bien se desarrollan a partir del conocimiento y prácticas tradicionales de los agricultores, así como de sus propias innovaciones, por lo que generan un conocimiento local-nacional. La agroecología se basa en la gobernanza, pues la participación de los agricultores es fundamental (los derechos colectivos y el acceso al bien común son pilares fundamentales), así como hacer de la naturaleza un poderoso aliado, garantizando la seguridad alimentaria y nutricional, formando suelos sanos, conservando el agua y aumentando los ingresos y la resiliencia de las comunidades ante el cambio climático, mientras que mejora la biodiversidad, promueve la identidad y la cultura y fortalece la viabilidad económica de las áreas rurales.

¹⁶ “Agroecología y agricultura familiar”, disponible en: <http://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/>.

¹⁷ “Foro Internacional de Agroecología. Centro Nyéléni, Sélingué, Malí, 24-27 de febrero de 2015”, disponible en: <https://ag-transition.org/wp-content/uploads/2015/10/NYELENI-2015-ESPANOL-FINAL-WEB.pdf>.

La agroecología favorece a la biodiversidad al fomentar prácticas de diversificación, como los sistemas agroforestales y los policultivos, lo cual es elemental para minimizar riesgos, al ser éstos más capaces de adaptarse y resistir a los efectos del cambio climático y, por tanto, contribuir a la seguridad alimentaria (Altieri y Nicholls, 2013: 11-13).

Sin embargo, y en atención a lo anterior, equivocadamente la Alianza Global por la Agricultura Climáticamente Inteligente (GACSA, por sus siglas en inglés),¹⁸ para el logro de una agricultura sostenible, promueve también a los organismos genéticamente modificados (OGM), que fomentan los monocultivos, y el uso de fertilizantes nitrogenados, sin hacer hincapié en los beneficios de la agroecología y sin diferenciar entre los efectos negativos de la agricultura industrial¹⁹ y las soluciones reales de la agricultura campesina y tradicional, la cual es fundamental para mitigar los impactos adversos del cambio climático (Combes, 2015; Grain, 2015; Delvaux *et al.*, 2014).

Al parecer, la GACSA no busca impulsar del todo los objetivos de la agroecología expuestos líneas arriba, pues basta con saber quiénes son los miembros que la integran. En efecto, actualmente la GACSA cuenta con 207 miembros,²⁰ en la que participan un pequeño grupo de países, entre los cuales está México; numerosas multinacionales; ONG de conservación, como la IUCN (International Union for Conservation of Nature); algunas universidades norteamericanas; centros de investigación, como el CIRAD (Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement); pero también son miembros corporaciones agroindustriales que promueven los fertilizantes sintéticos, tales como Yara International ASA, Haifa Chemical Ltd., Mosaic Company. Igualmente, es miembro el Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development [WBCSD]), una organización global conformada por 200 empresas comerciales líderes que dicen trabajar para acelerar la transición hacia un mundo sostenible;²¹ uno de sus proyec-

¹⁸ El 23 de septiembre de 2014, en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático celebrada en la ciudad de Nueva York, fue anunciada de manera formal la Alianza Global por la Agricultura Climáticamente Inteligente (Global Alliance for Climate-Smart Agriculture [GACSA]). Disponible en: <http://www.fao.org/gacsa/en/>.

¹⁹ Como bien apuntan Altieri y Nicholls, la búsqueda de posibles adaptaciones agrícolas al cambio climático se ha centrado en enfoques reduccionistas, como la modificación genética para crear “genes climáticamente inteligentes”, con la que se espera que los cultivos puedan producir bajo condiciones estresantes, ayudados por modelos de predicción del clima (2013: 8).

²⁰ La lista de miembros actualizada a diciembre de 2017 se encuentra disponible en: <http://www.fao.org/gacsa/members/members-list/en/> (fecha de consulta: 5 de diciembre de 2017).

²¹ WBCSD, disponible en: <https://www.wbcsd.org/Overview/About-us>.

tos es la Climate-Smart Agriculture, a cargo de los siguientes miembros corporativos: Barry Callebaut, Kellogg's, Microsoft, Monsanto, Nutrien, Olam International Ltd., Rabobank Group, Syngenta International AG, Unilever, UPL Limited y Yara International ASA.²²

En este contexto, la CSA es entendida como una “agricultura tecnológica” basada en la industria de los agroquímicos, el desarrollo de semillas de alta tecnología, así como en los OGM,²³ entre otras técnicas, con los riesgos que ello conlleva, por lo que es fundamental evaluar los potenciales efectos adversos que éstas puedan tener directa e indirectamente sobre la salud humana o el medio ambiente, ya que el objeto de la CSA debe ser una “agricultura inteligente, sí pero en el uso inteligente (prudente) de los recursos”, es decir, sostenible, que no sólo genere ganancias económicas, sino que también propicie la inclusión social, la protección ambiental, y aborde la problemática climática.

Con lo anterior, se considera que la CSA es un concepto creado con una interpretación deformada, que no busca los mismos fines que la agroecología, a pesar de que debería ser esta última su eje rector, para además ser acorde con los elementos básicos del derecho humano a la alimentación.

Por ello, las políticas climática y alimentaria deben buscar una sinergia basada en el desarrollo sostenible, es decir, cuidar los tres aspectos: económico, social y ambiental, siendo en todo caso la tecnología una herramienta para dichos fines, mas no la finalidad en sí misma.

VII. REFLEXIÓN FINAL

Es preciso acentuar el vínculo entre el cambio climático y el sector agropecuario en los compromisos nacionales e internacionales de mitigación de GEI, y reconocer la seguridad alimentaria como una prioridad que requiere de protección y mejora ante las amenazas de un clima cambiante a través de normativas, estrategias, planes y programas que impulsen el desarrollo con bajas emisiones de GEI mediante prácticas de producción alimentaria realmente sostenibles, con el fin de menguar los impactos sociales adversos y que atentan contra los derechos humanos, tales como el derecho humano a la alimentación.

²² WBCSD, “Climate Smart Agriculture”, disponible en: <https://www.wbcsd.org/Programs/Food-Land-Water/Food-Land-Use/Climate-Smart-Agriculture> (fecha de consulta: 5 de diciembre de 2017).

²³ Sobre los riesgos y los beneficios de los OGM en la agricultura y la aplicación del principio de precaución, véase Tàbara *et al.*, 2003: 81-104. Para el estudio de la evaluación y la gestión de riesgos en los OGM, véase Corti, 2010.

Asimismo, para afrontar tal problemática es necesario adoptar, justamente, un enfoque de derechos humanos que oriente a los sistemas de producción de alimentos, a las reglas económicas y a las decisiones políticas por encima de cualquier interés económico y de una manera transversal, lo que permitirá un desarrollo progresivo del derecho humano a la alimentación.

En este sentido, es fundamental promover formas de agricultura biodiversas, resilientes y socialmente justas, donde la agroecología se presente como una plataforma esencial para la CSA, a fin de que ésta se convierta en el pilar principal de los marcos de política agrícola a nivel global, pues la agroecología es fundamental al contemplar sistemas de producción que contribuyen a la seguridad alimentaria ante la variabilidad climática y que, por tanto, favorece al derecho humano a la alimentación.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- AJAYI, O. C. *et al.* (2009), “Labour Inputs and Financial Profitability of Conventional and Agroforestry-Based Soil Fertility Management Practices in Zambia”, *Agrekon*, vol. 48, núm. 3.
- ALTIERI, M. y NICHOLLS, C. (2013), “Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas”, *Agroecología*, vol. 8, núm. 1.
- ARMENTA, Adolfo *et al.* (2010), “Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México”, *Ra Ximhai. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, vol. 6, núm. 1, enero-abril.
- ASAMBLEA GENERAL (2012), “Informe provisional del relator especial sobre el derecho a la alimentación, Olivier De Schutter”, Doc. A/67/268, Naciones Unidas, 8 de agosto.
- BARAHONA, Alejandro (2011), “Cambio climático y seguridad alimentaria: ejes transversales de las políticas agrícolas”, *COMUNICA*, enero-julio.
- CARBONELL, Miguel y RODRÍGUEZ, Pamela (2012), “¿Qué significa el derecho a la alimentación?”, *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, nueva serie, año XLV, núm. 135, septiembre-diciembre.
- COMBES, Maxime *et al.* (2015), *La “climate smart agriculture” une agriculture livrée à la finance carbone et aux multinationales*, Attac France-Confédération Paysanne.
- COMITÉ DE DERECHOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y CULTURALES (1999), “Observación General No. 12, El derecho a una alimentación adecuada (artículo 11 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales)”, Naciones Unidas, 20o. periodo de sesiones, Doc. E/C.12/1999/5, disponible en: <http://www1.umn.edu/humanrts/gencomm/epcomm12s.htm>.

- CONSEJO DE DERECHOS HUMANOS (2009a), “Informe de la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos sobre la relación entre el cambio climático y los derechos humanos”, Naciones Unidas, Asamblea General.
- CONSEJO DE DERECHOS HUMANOS (2009b), “Informe del relator especial sobre el derecho a la alimentación, Olivier De Schutter”, Naciones Unidas, 28 de diciembre, Doc. A/HRC/13/33/Add.2.
- CONSEJO DE DERECHOS HUMANOS (2012), “Informe del experto independiente sobre la cuestión de las obligaciones de derechos humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible, John H. Knox. Informe preliminar”, Naciones Unidas, 24 de diciembre, Doc. A/HRC/22/43.
- CORTI, J. (2010), *Organismos genéticamente modificados y riesgos sanitarios y medioambientales. Derecho de la Unión Europea y de la Organización Mundial del Comercio*, Madrid, Reus.
- DE SCHUTTER, Olivier (s.a.), “Derecho a la alimentación”, Naciones Unidas, disponible en: <http://www.srfood.org/es/derecho-a-la-alimentacion>.
- DELVAUX, François *et al.* (2014), *La “agricultura climáticamente inteligente”: ¿el traje nuevo del emperador?*, Bruselas, CIDSE.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2008), *Climate Change: Implications for Food Safety*, FAO.
- FRANZEL, S. y SCHERR, S. J. (2002), “Introduction”, en FRANZEL, S. y SCHERR, S. J. (eds.), *Trees on the Farm: Assessing the Adoption Potential of Agroforestry Practices in Africa*, Wallingford, CABI.
- GRAIN (2015), “Las exxons de la agricultura”, *A Contrapelo*, septiembre.
- GREER, A. *et al.* (2008), “Climate Change and Infectious Diseases in North America: The Road Ahead”, *CMAJ*, vol. 178, núm. 6.
- GRUPO DE TRABAJO INTERDEPARTAMENTAL DE LA FAO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (2007), *Cambio climático y seguridad alimentaria: un documento marco. Resumen*, Roma, FAO.
- HERRERO, Mario *et al.* (2009), “Livestock Livelihoods and the Environment: Understanding the Trade-Offs”, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 1, núm. 2, diciembre.
- HIGH LEVEL PANEL OF EXPERTS (HLPE) (2012), *La seguridad alimentaria y el cambio climático. Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial*, Roma.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2007a), “Resumen para responsables de políticas”, en PARRY, M. L. *et al.* (eds.), *Cam-*

bio climático 2007: impactos y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2007b), *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-Nueva York, Cambridge University Press.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2014), “Resumen para responsables de políticas”, en FIELD, C. B. *et al.* (eds.), *Cambio climático 2014: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra, Organización Meteorológica Mundial.

JOHNSON, Jane M. F. *et al.* (2007), “Agricultural Opportunities to Mitigate Greenhouse Gas Emissions”, *Environmental Pollution*, vol. 150, núm. 1, noviembre.

MCCARTHY, Nancy *et al.* (2011), *Climate Smart Agriculture: Smallholder Adoption and Implications for Climate Change Adaptation and Mitigation*, Roma, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

MIRAGLIA, M. *et al.* (2009), “Climate Change and Food Safety: An Emerging Issue with Special Focus on Europe”, *Food and Chemical Toxicology*, núm. 47.

NACIONES UNIDAS (2015), *Objetivos de Desarrollo del Milenio. Informe de 2015*, Nueva York.

OFICINA DEL ALTO COMISIONADO PARA LOS DERECHOS HUMANOS (2010), *El derecho a la alimentación adecuada*, Ginebra, Organización de las Naciones Unidas, Folleto informativo núm. 34.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (2005), *Directrices voluntarias en apoyo de la realización progresiva del derecho a una alimentación adecuada en el contexto de la seguridad alimentaria nacional. Aprobadas por el Consejo de la FAO en su 127o. periodo de sesiones, noviembre de 2004*, Roma, FAO.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (2009), “Declaración de la Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria”, Roma, 16-18 de noviembre, Doc. WSFS 2009/2.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (2010), *Agricultura “climáticamente inteligente”. Políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación*, Roma, FAO.

PARK, S. *et al.* (2012), “Trends and Seasonal Cycles in the Isotopic Composition of Nitrous Oxide since 1940”, *Nature Geoscience*, vol. 5.

- SCHILS, R. L. M. *et al.* (2007), “A Review of Farm Level Modelling Approaches for Mitigating Greenhouse Gas Emissions from Ruminant Livestock Systems”, *Livestock Science*, vol. 112, núm. 3, diciembre.
- TÀBARA, J. David *et al.* (2003), “Precaución, riesgo y sostenibilidad en los organismos agrícolas genéticamente modificados”, *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3.
- TAI, Amos P. K. *et al.* (2014), “Threat to Future Global Food Security from Climate Change and Ozone Air Pollution”, *Nature Climate Change*, vol. 4, septiembre.

CAPÍTULO XVI

JUSTICIA CLIMÁTICA

Esteban BARRÓN GUTIÉRREZ*

SUMARIO: I. *Nota introductoria*. II. *Antecedentes*. III. *La judicialización en el ámbito del cambio climático*. IV. *El caso Urgenda vs. Países Bajos*. V. *Problemática de la judicialización en materia climática*. VI. *Conclusiones*. VII. *Bibliografía*.

I. NOTA INTRODUCTORIA

En la actualidad, existe cada vez mayor evidencia científica de que el fenómeno del cambio climático ha sido ocasionado principalmente por la intervención humana sobre el medio ambiente; por ello, han sido desarrollados diversos mecanismos para enfrentarlo, uno de los cuales, poco utilizado hasta el momento, es la vía jurisdiccional.

El presente trabajo hace un recuento de los escasos pero relevantes casos relacionados con el cambio climático que, a nivel nacional o internacional, han sido sometidos (con resultados muy diversos), vía jurisdiccional, ante los tribunales. De igual modo, también se analizan las implicaciones que tales casos (particularmente el *caso de Urgenda vs. Países Bajos*) tienen para la conformación de la justicia climática, y el papel de ésta en el combate contra el cambio climático.

II. ANTECEDENTES

El clima depende de un gran número de factores que interactúan de manera compleja y que han tenido, a lo largo de la mayor parte de la historia de nues-

* Doctorando en Derecho en la Facultad de Derecho de la UNAM; maestro en Administración Pública por el International Development Department de la University of Birmingham, Reino Unido; licenciado en Derecho por la Facultad de Derecho de la UNAM; profesor de asignatura en la FES Acatlán de la UNAM.

tro planeta, causas naturales, exógenas al ser humano. No fue sino hasta 1995 que un grupo de científicos reunidos en el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático señaló que el conjunto de evidencias sugería que existía una influencia humana notoria en el cambio global, principalmente por la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2015: 5). A partir de entonces, el cambio climático ha estado presente en las agendas de los gobiernos nacionales, tanto de países desarrollados como subdesarrollados, y ha sido considerado como uno de los mayores problemas que enfrentará la humanidad en el presente siglo y los venideros (Martínez y Fernández, 2004: 17 y 18).

En el ámbito internacional, como antecedentes de la normatividad en cambio climático, hay que señalar la adopción de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático en la Cumbre de la Tierra (CM-NUCC), ocurrida en Río de Janeiro en 1992, que propició las condiciones políticas para la adopción del Protocolo de Kioto, que tenía como objetivo principal la reducción de emisiones de GEI. Los compromisos de esta última convención se extinguieron hasta 2012, año en que se definiría el instrumento legal que lo reemplazaría; sin embargo, las negociaciones fracasaron (Mora y Meckievi, 2016: 76).

En este escenario de frustración se invitó a los Estados a presentar compromisos voluntarios en 2009, y se crea la denominada “Plataforma de Durban” en 2011, marco en el cual se acuerda una segunda ronda de compromisos derivados del Protocolo de Kioto y el resultado es la firma del Acuerdo de París, en la Conferencia de las Partes (COP) núm. 21, en 2015. En dicho Acuerdo, en un ejercicio inédito de multilateralismo, se presentan una serie de compromisos individuales de los Estados, definidos unilateralmente, a partir de los cuales cada país establece sus propios objetivos en el combate al cambio climático, y particularmente en la reducción de sus emisiones, implicando también para los Estados la necesidad de reorientar sus economías hacia la disminución del uso del carbono y la implementación de medidas de adaptación mediante políticas públicas y regulación en dichos temas (Mora y Meckievi, 2016: 77 y 78).

Precisamente, el Acuerdo de París es el primer tratado internacional en incorporar expresamente el concepto “justicia climática”, al señalar en su preámbulo lo siguiente:

Observando la importancia de garantizar la integridad de todos los ecosistemas, incluidos los océanos, y la protección de la biodiversidad, reconocida por algunas culturas como la Madre Tierra, y observando también la importancia que tiene para algunos el concepto de “justicia climática”, al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático.

Desde entonces, diversos grupos han buscado definir el concepto de justicia climática, que esencialmente es usado para entender el fenómeno de cambio climático como una cuestión ética, legal y política, que incorpora temas como justicia ambiental y social, existiendo consenso en que “los que son menos responsables por el cambio climático, sufren las consecuencias más graves” (Boom *et al.*, 2016: 7).

La considerable discrecionalidad que el Acuerdo de París y otras convenciones internacionales han otorgado a los Estados para establecer sus propias metas y objetivos en materia de cambio climático; la inadecuada acción estatal, en la práctica, para combatir el fenómeno; la ausencia en dichos acuerdos de mecanismos coercitivos en caso de incumplimiento, y la falta de sistemas que determinen responsabilidades, compensaciones, subsidios por pérdidas o daños han motivado la búsqueda de nuevas formas para obligarlos a cumplir con sus obligaciones. Es así como toma relevancia la solución basada en la idea de la “judicialización del cambio climático” o “litigio climático”, que consiste esencialmente en acudir a los tribunales nacionales o internacionales y, mediante esa vía, reclamar el incumplimiento de los gobiernos en sus deberes de cuidado y protección al medio ambiente (Boom *et al.*, 2016: 7; Moraga y Meckievi, 2016: 77).

III. LA JUDICIALIZACIÓN EN EL ÁMBITO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La creación de marcos normativos especiales en materia de cambio climático, tanto a nivel nacional como internacional, ha favorecido, aunque de manera incipiente, el progresivo nivel de judicialización en el ámbito climático. A decir de Moraga y Meckievi (2016: 77), los litigios en materia climática se caracterizan por la intervención de múltiples actores (Estado y privados), así como conflictos sobre jurisdicción de distinto nivel y el cuestionamiento de la responsabilidad de los distintos poderes del Estado, enfatizando que

...los fundamentos de las demandas climáticas son diversos, alegándose desde la afectación de los derechos fundamentales hasta la teoría de los daños, destacándose las decisiones sobre la inacción o insuficiente acción de parte del Estado, en lo que se refiere a la elaboración de políticas públicas (Moraga y Meckievi, 2016: 77).

Las resoluciones dictadas en los contados casos judiciales en materia climática han dado lugar al análisis, por parte de los especialistas, de diversos aspectos, tales como el rol de los jueces y su impacto en el desarrollo de

las políticas públicas de cambio climático; la reinterpretación de conceptos como “desarrollo sustentable”, “justicia ambiental” y “división de poderes”, así como sobre la relación entre derechos humanos y cambio climático. Si bien algunos entusiastas proclaman el relativo éxito de la judicialización del cambio climático como mecanismo para obligar a los Estados a tomar acciones concretas en dicha materia, otros más escépticos, con base en los resultados obtenidos, aseguran que las categorías tradicionales del derecho (el ordenamiento jurídico y las instituciones procesales) limitan las posibilidades de éxito de la vía jurisdiccional para tener algún impacto importante a nivel global en dicha área (Moraga y Meckievi, 2016: 77).

En un inicio, el litigio en cambio climático se desarrolló lentamente; sin embargo, en tiempos recientes ha tenido un progreso sorprendente en cuanto al número y a la diversidad de acciones planteadas (Boom *et al.*, 2016: 7). Los primeros casos se originaron en los Estados Unidos, donde los demandantes reclamaron compensación a las compañías petroleras, eléctricas o de carbón, con base en el derecho de daños (*tort law*), por los impactos de su actividad. Después, aparecieron nuevos casos en el mismo país y en algunos otros para reclamar las responsabilidades de los gobiernos para preservar la viabilidad de la atmósfera y en general del sistema climático, en concordancia con la evidencia científica acumulada acerca de los efectos del cambio climático, para el beneficio de las presentes y futuras generaciones.

Más adelante, el litigio en la materia se extendió a nuevas jurisdicciones a través de Asia, Oceanía y Europa. En esos nuevos litigios, los actores pretenden, según el caso, la compensación por daño, el cese de algunas actividades que contribuyan al calentamiento global o la implementación, por parte del Estado, de políticas de adaptación y/o mitigación. Los demandantes se apoyan en nuevas teorías jurídicas y nuevos paradigmas (como el de los derechos fundamentales), y algunos han empezado a tener éxito en sus esfuerzos, particularmente en aquellos casos emprendidos contra los gobiernos, con recientes casos en Holanda, Pakistán y los Estados Unidos. No obstante, vale la pena aclarar que los resultados en estos casos han sido diversos, por lo que se podría considerar que su éxito ha sido parcial, tal y como se desprende del recuento que se hace a continuación.

Mediante una decisión del 16 de agosto de 2004, dictada dentro del Juicio núm. 4025/2001, el Tribunal Supremo de Delhi, en la India, determinó que los autobuses de la ciudad con más de 8 años de antigüedad debían cambiar su combustible de diésel a gas natural, lo que produciría un gran beneficio en la calidad de aire (*Caso Ramesh Chandra vs. Comisión de Transporte*, 2014). Sin embargo, Parejo (2016: 272) considera que, si bien se trata de una

sentencia importante, no llegó a pronunciarse explícitamente sobre el nivel de emisiones u otras cuestiones relacionadas con el cambio climático.

En 2005, el Consejo Circumpolar Inuit presentó una queja ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (Comisión IDH), reclamando que el calentamiento global generado por las emisiones de GEI, por parte de los Estados Unidos, violaba el derecho del pueblo Inuit a preservar su forma tradicional de vida, por haber provocado la destrucción del medio ambiente en el Ártico. No obstante, la Comisión IDH desestimó la petición por falta de pruebas suficientes, por lo que la misma no llegó a la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH) (Parejo, 2016: 272).

En 2007, en el caso *Massachusetts vs. Environmental Protection Agency*, doce estados y un grupo de ciudades de la Unión Americana demandaron a la Agencia Federal de Protección Ambiental (Environment Protection Agency [EPA]), para que ésta incluyera el CO₂ y otros GEI entre los gases contaminantes peligrosos para la salud, regulados por el Clean Air Act de 1970 (CAA). El Tribunal resolvió argumentando que la EPA tenía competencia para regular los GEI, con base en el acta mencionada, reenviando a dicha Agencia el caso y requiriéndole únicamente que fundamentara adecuadamente su falta de regulación en este caso. Parejo (2016: 272 y 273) considera que dicho Tribunal no estableció el inicio de una política frente al cambio climático.

En 2008, la localidad de Kivalina, en Alaska, demandó a 22 compañías (principalmente petroleras, tales como ExxonMobil, Chevron, Shell, entre otras), argumentando que el calentamiento global había provocado la disminución de la formación de hielo en el mar, con lo cual se forzó el traslado de todo el pueblo a otro lugar (Parejo, 2016: 273). La petición fue desestimada por la Corte de Apelaciones del Noveno Circuito, bajo el argumento de que los niveles adecuados de emisiones de GEI deberían ser establecidos por los poderes Ejecutivo y Legislativo y no por los tribunales, además de que “el calentamiento global ha estado ocurriendo por cientos de años y es el resultado de una vasta multitud de emisores de todo el mundo, cuyas emisiones se mezclan rápidamente y permanecen en la atmósfera por siglos, y como resultado, no pueden diferenciarse en la atmósfera global” (*Caso Kivalina vs. ExxonMobil Corp. y otros*, 2011: 11675), es decir, se considera no acreditado el nexo de causalidad.

Más recientemente, en 2015, el agricultor Asghar Leghari ejerció una acción de interés público en contra del Estado de Pakistán ante la Corte Suprema de Lahore, destinada a desafiar la inacción de Pakistán en materia de cambio climático y obtener el respeto de sus derechos fundamentales (artículos 9o. [derecho a la vida] y 14 [derecho a un medio ambiente sano y limpio

y a la dignidad humana] de la Constitución pakistaní). La Corte Suprema de Lahore estimó en su resolución que la falta de implementación de los instrumentos para combatir el cambio climático por parte del Estado de Pakistán afectaba los derechos fundamentales de los ciudadanos pakistaníes, frente a lo cual ordenó adoptar e implementar diversas medidas al Poder Ejecutivo, tales como la constitución de una comisión de cambio climático (con representación de todos los sectores), la coordinación a nivel gabinete para asegurar la implementación de la normatividad en cambio climático, así como la presentación, al gobierno, de una lista de puntos específicos de acción en materia de adaptación (Centro de Derecho Ambiental, 2015: 3).

En el mismo año, el agricultor peruano Saúl Luciano Lliuya reclamó ante la Corte Regional de Essen, Alemania (2016), el pago de una indemnización por los daños causados por la empresa de energía RWE (Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG) en el lago glaciar Palcacocha, en los Andes, que está a punto de derretirse, ya que el demandante vive en la trayectoria inundable del mismo (Parejo, 2016: 273). La demanda fue inadmitida en un inicio, pues el Tribunal argumentó esencialmente que, suponiendo, pero sin conceder, que dicho peligro existiera, este riesgo no podría ser atribuido a RWE individualmente, dada la innumerable cantidad de emisores de GEI que existen. Sin embargo, el 30 de noviembre de 2017, en su sentencia de apelación, la Corte Suprema Regional de Hamm (2017) determinó que dicha demanda debía ser admitida por encontrarse bien planteada, pues una compañía privada puede ser potencialmente responsable de daños relacionados con el cambio climático, derivado de sus emisiones de GEI. Actualmente, el caso se encuentra en la fase probatoria, en la que expertos opinarán respecto de las emisiones de GEI de RWE, la contribución de estas emisiones al cambio climático, el impacto resultante en el glaciar y, de ser posible, la responsabilidad proporcional que corresponde a RWE en tales efectos.

En 2014, como parte de una campaña coordinada por activistas climáticos, apoyados por la ONG Our Children's Trust, fue presentada, por parte de ocho niños, una petición en contra del Departamento de Ecología del estado de Washington (*Foster v. Washington Department of Ecology No. 14-2-25295-1*), en los Estados Unidos, argumentando que, bajo la normatividad existente, el gobierno tenía una obligación constitucional, pública y estatutaria de regular las emisiones de dióxido de carbono, en concordancia con la mejor información científica disponible, a efecto de preservar la viabilidad de la atmósfera, de los océanos y del sistema climático. Como resultado, el órgano jurisdiccional obligó a la autoridad estatal a regular las emisiones de dióxido de carbono y realizó recomendaciones a la legislatura (Boom *et al.*, 2016: 34 y 35).

Algunos otros asuntos relacionados con la materia climática se encuentran pendientes de resolver. Tal es el caso de la demanda iniciada en 2015 por la ONG belga *Klimaatzaak*, a efecto de forzar al gobierno de Bélgica a tomar acciones drásticas contra el cambio climático debido a la posible violación de normatividad diversa, como los convenios internacionales sobre el clima, el Convenio Europeo de Derechos Humanos y la Constitución belga (Parejo, 2016: 274).

Finalmente, la estudiante de derecho Sarah Thomson demandó al gobierno neozelandés ante el Tribunal Supremo de Wellington, solicitando la revisión de algunos aspectos relativos a la política de lucha contra el cambio climático del gobierno, en particular el ajuste de los compromisos de reducción de GEI en la normatividad interna, para que éstos concuerden con los resultados del Informe del IPCC de 2014 (Parejo, 2016: 274 y 275).

Aunque escapan de la relación anterior, el análisis de algunos otros casos relacionados con la materia climática rebasaría los límites del presente estudio, por lo cual sólo se han mencionado los más importantes. No obstante, se hará referencia especial, dada su trascendencia, al caso *Urgenda vs. Países Bajos*, cuya sentencia, emitida por el Tribunal del Distrito de la Haya, en 2015, constituye la primera decisión judicial en la que se exige a un Estado limitar sus emisiones mediante fundamentos jurídicos ajenos a lo establecido en la ley nacional.

IV. EL CASO *URGENDA VS. PAÍSES BAJOS*

Como preámbulo de este asunto, hay que señalar que, desde la COP de Copenhague de 2009, el incremento máximo admisible de la temperatura global se situó en los 2 °C respecto de los niveles preindustriales, límite que fue confirmado en los Acuerdos de Cancún de 2010, en los que se aprobó un objetivo de reducción de emisiones de entre el 25% y el 40%, respecto de 1990, para 2020. También se estableció el nivel máximo de concentración de partículas de CO₂ en la atmósfera, a fin de lograr el objetivo de aumento de temperatura de 2 °C, en 450 partes por millón (Parejo, 2016: 263).

En Copenhague, la Unión Europea (UE) —de la que forman parte los Países Bajos— asumió el compromiso de reducir sus emisiones en un 20% (respecto de 1990 y para 2020), con la posibilidad de llegar al 30% si otros países desarrollados asumían un compromiso igual y los países en desarrollo contribuían también, de acuerdo con sus respectivas responsabilidades y capacidades. Asimismo, se reconoció la necesidad de reducir las emisiones: por parte de países desarrollados, entre un 80% y un 95% para 2050, y entre

un 15% y un 30% para 2020 con relación a los países en desarrollo (Parejo, 2016: 263).

A pesar del compromiso asumido por la UE, los Países Bajos adoptaron sólo una obligación de reducción de entre el 14% y el 17% para 2020, pero tomando como base 2005. Este objeto fue poco ambicioso para un país tan rico y con tantos recursos disponibles, máxime que, como observa Parejo (2016: 264), a pesar de lo pequeño de su territorio, es uno de los países con mayores emisiones per cápita a nivel mundial.

En este contexto, después de dos años de preparación, en 2013, la Fundación Urgenda (contracción de *urgent agenda*, en inglés) y 886 ciudadanos holandeses demandaron al gobierno holandés, ante el Tribunal del Distrito de la Haya, por incumplimiento de la obligación de proteger a los ciudadanos de los grandes peligros del cambio climático. En la demanda se argüía esencialmente que, al no regular y frenar adecuadamente las emisiones de GEI, el Estado holandés cometía un daño de negligencia en contra de los ciudadanos, puesto que violaba la normatividad que lo constreñía a reducir las emisiones de estos gases entre un 25% y un 40% para 2020, tomando como base 1990, al haber establecido metas poco ambiciosas, con las que no se lograría tal objetivo (Parejo, 2016: 264 y 265; Boom *et al.*, 2016: 27 y 28; Cox, 2015: 1).

A decir de Noémie Kugler (2015: 2), el problema a resolver en este caso “se refiere a la existencia o no de una obligación legal de reducción de gases de efecto invernadero del Estado holandés más estricta de lo establecido en el plan elaborado por su gobierno, respecto de Urgenda”.

Roger Cox (2015: 3), el abogado que representó a la Fundación Urgenda en el juicio, reflexiona que por primera vez en un caso climático se decidió demandar al gobierno nacional en vez de las compañías de energía, dados los compromisos adquiridos por aquél en la reducción de emisiones y los resultados no muy exitosos de casos contra compañías en el pasado. Además, la demanda no se planteó en la vía tradicional de derecho administrativo ambiental —donde las acciones gubernamentales son revisadas a la luz de las leyes ambientales internas—, sino que se intentó en una vía novedosa: la del derecho de daños (*tort law*), con un espectro mucho más amplio de posibilidades en materia de prueba y de argumentación, a fin de acreditar el incumplimiento del deber de diligencia estatal en la materia.

El gobierno neerlandés alegó, en primer término, la falta de legitimación de Urgenda, al no existir amenaza real de acciones ilegales en contra de Urgenda atribuibles al Estado. Además, se refirió a la ausencia de nexo de causalidad entre las emisiones neerlandesas y las consecuencias de cambio climático, puesto que sus emisiones constituían una relativamente pequeña

contribución al cambio climático (sólo 0.5% de las emisiones globales). Otro argumento fue la inexistencia de norma nacional o internacional que lo obligara a asumir los niveles de reducción solicitados por Urgenda, enfatizando su compromiso en la lucha contra el cambio climático y el desarrollo de ambiciosas políticas de mitigación para prevenir los efectos peligrosos del cambio climático. Asimismo, se adujo que cualquier decisión judicial que pretendiera corregir las políticas del gobierno en cambio climático supondría una interferencia indebida en el Poder Ejecutivo, es decir, una violación del principio de separación de poderes (Parejo, 2016: 265; *Caso Urgenda vs. Países Bajos*, 2015).

Finalmente, el Tribunal emitió sentencia el 24 de junio de 2015, confirmando, en su mayor parte, los hechos y la argumentación presentados por la demandante. En un hecho sin precedentes, la Corte consideró que las políticas climáticas holandesas existentes eran inadecuadas e ilegales, catalogándolas como “negligencia peligrosa”, y ordenó al gobierno holandés limitar el volumen anual total de sus emisiones de GEI, por lo menos, al 25% para 2020, en comparación con el nivel de 1990. A decir de Roger Cox (2015: 1):

...la decisión marca la primera acción en materia de cambio climático, fundada en *tort law*, exitosa, así como la primera vez que un tribunal ha determinado el objetivo apropiado de reducción de emisiones para un país desarrollado, basado en el deber de diligencia y sin atender los argumentos de que la solución para los problemas climáticos globales no depende de los esfuerzos de un solo país.

La sentencia aborda el caso que le fue planteado a través del análisis de cuatro principales cuestiones (Cox, 2015: 6-13; Parejo, 2016: 264-270; Kugler, 2015: 2 y 3), a saber:

1) *La gravedad del problema del cambio climático, el tamaño del riesgo que genera y las reducciones necesarias para evitarlo.* El Tribunal se apoya en los reportes del IPCC de 2007 y 2014, realizando una extensa revisión de los compromisos adquiridos por el Estado holandés tanto a nivel de las Naciones Unidas como en el ámbito de la UE, para concluir que el cambio climático constituye un serio peligro y que la reducción de las emisiones de GEI globales es necesaria para prevenir la amenaza de calentamiento global de 2 °C o más. Por ello, el Tribunal considera que Holanda, como nación industrializada, que contribuye con una cantidad considerable de emisiones, debe reducir las mismas de 25% a 40% para 2020, tomando como base 1990 (*Caso Urgenda vs. Países Bajos*, 2015).

2) *La cuestión de la “admisibilidad” de la demanda y la legitimación de Urgenda.* Al efecto, hay que señalar que la acción fue planteada en vía del derecho

de daños, reclamándose al Estado su “negligencia peligrosa” o “creación de peligro” (*gevaarzetting*), si bien la reparación del daño, desde una perspectiva patrimonial o pecuniaria, queda excluida. El Tribunal reconoció interés jurídico a Urgenda, al considerar que ésta podía defender intereses generales y colectivos conforme a sus estatutos, por lo cual Kugler (2015: 3) considera que podría considerarse a la acción presentada como una *class action*.

En la sentencia (2015: 4.4-4.7), el Tribunal consideró que Urgenda tenía interés jurídico para plantear la demanda, puesto que ésta se encontraba dentro del libro 3, sección 303A, del Código Civil holandés, al tratarse de una organización ambiental, que demandaba para proteger el medio ambiente, sin un grupo identificable de personas que necesitarán la protección, y, por ende, la protección de intereses generales y colectivos se encontraba soportada en sus propios estatutos, máxime que su acción resultaba válida para determinar la interpretación de dichos tratados y normas internacionales y decidir si el Estado cumplía o no con su deber de diligencia inherente a las normas de responsabilidad social.

3) *La obligación legal del gobierno holandés de tomar acciones tendientes a la reducción de emisiones en vista del peligro argüido y su incumplimiento.* La sentencia considera acreditada dicha obligación a partir de las obligaciones para el Estado holandés previstas por la CMNUCC, el Protocolo de Kioto y otros instrumentos jurídicos de la UE relativos al cambio climático, como el Convenio Europeo de Derechos Humanos (CEDH), entre otros. Al ser violentados dichos compromisos por el Estado neerlandés, el Tribunal no estimó por tal hecho que se vieran violentados los derechos de los demandantes.¹

Sin embargo, el Tribunal sí consideró que el Estado holandés había fallado en su “deber de diligencia” en cuanto a las condiciones de habitabilidad del país y a la protección y mejora del medio ambiente. Dicho deber emana del artículo 21 de la Constitución neerlandesa, así como de la aplicación, por analogía, de la doctrina jurisprudencial holandesa de la “negligencia peligrosa” o “creación de peligro” (*gevaarzetting*) —según la cual los empresarios tienen la responsabilidad de adoptar las medidas que sean necesarias para prevenir los peligros—, lo que, en materia de cambio climático, implica la obligación estatal de emprender medidas de adaptación y mitigación contra el calentamiento global, con la finalidad de cumplir con sus obligaciones internacionales (Kugler, 2015: 3; Parejo, 2016: 264 y 265).

El marco jurídico internacional se utiliza para interpretar la normativa nacional; así, en el veredicto se hace referencia a los principios de prevención, precaución y de equidad para determinar el contenido de “diligencia”

¹ Al constituir tales compromisos internacionales obligaciones inter-Estados y no obligaciones específicas y concretas con relación a sus ciudadanos.

del Estado en la materia. Dicha metodología es particularmente relevante, por cuanto el concepto de “deber de diligencia”, contemplado en el ámbito nacional, se dilucida, en materia climática, mediante el análisis de los compromisos adquiridos por el gobierno en el ámbito de la normatividad internacional ambiental (Kugler, 2015: 3).

Para determinar si el Estado había incumplido o no su deber de diligencia, el Tribunal consideró y analizó seis aspectos, a saber: *i*) la naturaleza y el alcance de los efectos negativos generados por el cambio climático; *ii*) la previsibilidad de tales efectos; *iii*) la probabilidad de que los repetidos efectos realmente se produzcan; *iv*) la naturaleza de los actos u omisiones del Estado; *v*) el coste de adoptar medidas precautorias, y *vi*) la amplitud del margen de maniobra otorgado por los poderes discrecionales del Estado a la luz de los principios de derecho público (Parejo, 2016: 268).

Finalmente, el Tribunal concluyó que el Estado tiene el deber de diligencia de adoptar las medidas de mitigación necesarias, pese a que la contribución de Holanda a las emisiones de GEI fuere irrelevante en términos globales. El Tribunal parte del argumento de que no resulta necesario que los daños hayan ocurrido realmente, sino que basta con, al menos, la posibilidad de que ocurran, además de que, en todo caso, es un hecho establecido que el cambio climático está ocurriendo, en parte, por las emisiones de GEI neerlandesas, cuyas consecuencias negativas son sentidas también en dicho país, constituyendo tales manifestaciones climáticas, *per se*, una prueba (*Caso Urgenda vs. Países Bajos*, 2015).

Precisamente, el Tribunal utiliza el razonamiento mencionado para justificar el nexo de causalidad —que ha sido el talón de Aquiles de la mayor parte de las demandas en materia de cambio climático— entre las emisiones provenientes del demandado y los efectos derivados del cambio climático, que le permite efectuar una concreta imputación de responsabilidad, lo que hace en los siguientes términos:

Puede ser asumida la existencia de un vínculo causal suficiente entre las emisiones de GEI de Holanda, el cambio climático global y sus efectos (actuales y futuros) en el clima holandés. El hecho de que las actuales emisiones de GEI holandesas son limitadas, desde una escala global, no altera el hecho de que esas emisiones contribuyen al cambio climático. La corte ha tomado en consideración al respecto, no sólo que las emisiones de GEI holandesas han contribuido al cambio climático, sino que, por su naturaleza, lo continuarán haciendo (*Caso Urgenda vs. Países Bajos*, 2015: 4.90).

Basado en lo anterior, el Tribunal concluye que el Estado ha actuado negligente e ilícitamente para con Urgenda, al iniciar con un objetivo de reduc-

ción de emisiones de menos del 25% comparado con 1990, y, en consecuencia, ordena a los Países Bajos la reducción de sus emisiones hasta ajustarse con la normatividad internacional que su deber de diligencia le impone.

4) *La cuestión de una posible violación al principio de separación de poderes.* El Tribunal niega dicha violación, arguyendo que, en realidad, la distribución de poderes implica el establecimiento de un equilibrio o balance entre ellos, por lo que se requiere de una colaboración conjunta; en este caso, el Estado holandés asumió compromisos internacionales que no puede desconocer y, por ende, el Poder Judicial no se entromete en la política pública, dado que no le ordena al Legislativo o al Ejecutivo las medidas legislativas o administrativas que deben adoptar, sino que son libres de determinar cómo cumplen su compromiso. Además, si bien los jueces no son elegidos por el electorado, su autoridad y su poder se fundan en instituciones democráticas establecidas y consolidadas, que les asignan el rol de resolver disputas legales e interpretar normas.

El Estado holandés apeló formalmente la decisión el 23 de septiembre de 2015, por lo que se desconoce en este momento si la sentencia sobrevivirá dicha impugnación. No obstante, el fallo ha tenido importantes efectos: para 2016, y a la espera de la decisión en segunda instancia, tanto el Ejecutivo como el Legislativo han declarado oficialmente que aumentarán su meta de reducción de emisiones para 2020 a un 25%, aunque falta que expliquen cómo esperan lograr dicho objetivo (Cox, 2015: 13; Climate Citizen, 2017). Asimismo, con independencia del resultado del caso, primero en su tipo, se establece un precedente importante en materia de litigación con respecto al tema del cambio climático, particularmente en el rol que pueden tener los jueces y sus decisiones en el combate al cambio climático.

V. PROBLEMÁTICA DE LA JUDICIALIZACIÓN EN MATERIA CLIMÁTICA

El aumento paulatino de demandas judiciales relacionadas con el cambio climático deriva del hecho de que cada vez más personas han optado por la vía jurisdiccional como una alternativa para hacer frente al fenómeno del cambio climático. Dicho proceso puede ser concebido como un proceso “desde abajo” o *bottom-up process*, pues implica el empoderamiento de la sociedad, que acude, individual o colectivamente, ante los órganos jurisdiccionales a efecto de fincar responsabilidad a empresas y Estados, que son los causantes de dicho fenómeno (responsables de la degradación ambiental), sobre todo en las últimas dos décadas, y preservar su derecho a un clima estable y un ambiente sano, en

nombre de las generaciones presentes y futuras, sobre todo en aquellos países que no cuentan con políticas públicas eficaces en el ámbito de la mitigación de GEI y de adaptación a los efectos del cambio climático (Moraga y Meckievi, 2016: 85).

Las motivaciones de los demandantes se relacionan con diversos aspectos, tales como el deber de diligencia, el régimen de responsabilidad del Estado, los derechos fundamentales, el principio de prevención frente a un daño cierto y precaución ante la incertidumbre científica, o la infracción de ordenamientos ambientales administrativos. Aunque, en principio, el objetivo general perseguido por las partes sería el combate al cambio climático y, a su vez, obligar a los Estados a adoptar medidas de mitigación (como en la reducción de emisiones de GEI) y de adaptación frente al cambio climático, la implementación de dichos juicios también puede tener una motivación económica, destinada al pago de compensaciones (Moraga y Meckievi, 2016: 85).

Moraga y Meckievi (2016: 86 y 87) opinan que, dadas las limitaciones y debilidades del derecho internacional, así como la ineficacia de las categorías tradicionales del derecho —esencialmente las de la responsabilidad civil y administrativa, basadas en un análisis mecánico y tradicional de deberes, incumplimientos, causalidad y daños—, la utilización de los derechos humanos, como fundamento de demandas climáticas, tiene el mérito de poner en el centro del debate otros elementos y formas diversas de expresión de grupos y personas altamente vulnerables, que de otra forma no podrían ser escuchados, por lo cual resulta necesaria para el juzgador una óptica más abierta y multidisciplinaria, una visión holística y colectiva del bienestar humano, de otros organismos vivos y del medio ambiente en general.

Lo anterior implicaría replantear tanto los fundamentos jurídicos de las demandas climáticas como la estrategia de litigación, a efecto de buscar la reinterpretación y reformulación, por parte de los jueces, de categorías jurídicas tradicionales, que son problemáticas en casos ambientales, tales como la causalidad y la legitimación, atendiendo a una visión más holística del derecho.

El nexo de causalidad, como relación causa-efecto entre el hecho imputado y el daño o afectación producido, ha sido tradicionalmente uno de los más difíciles de acreditar, y más aún si se trata de derechos difusos, por ejemplo, los ambientales (Carmona, 2003: 155). La dificultad aumenta si se aplica dicho concepto jurídico a la materia climática, puesto que es muy difícil demostrar que un hecho concreto y particular sea la causa del fenómeno del cambio climático, dada la multicausalidad de éste. Ante ello, resulta necesaria una visión holística en el ejercicio de valoración de la evidencia científica

(por ejemplo, los reportes del IPCC o las evaluaciones de impacto ambiental) como medio para acreditar un daño ambiental.

Asimismo, resultaría indispensable el considerar que no es necesaria la existencia de un daño cierto, sino que basta con la posibilidad de que ocurra, es decir, con la creación de peligro o de riesgo. En este sentido, cobra especial relevancia el principio precautorio, puesto que, tal y como lo dispone el artículo 15 de la Declaración de Río de 1992, incorpora la noción del deber de accionar ante un daño grave eventual o potencial, incluso en caso de incertidumbre científica (Moraga y Meckievi, 2016: 88).

Por otra parte, si bien resulta más sencillo acreditar el hecho ilícito, que puede ser intencional o por negligencia, causante del daño o del peligro, determinar la proporción o la medida en que tal hecho ha influido o intervenido en el estado actual del fenómeno del cambio climático es casi imposible, por la diversidad de causas, factores y circunstancias de modo, tiempo y lugar que lo han originado, y por tratarse, además, de un fenómeno global, máxime que las partículas contaminantes de las emisiones se mezclan en la atmósfera.

En tal aspecto, se requiere de un ejercicio amplio de interpretación para considerar que el vínculo causal entre el hecho imputado y el daño o riesgo se puede acreditar con la simple demostración, con base en evidencia científica, de que el hecho haya contribuido en algo (sin importar en qué medida o proporción) al cambio climático, tal y como lo hizo el Tribunal del Distrito de la Haya en el *caso Urgenda*, al considerar que las actuales emisiones de GEI holandesas son limitadas, desde una escala global, mas eso no altera el hecho de que esas emisiones contribuyen al cambio climático y lo continuarán haciendo.

Otra cuestión controvertida y novedosa planteada en los casos climáticos es el relativo a la legitimación, tanto activa como pasiva. La primera, debido a la reticencia, por parte de la mayoría de jueces, de reconocer la representación de las generaciones futuras y los menores de edad (Moraga y Meckievi, 2016: 89), así como a reconocer a los demandantes el carácter de víctimas, dada la naturaleza difusa de los derechos ambientales climáticos, en los que generalmente son colectividades los afectados y, por ende, no cualquiera puede irrogarse su representación,² sin dejar de soslayar que, en el cambio climático, la víctima es la humanidad entera.

² Precisamente, un argumento de este tipo lo utilizó la Comisión IDH en 2003 para desechar la petición planteada por Rodrigo Noriega a nombre de los ciudadanos de Panamá, en el *caso del Parque Natural Metropolitano*, por considerar que ni dicho peticionario en lo particular ni grupos ecológicos, cívicos o científicos podrían arrogarse la representación de todos los ciudadanos de Panamá.

En el caso de la legitimación pasiva, el problema surge dada la multiplicidad de actores responsables de las emisiones de GEI y otras acciones que originan el problema de cambio climático, puesto que, en mayor o menor grado, todos los seres humanos vivos y muertos hemos contribuido a dicho fenómeno. No obstante, en la práctica, es posible ubicar a quiénes contribuyen en mayor medida, como lo son las compañías de energía o los gobiernos de los Estados con mayor número de emisiones (como China o los Estados Unidos), e incluso se habla también de la responsabilidad histórica de los países desarrollados en dicho rubro. Por ello, es factible demandar y fincar responsabilidad tanto a organismos del Estado como a empresas particulares.

Cabe mencionar, además, la reticencia de los jueces a juzgar casos en materia climática, aduciendo una supuesta injerencia judicial en la política climática, la cual se estima atribución de los órdenes ejecutivo y legislativo, con la consecuente violación al principio de distribución de poderes. Al efecto, en algunos asuntos, como el de Urgenda en los Países Bajos, Our Children's Trust en los Estados Unidos y Asghar Leghari en Pakistán, los jueces han resuelto favorablemente casos climáticos, sin considerar quebrantado el principio aducido, justificando su proceder en la vocación democrática de la función jurisdiccional para resolver los asuntos que les sean sometidos, incluyendo los ambientales, y dejando expedita a los otros poderes la forma en que cumplimentarán tales resoluciones, en el marco de sus atribuciones constitucionales.

Un último aspecto tiene que ver con el carácter multinivel de la judicialización en materia de cambio climático: supranacional, regional, nacional o local, lo cual tiene efectos en cuanto a la normatividad sustantiva, y sobre todo adjetiva, aplicable. Moraga y Meckievi (2016: 90) consideran que “cada caso de cambio climático provee un «microcosmos» con una dinámica particular sobre los elementos regulatorios nacionales, subnacionales y supranacionales”. En este sentido, cabe plantearse la complejidad y diversidad de los casos climáticos, con la posibilidad latente de convergencia de normas jurídicas de distintos estadios; mas dicha multidiversidad puede ser vista como una oportunidad, gracias a la amplia gama de posibilidades y recursos judiciales con que se puede contar para plantear una demanda climática.

Dado que el cambio climático es un problema global, complejo, multifactorial y multitemporal, es responsabilidad de toda la sociedad, en lo general, y de cada individuo, en lo particular, contribuir a su solución y coadyuvar a que se desarrollen e implementen las políticas de mitigación y adaptación adecuadas para enfrentar dicho fenómeno. Cobra especial relevancia estar conscientes de la existencia de la vía jurisdiccional como un mecanismo más para enfrentar dicho fenómeno; para hacer valer el derecho humano a un

medio ambiente adecuado, un clima sano y una atmósfera sustentable; para obligar así a los principales responsables (gobiernos y empresas) a reducir sus emisiones, y para adoptar políticas climáticas adecuadas.

Si bien existe una gran diversidad de obstáculos (como los aquí reseñados), es responsabilidad de litigantes, jueces, especialistas y, en general, de todas las personas el plantear casos relacionados con el cambio climático de una manera original, con nuevos tipos de argumentación, distintas formas de interpretación y paradigmas innovadores, que desafíen las categorías tradicionales del derecho y tomen en consideración las particularidades de la materia climática. De esa forma, los mecanismos jurisdiccionales tendrán un mayor impacto en los esfuerzos contra el cambio climático. Como diría el humanista Nelson Mandela: “siempre parece imposible hasta que se hace” (Cox, 2015: 13).

VI. CONCLUSIONES

Existe evidencia científica de que el fenómeno del cambio climático ha sido ocasionado, primordialmente, por la intervención humana sobre el medio ambiente. Han sido desarrollados diversos instrumentos para enfrentar sus efectos y establecer las medidas adecuadas de mitigación y adaptación.

Los mecanismos jurisdiccionales constituyen un instrumento más en la lucha contra el cambio climático. Desde hace poco más de dos décadas hasta la actualidad, han comenzado a plantearse demandas relacionadas con el cambio climático, en tribunales nacionales e internacionales, para fincar responsabilidad ambiental a gobiernos y a empresas por su contribución al cambio climático, particularmente por sus emisiones.

Los resultados de esos juicios climáticos han sido diversos. En la mayor parte de ellos se han obtenido efectos adversos, por cuanto los jueces muestran reticencia a la protección de derechos difusos, particularmente en materia climática, desestimando las demandas, generalmente, por la falta de legitimación, la no acreditación de un daño ambiental cierto, la imposibilidad de demostrar un nexo de causalidad entre el hecho ilícito específico y concreto y el daño producido (cambio climático), la falta de obligación legal exigible de reducción de emisiones de GEI, entre otras acciones concretas, o bien la posible violación del principio de distribución de poderes en caso de interferir en materia climática (atribución tradicionalmente propia del Ejecutivo y Legislativo).

En contraste, se cuenta con algunos casos exitosos, como el del agricultor Asghar Leghari en contra de Pakistán ante la Corte Suprema de Lahore, en

2015 (que obligó al Estado a la creación de una comisión climática y el diseño de una política pública en dicha materia); el que emprendió la ONG Our Children's Trust, en 2014, por parte de ocho niños, en contra del Departamento de Ecología del estado de Washington, en los Estados Unidos (que obligó al estado a regular las emisiones de GEI en la legislación), y, particularmente, el caso planteado por la Fundación Urgenda en contra del Estado de Países Bajos, en 2015, en el que por primera vez un tribunal determina el objetivo apropiado de reducción de emisiones para un país desarrollado, basado en el deber de diligencia o cuidado y sin atender los argumentos de que la solución para los problemas climáticos globales no depende de los esfuerzos de un solo país.

Aún está por verse el impacto que dichos casos tengan en el futuro. Al momento de resolver los mismos, los tribunales han empezado a adoptar una visión más holística, flexible y multidisciplinaria (más cercana a los derechos humanos) respecto del fenómeno del cambio climático, a fin de reinterpretar y revalorar los puntos que antes eran motivo de desechamiento (legitimación, causalidad, supuesta violación a la distribución de poderes, etcétera), así como plantear la responsabilidad estatal con base en la falta de diligencia o cuidado, para hacerla exigible por los ciudadanos.

Así, la vía jurisdiccional va adquiriendo mayor relevancia como mecanismo para enfrentar el fenómeno del cambio climático, hacer valer los derechos de los gobernados y obligar a los principales emisores de GEI a reducir sus emisiones y actuar con diligencia en dicho campo. Dicha vía tendrá mayor impacto en la medida en que se planteen nuevos casos y que además se realice de manera novedosa y original, con nuevos tipos de argumentación, interpretación y paradigmas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- BOOM, Keely *et al.* (2016), *Climate Justice: The International Momentum Towards Climate Litigation*, Berlín, Heinrich Böll Stiftung.
- CARMONA LARA, María del Carmen (2003), "El derecho al medio ambiente: defensa de los intereses difusos en el derecho ambiental internacional", *Revista del Instituto de la Judicatura Federal*, núm. 14.
- Caso *Kivalina vs. ExxonMobil Corp. y otros* (2011), Sentencia del 28 de noviembre, Corte de Apelaciones del Noveno Circuito, disponible en: <http://cdn.ca9.uscourts.gov/datastore/opinions/2012/09/25/09-17490.pdf>.
- Caso *Ramesh Chandra vs. Comisión de Transporte* (2014), Sentencia del 16 de agosto, Suprema Corte de India, disponible en: <http://delhicourts.nic.in/aug/4025.htm>.

- Caso Urgenda vs. Países Bajos* (2015), Sentencia del 24 de junio, Tribunal del Distrito de la Haya, disponible en: <https://www.urgenda.nl/documents/VerdictDistrictCourt-UrgendaStaat-24.06.2015.pdf>.
- CENTRO DE DERECHO AMBIENTAL (2015), “El rol del juez en materia de desarrollo de política y regulación climática a nivel doméstico”, *Desafíos jurídicos en miras a la COP 21, París 2015* (boletín), núm. 15, octubre.
- CLIMATE CITIZEN (2017), “Netherlands parliament increases climate targets: 25 percent by 2020, 55 percent by 2030”, disponible en: https://takvera.blogspot.com/2016/09/netherlands-parliament-increases_25.html.
- CORTE REGIONAL DE ESSEN (2016), *Boletín de Prensa*, 15 de diciembre, disponible en: http://www.lg-essen.nrw.de/behoerde/presse/Presseerklarungen/Archiv-2016/Lliuya-___-RWE-AG_/index.php.
- CORTE SUPREMA REGIONAL DE HAMM (2017), *Boletín de Prensa*, 30 de noviembre, disponible en: <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/litigation/liuya-v-rwe/>.
- COX, Roger (2015), “A Climate Change Litigation Precedent. Urgenda Foundation v The State of the Netherlands”, *CIGI Papers*, núm. 79, noviembre.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2015), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Summary for Policymakers*, Copenhagen, World Meteorological Organization (WMO).
- KUGLER, Noémie (2015), “Caso histórico del Tribunal de Distrito de La Haya en materia de cambio climático”, *Desafíos jurídicos en miras a la COP 21, París 2015* (boletín), núm. 12, julio.
- MARTÍNEZ, Julia y FERNÁNDEZ, Adrián (2004), *Cambio climático: una visión desde México*, México, Semarnat, Instituto Nacional de Ecología.
- MORAGA SARIEGO, Pilar y MECKIEVI, Sol (2016), “Análisis crítico de la judicialización del cambio climático y la baja economía en carbono frente a las categorías tradicionales del derecho”, *Revista de Derecho*, año LXXXIV, núm. 240, julio-diciembre.
- PAREJO NAVAJAS, Teresa (2016), “La victoria de Urgenda: el inicio de la lucha judicial frente al cambio climático”, *Revista Española de Derecho Administrativo*, núm. 177, abril-junio.

SEXTA PARTE
DE LO GLOBAL A LO LOCAL

CAPÍTULO XVII

CIUDADES GLOBALES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: CONSTRUYENDO SOSTENIBILIDAD URBANA

Uriel MARTÍNEZ CORNEJO*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Ciudades frente al cambio climático*. III. *Respuestas urbanas*. IV. *Sostenibilidad urbana*. V. *Conclusiones*. VI. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental que atañe al planeta es en gran medida causada por las actividades humanas y varían sus orígenes. Los primeros trabajos que describieron los efectos negativos de la utilización de insumos del modelo económico capitalista de consumo que nos gobierna se iniciaron en los sesenta, cuando en 1962 Rachel Carson publicó el libro *Primavera silenciosa*, el cual es el primer trabajo que toma en cuenta las implicaciones del uso de pesticidas sintéticos y su impacto negativo en el medio ambiente, la vida silvestre y las personas (Walker *et al.*, 2002).

Posteriormente, en 1987, en el informe Brundtland,¹ la Comisión Mundial sobre Desarrollo y Ambiente adelantó la comprensión de la interdependencia global y la relación entre los sistemas ambiental y económico; además, contribuyó significativamente al reconocimiento creciente de la necesidad por un desarrollo sustentable y una equidad internacional.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, llevada a cabo en Río de Janeiro en 1992, reafirma la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, aprobada en Estocolmo el 16 de junio de 1972, y, tratando de basarse en

* Biólogo por la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Maestría en Ciencias de la Sostenibilidad (en curso) por la UNAM.

¹ También llamado *Nuestro futuro común*.

ella, se intenta establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas.

Uno de los avances de la Cumbre de Río, contemplado en la declaración de sus principios, es haber aclarado el término “sustentabilidad”.² Con base en esta definición, se debe procurar alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y del desarrollo mundial. Es también en esta Conferencia donde se constituye la Comisión de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas, cuyo trabajo es recolectar datos sobre las actividades ambientales y de desarrollo y, a su vez, controlar la implementación de la Declaración de Río.

En 1997 se adopta el Protocolo de Kioto,³ donde se comienzan a plantear los objetivos obligatorios relativos a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para las economías mundiales que lo ratificaron.⁴ La negociación sobre la reducción de GEI se torna demasiado compleja, debido a que no todos los países aceptan seguir el Protocolo, siendo los países con más producción de emisiones los que se niegan a aceptarlo.

Debido al “fracaso” del Protocolo de Kioto, la comunidad mundial está obligada a desarrollar nuevas estrategias, por lo que en 2015 la Conferencia de las Partes (COP)⁵ adopta el Acuerdo de París, el cual logró comprometer a países desarrollados y en vías de desarrollo; actualmente ha sido ratificado por 175 partes.⁶ En este documento se hace una revisión de todos los antecedentes trabajados por los países miembros de la ONU en cuanto a temas de cambio climático, poniendo énfasis en la urgencia de acelerar y efectivizar medidas más ambiciosas para la reducción de emisiones e inversión en la prevención de desastres y adaptación⁷ (IPCC, 2012).

² “Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tiene derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza. Para alcanzar la sostenibilidad, la protección del medio ambiente debe ser parte del proceso de desarrollo y no puede ser considerado por separado” (ONU, 1992: principios 2 y 4).

³ El Protocolo de Kioto es un acuerdo jurídicamente vinculante, cuyo objetivo es que en el periodo 2008-2012 los países industrializados reduzcan sus emisiones colectivas de GEI en un 5.2% respecto a 1990. Su entrada en vigor fue en 2005.

⁴ Es importante mencionar que Estados Unidos firmó el Protocolo, pero no lo ratificó, y para ese entonces era el país que producía más emisiones de efecto invernadero a nivel mundial.

⁵ Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

⁶ Estados Unidos lo firmó y ratificó; sin embargo, su actual presidente Donald Trump anunció su retirada del pacto contra el calentamiento global, argumentando su alto costo, la pérdida de empleos y los daños a la economía de Estados Unidos.

⁷ El principal eje es no rebasar el aumento de temperatura global de 1.5 °C.

En este contexto, las grandes áreas urbanas o ciudades⁸ son un factor clave para el cambio climático, sobre todo a partir de la Revolución Industrial.⁹ De acuerdo con Seneviratne y Nicholls (2012), las emisiones de GEI están desplazando muchos indicadores climáticos más allá de los patrones de variabilidad natural dentro de los que hemos desarrollado la economía y las sociedades contemporáneas. Esos indicadores —o límites planetarios—¹⁰ incluyen la temperatura media de la superficie del planeta, la elevación del nivel del mar, la temperatura oceánica global, la extensión del hielo marino del Ártico, la acidificación oceánica y los acontecimientos climáticos extremos (Rockström *et al.*, 2009).

Acorde a Seto *et al.* (2010), la nueva geografía de la urbanización contemporánea identifica las áreas urbanas como un elemento clave de los procesos de globalización y de transición hacia nuevos esquemas de ocupación del territorio a nivel mundial. Más del 50% de la población total del planeta vive ya en áreas urbanas, y se estima que ese porcentaje será del 75% antes de 2050 (ONU-Hábitat, 2011; ONU-Hábitat, 2016). Las áreas urbanas son también un elemento central de la economía global en cuanto a centros vitales de producción y consumo, y a nivel nacional como componentes centrales de la economía nacional (ONU-Hábitat, 2011; ONU-Hábitat, 2016). Este hecho ha llevado a diversas organizaciones internacionales a considerar que el combate contra el cambio climático se ganará o perderá en las áreas urbanas (ONU, 2012; Banco Mundial, 2011; OCDE, 2015).

Conociendo este marco histórico, es de interés notar que la comunidad internacional reconoce al cambio climático como uno de los retos más importantes para el desarrollo y la sostenibilidad del siglo XXI (PNUD, 2010; OCDE, 2009; Banco Mundial, 2011; ONU-Hábitat, 2011; ONU-Hábitat, 2016). Para propósitos de este trabajo, me enfocaré en el papel que, durante

⁸ “La ciudad es un orden ecológico, natural y moral. Como orden ecológico, una ciudad es un mosaico de zonas caracterizadas por el hecho de que cada una de ellas está dominada por cierto tipo de población o de funciones” (Castells, 1972: 72 y 73). “La ciudad es un núcleo urbano, de conjunto de habitantes generalmente denso, y que viven juntos en estrecha vecindad” (Martínez, 2009: 211).

⁹ “El término Revolución Industrial se refiere al complejo de innovaciones tecnológicas que, al sustituir la habilidad humana por la maquinaria y la fuerza animal por energía mecánica, provoca el paso desde la producción artesanal a la fabril, dando así lugar al nacimiento de la economía moderna” (Landes, 1979: 15).

¹⁰ Los límites planetarios delimitan un ámbito de actividad seguro para los seres humanos respecto a la resiliencia de la biósfera; además, establecen la capacidad de la biósfera para recuperarse de las perturbaciones (principalmente las perturbaciones humanas) y regresar a un estado estable (Rockström *et al.*, 2009).

la última década, han jugado las áreas urbanas y que en la actualidad han pasado a ocupar un papel central en el debate internacional sobre el cambio climático.

II. CIUDADES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Debido a la industrialización y al desarrollo económico, consecuencias del actual modelo económico capitalista —que fomenta el consumo sostenido—, no sólo han favorecido una acelerada urbanización, sino que han generado el crecimiento exponencial de la contaminación del aire en las grandes ciudades, del agua potable y del medio ambiente en general; la destrucción de ecosistemas a una velocidad creciente; la rápida reducción de la biodiversidad por la extinción de especies; el agotamiento de tierras; la reducción de lugares de esparcimiento; la degradación y reducción de áreas verdes en zonas urbanas, etcétera (Masera *et al.*, 1992).

De acuerdo con Crespo y Ponce (2008), aun dentro de las ciudades se generan —y se necesitan— numerosos servicios ecosistémicos¹¹ para evitar que el rápido crecimiento de la mancha urbana tenga mayores impactos ambientales y se puedan mantener los suministros de agua para la conservación de ciclos hidrológicos, la regulación del clima a través de la captura de dióxido de carbono (CO₂), la atenuación de la contaminación atmosférica, la conservación de la diversidad biológica y la disminución de la erosión del suelo debido a la conservación de la cubierta vegetal.

Por estas razones, debemos conocer la relación cada vez más estrecha que existe entre las ciudades y el cambio climático. Esta relación es ambivalente y presenta múltiples dimensiones y áreas prioritarias en distintas escalas, desde la local hasta la global, pasando por la regional (Calthorpe, 2011). Por un lado, las emisiones de GEI de las ciudades constituyen un 67% de las emisiones mundiales y la energía que demandan asciende al 80% del total (ONU-Hábitat, 2011; ONU-Hábitat, 2016). Por otro lado, como centros de producción, las ciudades generan el 70% del producto interno bruto (PIB) mundial (Sánchez, 2012). Estas cifras no pueden ignorarse y sitúan a las ciudades a la altura de otros sistemas socioambientales¹² por su impacto sobre el clima, de modo que deben evaluarse sus emisiones, su productividad y sus

¹¹ “Servicios ecosistémicos son los múltiples beneficios que la naturaleza otorga a la sociedad, por lo que hacen posible la vida humana; se estima que estos bienes tienen un valor de 125 billones de USD” (FAO, 2016: 113).

¹² “Son sistemas adaptativos complejos, donde los agentes sociales y biofísicos interactúan en múltiples escalas temporales y espaciales” (Lerner, 2016: 1).

vulnerabilidades, así como la generación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.¹³

El acelerado y no planificado crecimiento de la mancha urbana, combinado al cambio climático mundial, plantea todo un desafío. De acuerdo con Sánchez (2012), el objetivo es claro: reducir las contribuciones al cambio climático y, al mismo tiempo, mejorar la calidad de vida urbana a través de medidas que aumenten la resiliencia¹⁴ de las ciudades, disminuyan su vulnerabilidad¹⁵ y prevengan los riesgos¹⁶ asociados para los habitantes.

Asimismo, para lograr integrar acciones de mitigación y adaptación¹⁷ a los efectos del cambio climático, se requiere que la planeación urbana considere la búsqueda de inversiones para el desarrollo local —con tendencias globales—, mejorando, por ejemplo, la movilidad en las áreas urbanas (transporte público), la eficiencia térmica de las construcciones, el drenaje pluvial y el tratamiento de residuos, etcétera.

III. RESPUESTAS URBANAS

A lo largo de la historia, el desarrollo de sociedades y ciudades ha estado siempre vinculado al clima, que ha sido un factor determinante en el surgimiento y la desaparición de civilizaciones y continúa siendo un elemento central en las opciones de desarrollo y sostenibilidad de la humanidad (Harvey, 2003). Aun así, la presión de otros problemas —de carácter más inmediato— disminuye la atención que se puede prestar a un factor de transformación como lo es el cambio climático¹⁸ (ONU-Hábitat, 2016).

¹³ La mitigación hace referencia a las políticas, tecnologías y medidas que permitan, por un lado, limitar y reducir las emisiones de GEI y, por otro lado, mejorar los sumideros de éstos para aumentar la capacidad de absorción de GEI.

¹⁴ “Capacidad de un sistema complejo para desarrollar e incrementar la capacidad de aprender, innovar y adaptarse” (Folke, 2003: 2027).

¹⁵ La susceptibilidad de un sistema a sufrir efectos negativos ante un fenómeno externo depende de su sensibilidad, el grado de exposición y el impacto externo (Turner *et al.*, 2003).

¹⁶ “El riesgo, o probabilidad de daños y pérdidas, es un concepto fundamental que supone la existencia de dos factores: amenazas y vulnerabilidades; por lo que el riesgo se crea en la interrelación o intersección de estos factores, cuyas características y especificidades son sumamente heterogéneas” (Lavell, 1996: 10).

¹⁷ La adaptación se refiere a las iniciativas y medidas que reducen la vulnerabilidad de los sistemas naturales y antropogénicos frente a los efectos reales o esperados del cambio climático (INECC, 2015).

¹⁸ Las ciudades son las principales contribuyentes al cambio climático, aunque representan menos del 2% de la superficie de la Tierra (ONU-Hábitat, 2016).

Debido a que cientos de millones de personas —en zonas urbanas— en el mundo se verán afectadas por el aumento del nivel del mar,¹⁹ incrementos en las precipitaciones, inundaciones, ciclones y tormentas más fuertes y frecuentes, así como periodos de mayor calor y frío extremo, se requieren respuestas urbanas que hagan frente a tan catastróficas predicciones (ONU-Hábitat, 2011; ONU-Hábitat, 2016). Uno de los primeros impactos del cambio climático sobre las áreas urbanas será la afectación a la infraestructura y los servicios urbanos básicos,²⁰ modificando de manera drástica la calidad de vida en las ciudades. Acorde a Lavell (1996), las poblaciones más afectadas serán las zonas urbanas pobres, cuyas condiciones de vulnerabilidad son altas²¹ y cuyos riesgos serán potenciados ante la falta de una adecuada planeación urbanística.

De acuerdo con ONU-Hábitat (2011; 2016), el principal reto que enfrentan alcaldes, empresarios y líderes urbanos interesados en sus ciudades es el asegurar un proceso sostenido de mejoramiento de los niveles de bienestar y prosperidad urbana.²² Las ciudades globales se enfrentan a la necesidad de tomar en cuenta al cambio climático dentro de sus planes de crecimiento y desarrollo,²³ con miras a contar con mejores armas para reducir los impactos negativos y aprovechar los positivos, debido a que es muy poca la atención que se presta al impacto del cambio climático sobre las áreas urbanas (Sánchez, 2012).

Una de las campañas más ambiciosas con respecto a la lucha contra el cambio climático en ciudades globales es la llevada a cabo por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).²⁴ Esta campaña es llamada CitiesIPCC, donde se han tejido redes de ciudad y actores del espacio urbano, cuyo objetivo principal es contribuir a la participación de las ciudades globales en la lucha contra el cambio climático y ofreciendo nuevos nichos de oportunidad para el trabajo

¹⁹ De hecho, diversas ciudades costeras importantes con una población mayor a los diez millones de habitantes se encuentran bajo esta amenaza (ONU-Hábitat, 2011).

²⁰ Afectaciones a la economía vital, la infraestructura social, las instalaciones de gobierno y los activos que se localizan en las ciudades (PNUD, 2010).

²¹ Esto es a causa de la tendencia a vivir cerca de ríos, laderas y pendientes propensas a deslizamientos; terrenos contaminados; estructuras vulnerables a terremotos, y a lo largo de zonas costeras (Lavell, 1996).

²² Véase Objetivo 11 (ODS) de Desarrollo Sostenible (PNUD, 2010).

²³ Véanse planes de desarrollo urbano (GDF, 2008).

²⁴ Decisión del IPCC para dar atención especial a las ciudades en su programa de trabajo hacia 2028.

que se realiza de forma colaborativa entre los tres niveles de gobierno y la comunidad científica internacional.²⁵

Asimismo, el IPCC decidió realizar un informe especial sobre *Ciudades y cambio climático*. Dicho informe debe ser incluido dentro del Sexto Informe de Evaluación (AR6), y de donde derivará la realización de una conferencia científica internacional sobre el tema. El informe especial servirá para aclarar el potencial de gobernanza, política e instrumentos financieros para apoyar las acciones de mitigación y adaptación en las zonas urbanas.

Es de importancia insistir en el vínculo entre las acciones para combatir el cambio climático y los problemas actuales del desarrollo urbano (GDF, 2008). Es necesario que las ciudades comiencen a integrar acciones en sus planes de desarrollo, así como dar impulso a los esfuerzos tendientes a conseguir un crecimiento sostenible. Estos dos rubros son procesos que tienen implicaciones sociales, económicas y ambientales para las áreas urbanas a corto, mediano y largo plazo; dicho en otras palabras: ciudades con tendencia a la sostenibilidad urbana (Rosales, 2017).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2011), cuando se planifica, capacita y gestiona a través de las estructuras de gobierno adecuadas, las ciudades pueden ser lugares de innovación y eficiencia. Las ciudades que conjunten trabajo con las autoridades locales tienen el potencial de disminuir las causas del cambio climático (mitigación) y protegerse de forma efectiva de sus impactos (adaptación). Las respuestas que generan los foros internacionales a los efectos de la urbanización y el cambio climático están convergiendo de un modo innovador, pero olvidando uno de los mayores retos dentro de las ciudades: el marco normativo para el diseño de acciones contra el cambio climático. El marco jurídico internacional da un apoyo fragmentado al desarrollo de políticas de cambio climático a nivel local,²⁶ razón por la cual varios países generan sus propias leyes.

Por desgracia, son pocas las áreas urbanas que cuentan con un marco normativo propio para el cambio climático.²⁷ En el caso de las ciudades latinoamericanas,²⁸ se encuentran pocos trabajos que consideren perspectivas multidimensionales e interdisciplinarias útiles al desarrollo urbano y a

²⁵ Bajo este marco, durante la 43a. sesión del IPCC realizada en Nairobi se lograron futuras colaboraciones entre ciudades, Estados y el IPCC para el avance del conocimiento científico sobre la política climática y el liderazgo a nivel local, nacional y global.

²⁶ Medidas de mitigación y adaptación.

²⁷ Algunos ejemplos en un contexto regional son ciudades latinoamericanas como Río de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba, Ciudad de México, etcétera (Sánchez-Rodríguez, 2012).

²⁸ Podemos tomar a México como ejemplo.

la planificación de estrategias y acciones para combatir el cambio climático (Toledo, 2012). Mencionan Pelling y Navarrete (2011) que la búsqueda de nuevos enfoques para responder a temas complejos refuerza el llamado a que la planificación urbana vaya de acuerdo con las nuevas necesidades de la sociedad.

Sin embargo, centrarnos sólo en la planificación urbana como el principal instrumento para el combate al cambio climático en las áreas urbanas no satisface ni cuestiona todas las aristas o dimensiones del problema, sobre todo en la coordinación entre actores sociales e instancias gubernamentales para la puesta en práctica de acciones, fortalecer las capacidades y la generación de planes inclusivos. Además de las herramientas de urbanismo, científicas y gubernamentales, el papel de la información es central en el discurso para responder a los problemas que se presenten. El acercamiento con los habitantes de las ciudades debe hacerse a través de la difusión y generación de información científica; este proceso constituirá un elemento relevante de la capacidad institucional y de información pertinente para apoyar el aprendizaje social.

IV. SOSTENIBILIDAD URBANA

Bajo una perspectiva de la ciudad como un socioecosistema, es notable cuestionar la autosuficiencia de los sistemas urbanos y enfatizar un modelo económico basado en el crecimiento de la producción energética (Rosales, 2017). Partiendo de esta óptica, la ciudad es considerada como un inmenso organismo con un metabolismo complejo que procesa alimentos, combustible y todos los materiales que necesita la civilización (Girardet, 1999). De esta forma, consideramos a las ciudades y áreas conurbadas como sistemas socioecológicos,²⁹ y podemos notar cómo las ciudades se han vuelto fuerzas dominantes en el cambio global.

Claramente podemos notar que hay múltiples beneficios en la urbanización (crecimiento económico, innovación, cultura, etcétera), pero al mismo tiempo crecen los problemas sociales, como la pobreza, la contaminación, la inestabilidad política, etcétera (Urban Resilience Research Prospectus, 2007). Estos problemas, al estar asociados con el bienestar humano —y dando mayor importancia que a lo sostenible— de las regiones urbanas, requieren de una nueva forma de aproximación.

²⁹ Un sistema socioecológico es un concepto que nace como parte de un paradigma que entiende que la actividad humana existe en un sistema de interacciones complejas de interdependencia entre los distintos componentes sociales y ecológicos (Binder *et al.*, 2013).

De las anteriores articulaciones se deriva que, bajo un enfoque ecológico, la sostenibilidad urbana plantea la transformación de un sistema parasítico hacia uno simbiótico (Rosales, 2017: 10-32), donde la asociación ciudad-medio ambiente sea de interdependencia mutua y donde cada uno de los componentes aporte al otro los requisitos para cambiar su metabolismo.

Tomando en cuenta los argumentos anteriores, debemos recordar que las ciudades son las principales contribuyentes al cambio climático.³⁰ Las ciudades consumen el 78% de la energía mundial y producen más del 60% del total de dióxido de carbono, así como un monto significativo de las emisiones de gases de efecto invernadero equivalentes, principalmente a través de la generación de energía, el uso de vehículos, los procesos industriales y el uso de la biomasa (ONU-Hábitat, 2011; ONU-Hábitat, 2016). Es decir, las exigencias de las ciudades son incompatibles con los ecosistemas, por lo que se hace más complejo garantizar la autosuficiencia y viabilidad de las ciudades a largo plazo. Por lo tanto, debemos enmarcar a las ciudades globales como ejes rectores en busca de la sostenibilidad urbana. Analizar las tendencias del sistema urbano y sus diversas características nos permitirá comenzar a minimizar los impactos negativos que contribuyen al cambio climático y empezar a plantear nuevos paradigmas para la generación de nuevos modelos urbanos.

Otra de las articulaciones que se busca implementar a partir de este paradigma es la resiliencia urbana³¹ (Folke, 2003). Este concepto se basa en la noción de que un sistema urbano nunca está en equilibrio, pero es capaz de hacer frente a perturbaciones o estrés y regresar a un estado estable o de menor perturbación (Gunderson, 2000). Basados en la definición de Holling (2001), Alberti *et al.* (2003) han conceptualizado a la resiliencia urbana como “el grado en el cual las ciudades son capaces de tolerar las alteraciones después de reorganizar alrededor de ellas nuevas estructuras y procesos”. De esta forma, el concepto de resiliencia urbana se ha integrado más allá de la investigación, considerando que sólo estudios integrales y de largo plazo nos permitirán observar un proceso tan elusivo como el de la resiliencia (Meerow *et al.*, 2015), pero con alcances limitados, ya que la resiliencia urbana puede ser medida por cómo la ciudad puede simultáneamente balancear los ecosistemas y las funciones humanas.

Cuando la mayoría de las personas piensa en resiliencia urbana, es generalmente en el contexto de respuesta a impactos (daños o desastres); sin

³⁰ No obstante, las ciudades representan menos del 2% de la superficie de la Tierra.

³¹ La resiliencia urbana es la capacidad de un sistema para regresar a un estado de menor perturbación (Folke, 2003).

embargo, lo que se ha aprendido del entendimiento de la resiliencia regional en sistemas socioecológicos es que una sociedad es flexible y capaz de ajustarse de cara a la incertidumbre y la sorpresa, lo cual nos permite capitalizar oportunidades positivas que el futuro nos pueda traer (Berkes y Folke, 1998; Barnett, 2001). El análisis de los socioecosistemas implica poder reconocer los desafíos ambiente-sociedad que suceden en múltiples escalas espacio-temporales.

Este concepto se enmarca a la sostenibilidad urbana, abordando las interacciones de la ciudad con las redes de gobernanza, los sistemas económicos, los flujos de recursos, la dinámica social y la estructura del medio ambiente (Urban Resilience Research Prospectus, 2007). Bajo esta aproximación, podemos utilizar este concepto para identificar procesos y medidas específicas que puedan abordar las incertidumbres del cambio climático. Esto se puede hacer principalmente a través de la acción y la aplicación de estrategias de prevención y gestión del riesgo, el empoderamiento de comunidades,³² la generación de iniciativas de colaboración multinivel, explorando la capacidad adaptativa y de transformación de los sistemas urbanos, y la recuperación económica.

A partir de estas propuestas, los nuevos modelos urbanos para la lucha contra el cambio climático tienen diversas consideraciones, como son los contextos biorregionales de las ciudades, la identificación de los flujos urbanos-rurales, la profundización de los valores naturales y la creación de cultura ambiental, la producción y gestión de recursos, el desarrollo económico local, las ciudades equitativas y con enfoque de género, la estructura urbana, las ciudades saludables y seguras, etcétera (ONU-Hábitat, 2011; ONU-Hábitat, 2016).

V. CONCLUSIONES

En los últimos veinte años se ha acumulado tanta evidencia sobre la probabilidad de generar cambios peligrosos en el clima global, de tal modo que organismos internacionales decidieron pasar a la acción (PNUD, 2010). Para poder adaptarnos en un futuro a un clima diferente, necesitamos, claro está, tener una idea más amplia de hacia dónde irá el clima en los países del mundo (Conde, 2010). Será requerida una amplia difusión de información a los

³² Los núcleos sociales toman medidas para reducir los riesgos a los fenómenos climáticos extremos. Muchas de estas respuestas reconocen la importancia de la capacidad local para responder de manera efectiva ante el cambio climático (ONU-Hábitat, 2011; ONU-Hábitat, 2016).

posibles afectados, discutiendo y acordando con ellos las medidas y estrategias para enfrentar ese futuro posible.³³ No obstante, es importante señalar que difícilmente contaremos con estudios climáticos lo suficientemente exactos que nos indiquen lo que ocurrirá y lo que debemos esperar (Conde, 2010).

Es importante reconocer y aceptar el reto para innovar en la lucha contra el cambio climático.³⁴ Cada una de las áreas urbanas alrededor del mundo se enfrenta a serios problemas de desarrollo y a la presión de los problemas inmediatos; sin embargo, en caso de no tomarse acciones concretas, el mundo se verá rebasado por los numerosos impactos y consecuencias que genera el cambio global. Recordemos que las ciudades representan uno de los mayores entornos para incorporar medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático. La planificación de acciones tomadas a partir de visiones sostenibles³⁵ comenzará a unir la actuación global a las necesidades y posibilidades urbanas a corto, mediano y largo plazo, reconociendo que deberán sortearse dificultades para cambiar patrones de interacción y toma de decisiones en zonas urbanas.

Con este fin, la reflexión sobre el concepto de sostenibilidad urbana en las grandes ciudades globales abre perspectivas interesantes. El argumento desarrollado en este trabajo marca la necesidad de aclarar los objetivos —o finalidades— para identificar los conflictos, las opciones y las prioridades de acción en los sistemas urbanos (socioecológicos). El análisis del contexto social, ambiental, económico y político se vuelve clave para entender los intereses en juego e implica una reflexión sobre el proyecto social, el papel del Estado y de las autoridades locales y lo que se considera de interés general (Metzger y Robert, 2013).

Este enfoque de la sostenibilidad nos guía directamente a uno de sus atributos: la resiliencia. Por tanto, bajo este enfoque, se pueden seguir aportando miradas y enfoques transdisciplinarios para la construcción de respuestas holísticas para la reconstrucción de la ciudad como sistema. Es decir, a la ciudad actual que anuncia el futuro próximo —ya marcado por las dinámicas en curso— (Harvey, 2003), debemos repensarla a partir de nuevos discursos urbanos³⁶ (Ascher, 2004), cuya posición no debe ser neutral o inactiva, sino

³³ Gobernanza climática (Bulkeley y Newell, 2010).

³⁴ Algunas estrategias internacionales son la Agenda 21, la Estrategia de Resiliencia de la CDMX (100 Ciudades Resilientes), el Pacto de los Alcaldes contra el Cambio Climático, el Objetivo 11 (ODS) de Desarrollo Sostenible, etcétera.

³⁵ Dimensiones: ambiental, económica, social y política.

³⁶ “Las revoluciones, sean políticas, sociales, económicas, científicas, culturales o tecnológicas, generan procesos (o por lo menos expectativas) socializadores del bienestar y la calidad de vida” (Ascher, 2004: 18).

que debe comenzar a marcar tendencias en los cambios globales para la generación de una gran revolución de cambio: una revolución urbana.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- ADGER, W. Neil (2006), “Vulnerability”, *Global Environmental Change*, vol. 16, núm. 3.
- ALBERTI, M. *et al.* (2003), “Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems”, *BioScience*, vol. 53.
- ASCHER, F. (2004), “Métapolis: A Third Modern Urban Revolution. Changes in Urban Scale and Shape in France”, en BÖLLING, L. y SIEVERTS, T. (eds.), *Mitten am rand. Auf dem Weg von der Vorstadt über die Zwischenstadt zur Regionalen Stadtlandschaft*, Müller und Busmann.
- BANCO MUNDIAL (2011), *Climate Change, Disaster Risk and the Urban Poor. Cities Building Resilience for a Changing World*, Washington, D. C.
- BARNETT, J. (2001), “Adapting to Climate Change in Pacific Island Communities”, *World Development*, núm. 29.
- BERKES, P. y FOLKE, C. (eds.) (1998), *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*, Cambridge, Cambridge University Press.
- BINDER, C. R. *et al.* (2013), “Comparison of Frameworks for Analyzing Social-Ecological Systems”, *Ecology and Society*, vol. 18, núm. 4.
- BULKELEY, H. y NEWELL, P. (2010), *Governing Climate Change*, Londres-Nueva York, Routledge.
- CALTHORPE, P. (2011), *Urbanism in the Age of Climate Change*, Washington, D. C., Island Press.
- CARSON, Rachel (1962), *Silent Spring*, Boston, Houghton Mifflin.
- CASTELLS, Manuel (1972), *La cuestión urbana*, Madrid, Siglo XXI.
- COMISIÓN INTERSECRETARIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (2012), *Informe de avances del Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012*, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONDE, C. (2010), “El cambio climático. De lo inequívoco a lo incierto”, en DELGADO, Gian Carlo *et al.* (coords.), *México frente al cambio climático. Retos y oportunidades*, México, UNAM.
- CRESPO, E. y PONCE, A. (2008), “Política ambiental en el suelo de conservación del Distrito Federal”, en AGUILAR, A. y ESCAMILLA, I. (coords.), *Periurbanización y sustentabilidad en grandes ciudades*, México, Cámara de Diputados.

- FOLKE, C. (2003), “Freshwater for Resilience: A Shift in Thinking”, *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, vol. 358.
- FOLKE, C. *et al.* (2010), “Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability”, *Ecology and Society*, vol. 15, núm. 4.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2016), *The State of Food and Agriculture: Climate Change, Agriculture and Food Security*, Roma, United Nations, disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i6030e.pdf>.
- GIRARDET, H. (1999), *Creating Sustainable Cities*, Totnes (Devon), Schumacher Briefings.
- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL (GDF) (2008), *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012*, disponible en: <https://www.pgj.cdmx.gob.mx/storage/app/media/FEDAPUR/Documentos%20importantes/22%20programa%20cambio%20climatico%20DF.pdf>.
- GOTHAM, K. (2015), *Urban Revolution*, The Blackwell Encyclopedia of Sociology.
- GUNDERSON, L. (2000), “Ecological Resilience – in Theory and Application”, *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 31.
- HARVEY, David (2003), “The Right to the City”, *International Journal of Urban and Regional Research*, vol. 27, núm. 4.
- HOLLING, C. S. (2001), “Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems”, *Ecosystems*, vol. 4.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report*, Cambridge, Cambridge University Press.
- INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENCE (ICS) (2002), “Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations”, *Series on Science for Sustainable Development*, núm. 3.
- LANDES, D. S. (1979), *Progreso tecnológico y revolución industrial*, Madrid, Tecnos, disponible en: <http://www.historiacontemporanea.com/pages/bloque3/la-gran-depresion-de-1929/bibliografia/landes-ds-1979-progreso-tecnologico-y-revolucion-industrial-tecnos-madrid?theme=pdf>.
- LAVELL, A. (1996), “Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación”, en FERNÁNDEZ, María Augusta (comp.), *Ciudades en riesgo. Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres*, Lima, LA RED-USAID, disponible en: http://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/CER_cap02-DARDU_ene-7-2003.pdf.

- LERNER, A. (2016), “Seminario de Estudios de los sistemas socioambientales en Oaxaca”, UNAM, Instituto de Investigaciones Económicas, disponible en: <http://actividades.iiec.unam.mx/SistemasSocioAmbientales>.
- MARTÍNEZ GIL, P. (2009), “El municipio, la ciudad y el urbanismo”, en FERNÁNDEZ RUIZ, Jorge *et al.* (coords.), *Régimen jurídico del urbanismo*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2735/10.pdf>.
- MASERA, O. R. *et al.* (1999), *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*, México, UNAM-Mundi-Prensa.
- MEEROW, S. *et al.* (2015), “Defining Urban Resilience: A Review”, *Landscape and Urban Planning*, vol. 147.
- METZGER, P. y ROBERT, J. (2013), “Elementos de reflexión sobre resiliencia urbana: usos criticables y aportes potenciales”, *Territorios*, Bogotá, núm. 28.
- ONU-HÁBITAT (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS) (2011), *Global Report on Human Settlements 2011: Cities and Climate Change*, Nairobi.
- ONU-HÁBITAT (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS) (2016), *Global Report on Human Settlements 2016: Cities and Climate Change*, Quito.
- ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE) (2005), *Evaluaciones de desempeño ambiental*, Santiago de Chile, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)-Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE) (2015), *Cities and Climate Change*, OECD Publishing.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1972), Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano, Estocolmo.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1992), Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, junio, disponible en: <http://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (2011), *Are We Building Competitive and Liveable Cities? Guidelines for Developing Eco-Efficient and Socially Inclusive Infrastructure*, Bangkok.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (2012), *El futuro que queremos*, Río de Janeiro.
- PELLING, M. y NAVARRETE, D. (2011), “From Resilience to Transformation: The Adaptive Cycle in Two Mexican Urban Centers”, *Ecology and Society*, vol. 16, núm. 2.

- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD) (2010), *Mapping Climate Change. Vulnerability and Impact Scenarios. A Guidebook for Subnational Planners*, Nueva York, Naciones Unidas.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) (2011), *Hacia una economía verde. Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza*, Naciones Unidas.
- ROCKSTRÖM, J. *et al.* (2009), *Planetary Boundaries*, University of Stockholm, Stockholm Resilience Center.
- ROSALES PÉREZ, N. (2017), “Articulaciones de la sostenibilidad urbana”, Seminario de Criterios de Sostenibilidad para el Urbanismo, Ciudad de México, UNAM.
- SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, R. (2012), “Understanding and Improving Urban Responses to Climate Change. Reflections for an Operational Approach to Adaptation in Low and Middle-Income Countries”, en HOORNWEG, D. *et al.* (coords.), *Cities and Climate Change: Responding to an Urban Agenda*, Washington, D. C., Banco Mundial, vol. 2.
- SENEVIRATNE, S. I. y NICHOLLS, N. (2012), “Changes in Climate Extremes and their Impacts on the Natural Physical Environment”, en INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report*, Cambridge, Cambridge University Press.
- SETO, K. *et al.* (2010), “The New Geography of Contemporary Urbanization and the Environment”, *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 35, núm. 1.
- TOLEDO, V. M. (2012), “Diez tesis sobre la crisis de la modernidad”, *Polis. Revista Latinoamericana*, vol. 33.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM (2003), *Assessing Human Vulnerability to Environmental Change. Concepts, Issues, Methods and Case Studies*, Nueva York, United Nations.
- URBAN RESILIENCE RESEARCH PROSPECTUS (2007), *A Resilience Alliance Initiative for Transitioning Urban Systems Towards Sustainable Futures*, CSIRO-Arizona State University-Stockholm University.
- WALKER, B. *et al.* (2002), “Resilience Management in Socio-Ecological Systems: A Working Hypothesis for a Participatory Approach”, *Conservation Ecology*, vol. 6.
- WALKER, B. y SALT, D. (2012), “Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World”, *Conservation Ecology*.

CAPÍTULO XVIII

EXPANSIÓN URBANA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Viridiana GONZÁLEZ MENESES*

SUMARIO: I. *Introducción*. II. *Urbanización: un elemento clave en el cambio climático*. III. *Vulnerabilidad y exclusión social ante el cambio climático*. IV. *Gobernabilidad local como estrategia ante el cambio climático*. V. *Ciudad sostenible: una necesidad en la planificación urbana*. VI. *Conclusiones*. VII. *Bibliografía*.

I. INTRODUCCIÓN

El análisis de la ciudad ha constituido, por varios años, uno de los objetivos de estudio para explicar el fenómeno urbano, donde los hechos históricos, la vida cotidiana actual y las relaciones sociales que se han dado a través del tiempo y el espacio son elementos importantes para abordar el tema. De igual manera, este fenómeno se ha convertido en un asunto de gran interés mundial debido a la interacción con procesos de cambio global, como es el cambio climático, donde el crecimiento desordenado y expansivo de las ciudades genera impactos a escala regional y mundial, tales como el aumento en la emisión de gases contaminantes, la generación de residuos y la demanda de recursos naturales, entre otros, que conllevan a una crisis socioambiental.

De acuerdo con lo anterior, no cabe duda de que los procesos de transformación asociados a la urbanización son elementos determinantes del cambio climático. No obstante, el presente trabajo no pretende dar un fundamento negativo acerca de las ciudades, sino que busca demostrar que la planeación del espacio es vital en cada ciudad y una mala gestión de ésta puede convertirla en un elemento más que incide negativamente en los efec-

* Bióloga por la Universidad Autónoma Metropolitana. Estudiante del Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad del Instituto de Ecología de la UNAM.

tos del cambio global. De esta manera, se tiene el objetivo de analizar brevemente algunos de los elementos que han incidido de diversas formas en el crecimiento urbano generado en los últimos años, así como la problemática emergente del cambio climático ante el modelo de crecimiento que han adoptado las ciudades.

El escrito se divide en siete apartados, incluidas la introducción, las conclusiones y la bibliografía. El segundo denominado “Urbanización: un elemento clave en el cambio climático” aborda la ciudad desde los planteamientos realizados por Henri Lefebvre, donde se discute la transformación del espacio (urbanización) como un reflejo de expansión del capitalismo, considerando a la ciudad como un factor clave para estudiar el cambio ambiental global. En el tercer apartado denominado “Vulnerabilidad y exclusión social ante el cambio climático” se analiza la vulnerabilidad y su estrecha relación directa con la pobreza, donde se infiere que no sólo aumenta o disminuye con relación a los fenómenos naturales, sino también con los factores socioeconómicos, que generan un problema de exclusión de las personas más vulnerables ante el cambio climático.

El cuarto apartado se denomina “Gobernabilidad local como estrategia ante el cambio climático” y se analiza la ciudad como un espacio planificado y gestionado desde los poderes públicos, además de que se resalta la importancia de involucrar a los ciudadanos en la búsqueda de la solución de los problemas que recaen sobre la ciudad y en función de los intereses locales para mejorar el medio ambiente global. Por último, en el quinto apartado llamado “Ciudad sostenible: una necesidad en la planificación urbana” se considera el desarrollo de instrumentos y políticas que permitan incrementar la resiliencia de los sistemas urbanos y territoriales enfocados a cambios estructurales en la planeación y gestión del espacio hacia un desarrollo sustentable.

II. URBANIZACIÓN: UN ELEMENTO CLAVE EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

Al mencionar la palabra “ciudad” es inevitable no imaginar un espacio urbano dinámico y complejo conformado por edificios, vías de comunicación (por ejemplo, calles y avenidas), movilidad de gente, distintos medios de transporte, semáforos, tráfico y parques, entre otros elementos, donde se alberga un patrimonio histórico y cultural heredado de las generaciones anteriores. Sin duda, en las áreas urbanas convergen distintas relaciones de tipo social, espacial, económico y cultural, donde se concentra la mayoría de la manufactura

de bienes de consumo y producción, así como la mayor parte de los servicios (Sánchez y Bonilla, 2007: 215).

En este sentido, distintas circunstancias incitan al cambio necesario de la estructura de una ciudad (Lahoz, 2010: 293-313); como menciona Henri Lefebvre¹ en su trabajo cumbre denominado *Derecho a la ciudad* (1967), el espacio tiene una lógica interna y propia que viene dada desde la misma sociedad, donde los habitantes urbanos deberían tener el derecho a construir, decidir y crear la ciudad. Así, la ciudad es considerada como un escenario de lucha de las clases sociales para maximizar su beneficio (Lefebvre, 1974: 9-27), donde la expansión del capitalismo se ve reflejado a través de la apropiación y uso del espacio (urbanización) como una simple mercancía, de modo que el espacio público se encuentra amenazado por un urbanismo mal planeado para acceder a una falsa mejora en la calidad de vida.² En consecuencia, las áreas urbanas están creciendo de acuerdo con un modelo de ocupación territorial que se distingue por una expansión descontrolada,³ fragmentada y no planificada de la mancha urbana (Molina, 2014: 12 y 13).

De acuerdo con lo anterior, el pensamiento capitalista se antepone a la naturaleza, ya que con los cambios en el estilo de vida y en las pautas de consumo se genera la sobreexplotación de los recursos para resolver necesidades falsas en una concepción mercantilista con el lema “construir a cualquier precio”. En este punto, concuerdo con el análisis que realizó Ramírez (2001) en su ensayo denominado “Relación naturaleza-sociedad desde la teoría”, ya que menciona que el crecimiento del capitalismo genera un desperdicio de los recursos debido al uso de los mismos para resolver necesidades ficticias y no las fundamentales de la población, cuyo consumo se concentra en los países ricos y las clases poderosas *versus* las básicas, generando así una degradación significativa del ambiente (EEA, 2006). Un claro ejemplo de esta problemática se suscita en varias ciudades de Europa, especialmente a lo largo de la costa, donde se presenta una enorme expansión del desarrollo urbano descontrolado, propiciando la extracción desmesurada de grava del lecho de ríos y canteras (Sánchez y Bonilla, 2007: 182), por lo que muchos problemas

¹ Henri Lefebvre (1974) es uno de los autores que se interesó profundamente en el análisis sociológico en torno a la ciudad y el proceso de urbanización, y ha sido reconocido por su inclinación, desde un enfoque marxista, en analizar a la ciudad como un escenario y objeto de lucha de clases sociales.

² Por “calidad de vida” se entiende la percepción que cada individuo tiene en la vida en el contexto del sistema cultural y de valores en el que vive, en relación con sus metas, expectativas, estándares y preocupaciones (OMS, 2002).

³ Se habla de expansión urbana descontrolada cuando la tasa de cambio del uso del suelo supera la tasa de crecimiento demográfico (AEMA, 2016).

medioambientales del continente tienen su origen en el imparable avance de las áreas urbanas.⁴

Como resultado del desarrollo urbano descontrolado, el crecimiento de las ciudades en el mundo requiere de una mayor ocupación de suelo, un mayor consumo de energía y una mayor infraestructura para transporte, lo que ocasiona cambios ambientales, tales como el aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), la deforestación, la desertificación o la pérdida de biodiversidad (EEA, 2006). Es aquí donde quiero resaltar a la ciudad como un factor clave para estudiar el cambio ambiental global, ya que este espacio se ha convertido en el protagonista de la actividad económica, representando el centro del crecimiento económico, social y cultural de cada país. Por ejemplo, en las ciudades de América Latina las áreas urbanas representan un vínculo importante en la generación del producto interno bruto, donde muchas de las actividades económicas están asociadas, directa o indirectamente, a empresas transnacionales y a cadenas de producción internacionales (Sánchez y Bonilla, 2007: 8).

Algunos de los problemas ambientales más relevantes a nivel nacional es la pérdida de más del 50% de bosques, la degradación de suelos, así como la sobreexplotación y contaminación de acuíferos (Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez, 2010: 5). Dichas problemáticas están ligadas en gran medida al crecimiento poblacional y a una mala gestión de los recursos naturales, que contribuyen de manera significativa al incremento de la concentración de los GEI.⁵

Actualmente, se sabe que el 78% de las emisiones globales se deben a la quema de combustibles fósiles, ocasionada por el consumo de gasolina para propulsar el transporte y el uso de gas natural y carbón para iluminar las ciudades (Carmona, 2015). En consecuencia, los procesos del estilo de vida generados a partir de la industrialización, y particularmente los cambios asociados a la urbanización, son elementos determinantes del calentamiento global (Arellano y Roca, 2015). En este contexto, se calcula que en la actualidad un 45% de la población mundial vive en ciudades y la proporción irá en aumento en los próximos años. Para 2025, esta población prácticamente se

⁴ Más de una cuarta parte del territorio de la Unión Europea está ya urbanizado. En tan sólo una década, entre 1990 y 2000, se construyó en Europa una superficie superior a 800,000 hectáreas. De mantenerse esta tendencia, la superficie urbanizada se duplicaría en poco más de un siglo (Lahoz, 2010).

⁵ De acuerdo con la Ley General de Cambio Climático, los GEI son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como provenientes de las actividades humanas, que absorben y emiten radiación infrarroja (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, hexafluoruro de azufre y trifluoruro de nitrógeno).

duplicará, lo que significa el equivalente a un 86% de las personas que viven hoy en la Tierra. Por otra parte, las Naciones Unidas estiman que la población urbana del planeta llegará a más del 60% en 2030 (Lahoz, 2010), por lo cual las ciudades también son protagonistas fundamentales en el diseño de estrategias de resiliencia al cambio climático (Arellano y Roca, 2015).

III. VULNERABILIDAD Y EXCLUSIÓN SOCIAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Una de las consecuencias más evidentes de los impactos de cambios negativos que están vinculados con el clima es el aumento, tanto en la presencia como en la magnitud, de los desastres⁶ en áreas urbanas, donde los daños ocasionados por estos fenómenos (huracanes, tormentas tropicales, derrumbes, inundaciones), además de estar asociados al incremento de la población y su crecimiento descontrolado, tienen un elevado costo a nivel social, económico y ambiental (Ávila, 2008). No obstante, el grado de vulnerabilidad general de una zona con relación a los fenómenos naturales no sólo está provocado por los patrones climáticos de la ubicación geográfica, sino también por varios factores socioeconómicos, como la mala calidad de vida, la falta de vivienda digna e infraestructura deficiente, entre otros.

Se estima que una tercera parte de los hogares urbanos en el mundo viven en absoluta pobreza y ello se incrementa en América Latina, debido a su alta tasa de urbanización y al incremento de la pobreza e inequidad; en consecuencia, las ciudades en América Latina son una de las regiones del mundo más susceptibles a los efectos por el cambio climático. El Banco Mundial estima que cinco de cada seis nuevos pobres entre 1986 y 1998 en esa región vivían, dentro de las áreas urbanas, en precarias condiciones sanitarias y, con frecuencia, en zonas de riesgo de desastres naturales⁷ (Sánchez y Bonilla, 2007: 10-15). Estas circunstancias desembocan en una situación alarmante en las zonas costeras, ya que son de los principales lugares donde se generan fuertes pérdidas económicas y de vidas humanas por desastres.⁸

⁶ Los desastres son producto de condiciones de vulnerabilidad y exposición derivados, en gran medida, por aspectos socioeconómicos y de desarrollo no resueltos, como los elevados índices de construcciones informales, la marginación, la pobreza, el escaso ordenamiento urbano y territorial, entre otros (Cenapred, 2004).

⁷ De acuerdo con la United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), el término “desastre natural” es equívoco, pues los desastres son el resultado de la falta de prevención y planificación ante los fenómenos de la naturaleza. Los fenómenos sí son naturales, pero los desastres se producen por la acción del hombre en su entorno.

⁸ De acuerdo con el Quinto Reporte de Evaluación del IPCC, los países de urbanización rápida son vulnerables al cambio climático si su desarrollo económico es lento. Por lo tanto,

Aunque en muchas ocasiones los fenómenos naturales más violentos superan la capacidad de previsión, la mala planificación de los asentamientos humanos supera las medidas preventivas y suele ser la principal causa de los desastres causados por fenómenos meteorológicos extremos. En este contexto, las ciudades ubicadas en zonas costeras se enfrentan a la amenaza combinada del aumento en el nivel del mar y las inundaciones costeras (marejada ciclónica), donde los impactos específicos dependerán de los cambios en el clima, los cuales varían de una ciudad a otra. Un claro ejemplo de los daños ocasionados por los impactos en el cambio climático es el huracán Mitch, que a su paso por Honduras, Nicaragua y Guatemala en 1998 dejó un saldo de aproximadamente 10,000 muertos. Por otra parte, los deslaves ocasionados por el terremoto de 2001 en El Salvador provocaron la muerte de 1,500 personas, y las inundaciones y deslaves ocurridos en 1999 en Venezuela ocasionaron pérdidas millonarias y la muerte de cerca de 30,000 personas (Sánchez y Bonilla, 2007: 10-15).

En el caso de México, las inundaciones anuales ocasionadas por tormentas tropicales y huracanes presentados en ciudades costeras dejan incontables daños materiales y la pérdida de vidas humanas.⁹ Sin embargo, las consecuencias negativas de esos desastres son una parte de los efectos negativos de la variabilidad y el cambio climático que, como mencionan Sánchez y Bonilla (2007), son particularmente evidentes en áreas urbanas y periurbanas. Dicho lo anterior, se ha acrecentado el número de habitantes vulnerables a ser afectados negativamente por la presencia de fenómenos naturales asociados con el clima; así, la vulnerabilidad constituye un punto crítico de la exposición a amenazas al bienestar humano y la capacidad de las personas y comunidades para enfrentarlas (Ávila, 2008: 46-57).

Las poblaciones pobres que habitan en zonas urbanas y los residentes de asentamientos informales son algunos de los grupos vulnerables que más se enfrentan a los impactos significativos del cambio climático, por lo cual hay consecuencias que atentan contra la salud, las formas y los medios de vida. Por lo anterior, podemos inferir que la vulnerabilidad tiene una relación directa con la pobreza, donde factores como falta de agua, alimentos, construcciones deficientes, entre otros, son elementos que incrementan la

la pobreza también es un factor fundamental para determinar la vulnerabilidad al cambio climático y los eventos extremos.

⁹ En México se han presentado ciclones devastadores, como el caso de Gilbert, que dejó pérdidas económicas considerables en la zona de Cancún, Quintana Roo. Otro caso es el huracán Pauline en el Océano Pacífico, que provocó la muerte de varios cientos de personas en la costa de los estados de Oaxaca y Guerrero (Cenapred, 2014).

vulnerabilidad frente a los fenómenos naturales. Por lo tanto, el riesgo de desastre¹⁰ combina exposición y vulnerabilidad.

Dicho lo anterior, considero que el espacio en las ciudades juega un papel fundamental en la presencia de asentamientos informales, ya que en la búsqueda de servicios se presenta una aglomeración centralizada en la ciudad, dando lugar a la presencia de asentamientos fragmentados y dispersos en la periferia de las zonas urbanas, y se vuelve uno de los factores determinantes en la “ocupación” de zonas aledañas a éstas. Lo anterior lo vemos reflejado en el urbanismo moderno, en el cual, según Lefebvre, existe una mayor segregación espacial en las zonas que proveen de servicios básicos para el bienestar de la población, generando así un crecimiento del proceso urbanizador, donde los asentamientos en las periferias marginadas son, sin duda, un problema de exclusión de las personas más vulnerables ante el cambio climático.

IV. GOBERNABILIDAD LOCAL COMO ESTRATEGIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Muchos de los problemas urbanos locales juegan un papel importante en los cambios ambientales globales en el medio ambiente, por lo cual la solución a los problemas generados por el modelo de expansión urbana debe involucrar a los ciudadanos para encontrar soluciones directas a los problemas que recaen sobre una ciudad y puedan contribuir de manera colaborativa a la implementación de políticas en función de los intereses locales (Sánchez y Bonilla, 2007).

En este contexto, recorro a citar a Jordi Borja (2013),¹¹ quien en su obra llamada *Revolución urbana y derechos ciudadanos* argumenta tres desafíos en la expansión urbana: el primero es el desafío político; el segundo, el desafío social, y el tercero, el desafío urbano. Respecto al interés en la resolución de problemas a nivel local, el desafío político destaca un espacio necesario en el cual la ciudadanía tiene una participación elemental en la gestión y gobernanza local, donde los proyectos dirigidos a la resolución de problemas desde una perspectiva local son esenciales para involucrar a la sociedad en una demo-

¹⁰ El IPCC define el riesgo de desastre como la probabilidad de que una comunidad sufra alteraciones graves en su funcionamiento normal y daños humanos, económicos o ambientales a causa de eventos físicos peligrosos que se dan en condiciones sociales vulnerables.

¹¹ Jordi Borja expone en su obra llamada *Revolución urbana y derechos ciudadanos* las desigualdades sociales promovidas por el capitalismo salvaje imperante. Esta obra está orientada a la lucha en contra de la desigualdad social y en la búsqueda e interés del bien común.

cracia más transparente ante las decisiones locales para enfrentar el cambio climático. Considerando esto, no dudo en recordar y ligar la inquietud de Lefebvre hacia la postura que los ciudadanos tienen ante los diversos problemas que se les presentan, ya que, como él mencionaba, su reacción pasiva los colocaba únicamente como espectadores del espacio apropiado.

Aunque desde sus inicios los planes de organización urbana se inclinaban hacia un embellecimiento ordenado y controlado de planificación (Flores, 2011: 40-47),¹² en la actualidad, gracias al avance tecnológico, se tienen mejores condiciones para el diseño de la ciudad; sin embargo, la restricción de la participación ciudadana dificulta la ejecución de una democracia urbana y, por lo tanto, a una ciudad sostenible para la mayoría de los habitantes, especialmente para la gente de bajos recursos económicos. En este sentido, la ciudad es planificada y gestionada desde los poderes públicos como una acción impulsada por el capitalismo financiero y el modelo neoliberal, lo que limita la toma de decisiones sobre la ciudad por parte de los mismos ciudadanos en la evasión de sus necesidades básicas e inexistencia de equidad en la provisión de servicios (Lefebvre, 1974).

En definitiva, debemos diferenciar entre un “urbanismo de la distinción” y un “urbanismo de la necesidad”, y para ello hago mención del investigador Sergio Flores (2011), quien define al urbanismo de la distinción como aquel espacio social donde las preocupaciones de algunos grupos de individuos recaen en la defensa de su posición social, ya que para ellos la provisión de servicios públicos (alcantarillado, luz, agua potable, vivienda, etcétera) no representa un problema, y únicamente les interesa no perder esa posición ante la sociedad. Por otra parte, el urbanismo de la necesidad refiere a aquellas personas que carecen de servicios básicos para enfrentar las condiciones que exige la cuestión urbana y quienes en la búsqueda del reconocimiento ante la sociedad se organizan para lograr el apoyo.

Como mencioné en párrafos anteriores, nos encontramos ante una realidad urbana donde la privatización de servicios representa un desafío para lograr el “derecho a la ciudad”, donde existen grupos que rechazan estas posturas de carácter neoliberal, los cuales, en su objetivo de ser tomados en cuenta, buscan incidir en una mayor participación en la elaboración de políticas públicas y generar una autonomía, es decir, una “revolución urbana” donde la democracia sea parte fundamental de la organización espacial

¹² En el número conmemorativo dedicado al centenario de la Universidad Nacional de la revista *Bitácora Arquitectura*, el maestro Sergio Flores reflexiona sobre los valores y conceptos que sustentan la práctica del urbanismo. Este investigador traza una historia de la disciplina en México y destaca la participación de la UNAM en la enseñanza y formación de profesionales dedicados a la planeación y el diseño urbanos.

(Foucault, 2008: 379-415; Borja, 2013: 24-62). Así, estos grupos entran en una resistencia y oposición a la pérdida del territorio, anteponiéndose a la implementación de proyectos privados que pondrán en riesgo su territorio.

Gracias a la presión de organizaciones locales y gubernamentales, se ha conseguido que en algunos países de Europa se reconozca al gobierno local con la misma importancia que uno estatal o federal; pero en México y en muchos otros países no se ha conseguido, lo que ocasiona una democracia nula en la toma de decisiones a un menor nivel. Lo anterior resulta en una exigencia de una nueva forma de gobierno donde se descentralice a favor del nivel regional-local¹³ y se atribuyan responsabilidades acordes con diversas instituciones, ya que uno de los objetivos del derecho a una ciudad justa es que los habitantes decidan y creen la ciudad. La participación de los habitantes puede incidir en el desarrollo de políticas públicas más eficientes para contribuir en la solución de problemas ante el cambio climático presentes en cualquier metrópoli, pues, como mencioné en párrafos anteriores, los impactos específicos dependerán de los cambios en el clima de cada ciudad.

La forma de organización y el modo de planificación de una ciudad influyen en consecuencias positivas o negativas ante los fenómenos ocasionados por el cambio climático. Sin embargo, los urbanistas y planificadores territoriales no parecen tomar en cuenta las consecuencias que el cambio climático tiene en la ciudad, por lo que, a falta de un ordenamiento territorial bien planificado o simplemente inexistente, el crecimiento de los asentamientos en las periferias marginadas es cada vez más notorio y, sin duda, representa un reto que puede generar la rebelión social debido a la exclusión de las personas más vulnerables.

En contraste con lo anterior, surgen movimientos anticapitalistas urbanos que buscan la posibilidad de transformar y recuperar la ciudad como bien común (Borja, 2013: 24-62). Esta resistencia o “contraconductas”, como lo llama Foucault¹⁴ (2008), generan desafíos en la gobernabilidad de la ciudad, donde un control del uso del espacio como negocio únicamente nos muestra que la desigualdad socioespacial constituye uno de los problemas más desafiantes para enfrentar el cambio climático.

¹³ El Libro Blanco sobre Adaptación al Cambio Climático ha establecido un marco de actuación para reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. Debido a la variabilidad regional del impacto climático, las medidas de adaptación deben ser tomadas a distintos niveles, no sólo a escala nacional (o supranacional), sino también regional y local (Comisión Europea, 2009).

¹⁴ Foucault es conocido principalmente por explorar los modelos cambiantes de poder dentro de la sociedad y cómo el poder se relaciona con la persona. El pensamiento de Foucault ha ejercido una marcada influencia en diversas disciplinas de las ciencias sociales y humanísticas (Fair, 2010).

En este contexto, considero que el ser humano tiene derecho a un ambiente sano y productivo con una vivienda que le permita una mejor calidad de vida. Así, una forma de atender la informalidad de los asentamientos podría ser el realizar un análisis real y fundamentado de la planeación urbana, lo cual sólo podrá ser logrado si se elimina la discrecionalidad en las dependencias gubernamentales y privadas que inciden en la manipulación del espacio.

V. CIUDAD SOSTENIBLE: UNA NECESIDAD EN LA PLANIFICACIÓN URBANA

La estructura urbana es el resultado de la relación que hay entre el espacio urbano y las distintas partes que componen la ciudad, tales como el sistema vial, las áreas verdes, las avenidas, las edificaciones, el alcantarillado, el sistema de agua potable, las escuelas, etcétera, donde algunos de ellos obtienen mayor importancia que otros en la satisfacción de diversas necesidades. Por ello, las ciudades necesitan gobiernos competentes que les garanticen agua limpia, seguridad y diversos servicios para mejorar el bienestar de la población (Glaeser, 2011: 65-130).

Acorde con lo anterior y para ejemplificar la importancia de los servicios en una ciudad, aludo al impacto mediano que tuvo la presencia de agua limpia gracias a las inmensas inversiones públicas en infraestructura a partir de 1842 en distintas ciudades de Estados Unidos, donde disminuyó la mortandad que estaba ocasionando la generación de diversas enfermedades a causa del agua contaminada, haciendo eco en las investigaciones sobre este componente. No obstante, la presencia de mejores servicios se relaciona con la densidad de la población presente y la llegada de gente de bajos recursos a la zona, los cuales traen consigo problemas sociales propios de la pobreza (Glaeser, 2011: 80-120). Este aumento de la densidad descontrolada ocasiona un desorden urbano, donde la delincuencia, las enfermedades y la contaminación se hacen más presentes.

En los últimos años se han tratado con mayor importancia temas en materia de políticas y estrategias en torno a la ciudad, donde el desarrollo sostenible¹⁵ ha comenzado a aparecer como una necesidad para lograr una ciudad sustentable, poniendo el interés en que ciudades bien planificadas y bien gobernadas puedan desvincular altos estándares de vida de grandes

¹⁵ El concepto de desarrollo sostenible fue descrito en 1987 en el Informe de la Comisión de Brundtland como un “desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.

emisiones de GEI. En este sentido, ante los efectos del cambio climático, resulta relevante el desarrollo de instrumentos y políticas que permitan incrementar la resiliencia¹⁶ de los sistemas urbanos y territoriales ante dichos cambios (Dickson *et al.*, 2012). Así, la resiliencia frente a las crisis no sólo contempla la reducción de riesgos y daños, sino también la capacidad de volver rápidamente a la situación estable anterior, por lo que la resiliencia adopta un enfoque frente a amenazas múltiples, considerando la capacidad de recuperación frente a todo tipo de peligros.

Volviendo al tema que nos ocupa, parece ser que una de las principales acciones para fomentar un desarrollo sustentable es llevar a cabo cambios estructurales en la planeación y gestión del espacio, donde la forma de desarrollo debe ser un punto focal de los esfuerzos para hacer frente al cambio climático que, además de traer beneficios ambientales, mejoraría la productividad en las ciudades (Molina, 2014: 13). En consecuencia, la principal área de oportunidad empieza en la planeación misma de las ciudades para aprovechar el suelo urbano de manera eficiente, lo que permitirá instrumentar de una manera más adecuada el resto de las políticas ambientales que hagan a la ciudad más sustentable y resiliente a los fenómenos climáticos extremos, y mejorar las condiciones de vida a quienes habitamos estas metrópolis.

Por otra parte, en los últimos años se ha propuesto como modelo de ciudad sostenible la ciudad “densa y compacta”, lo que implica un uso más racional del suelo urbano, donde es indispensable tomar en cuenta las necesidades de las personas para la organización de la ciudad. Se debe trabajar en acciones como el ahorro de agua y energía, el uso de materiales de construcción más adecuados con el entorno, entre otras acciones vinculadas con la protección de la salud y la seguridad personal y económica. En este sentido, la generación de puentes entre el conocimiento científico y la experiencia de las comunidades debe ser un medio para crear un espacio urbano sostenible.

En relación con lo anterior, se han producido algunas iniciativas en materia de planificación territorial dirigidas a mitigar los efectos del cambio climático, así como se ha impulsado el uso de materiales de construcción sostenibles, lo cual es importante, ya que, además de ser indispensable este sector para el desarrollo de la sociedad, es uno de los principales responsables del uso inadecuado de los recursos naturales.¹⁷ Por ejemplo, a “pequeña es-

¹⁶ La resiliencia alude a la capacidad de los asentamientos humanos para resistir y recuperarse rápidamente de cualquier peligro plausible.

¹⁷ El Libro Blanco sobre Adaptación al Cambio Climático ha establecido un marco de actuación para reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. Un gran número

cala”, existe una amplia experiencia de diseño bioclimático urbano (Arellano y Roca, 2015; Susunaga, 2014: 30-35).

En países desarrollados existen políticas y sistemas sostenibles estandarizados que contribuyen a esta causa, donde las medidas de adaptación deben ser tomadas en distintos niveles, no sólo a escala nacional (o supranacional), sino también regional y local. Sin embargo, en la mayoría de las ciudades prevalece la pavimentación y edificación característica de las áreas urbanas, que afecta, entre otras cosas (evapotranspiración, la infiltración de agua en la superficie, el sistema de drenaje), a la temperatura del suelo, ocasionando una acumulación de calor en las ciudades que no sólo afecta a los entornos urbanos, sino que también tiene efectos a escala local e, incluso, global estrechamente vinculados con el cambio climático (Arellano y Roca, 2015).

Como he mencionado, la ciudad es un factor clave para estudiar el cambio ambiental global, ya que es la protagonista de la actividad económica de cada país, por lo que resulta fundamental llevar a cabo investigaciones que promuevan la inclusión de los diferentes actores sociales en la planeación, que será esencial para la viabilidad de una ciudad. En este sentido, la condición de la población, tanto de su entorno físico como en su entorno sensorial, representa un desafío para el gobierno y para la misma ciudad. Así, la investigación parte de una reflexión sobre la intervención “científica” en la ciudad, por lo que resulta indispensable una alianza entre gobiernos, industrias y comunidades para la coproducción de conocimiento y la colaboración para influir en la elaboración y ejecución de decisiones públicas que benefician a la misma ciudad.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha planteado parte de la problemática que se presenta en las ciudades ante el cambio climático, así como los efectos que causa una planeación deficiente, donde los desafíos del proceso de la urbanización contemplan aspectos sociales, ambientales y económicos que no se pueden desligar. En consecuencia, es necesario que las estrategias para mejorar el derecho a una ciudad contemplen los tres aspectos, ya que cada uno dependerá del otro. Sin embargo, la desigualdad social, la privatización de servicios, el goce y el desperdicio de recursos naturales por parte de una visión capitalista y antropocéntrica juegan un papel muy importante en una planeación equitativa de la ciudad.

de Estados miembros de la UE ha preparado estrategias nacionales de adaptación (Comisión Europea, 2009).

En definitiva, aunque muchas instituciones de gobierno y academia puedan trabajar en conjunto, como lo han hecho en diversos temas, la participación ciudadana es esencial para reforzar la toma de decisiones en la ciudad, puesto que, siendo este lugar un espacio socialmente construido, los ciudadanos son clave en la elaboración de soluciones ante los efectos del cambio climático; no obstante, esta participación ciudadana sólo progresará si se transforma la vida política local.

Por otra parte, la importancia de las áreas urbanas en el crecimiento económico y el bienestar social de la población les confiere un lugar de gran atención en la discusión de nuevos paradigmas en la planeación de usos de suelo urbano. Las áreas urbanas son el espacio donde la adaptación puede realizarse con mayor facilidad a través de acciones que, a su vez, ayuden al control de problemas locales prioritarios y abran oportunidades al desarrollo sustentable. El caso de los desastres naturales mencionado es un claro ejemplo de los elevados costos económicos, sociales y ambientales que pueden generarse debido a una planificación deficiente, la cual tendría una perspectiva diferente si se dejara de ver al espacio como una mercancía y comenzaran a tomarse en cuenta, desde un nivel local, las consecuencias de la planificación urbana en el incremento de las emisiones de GEI.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (AEMA) (2006), “La expansión urbana descontrolada en Europa”, disponible en: https://www.eea.europa.eu/es/publications/briefing_2006_4.
- ARELLANO, Blanca y ROCA, Josep (2015), “Planificación urbana y cambio climático”, *International Conference on Regional Science: Innovation and Geographical Spillovers: New Approaches and Evidence*, Tarragona (España).
- ÁVILA, Patricia (2008), “Vulnerabilidad socioambiental, seguridad hídrica y escenarios de crisis por el agua en México”, *Ciencias*, núm. 90.
- BORJA, Jordi (2013), *Revolución urbana y derechos ciudadanos*, Madrid, Alianza Editorial.
- CARMONA, Jorge (coord.) (2015), *Cambio climático y derechos humanos*, Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED) (2004), *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos*, México, disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieEspecial/metodologiasAtlas.pdf>.

- CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED) (2014), *Atlas climatológico de ciclones tropicales en México*, disponible en: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/37.pdf>.
- CÉSPEDES-FLORES, Silvia Elena y MORENO-SÁNCHEZ, Enrique (2010), “Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México”, *Investigación Ambiental. Ciencia y Política Pública*, núm. 2.
- COMISIÓN EUROPEA (2009), *Promoting Sustainable Urban Development in Europe. Achievements and Opportunities*, Bruselas, DG Política Regional.
- DICKSON, Eric *et al.* (2012), “Urban Risk Assessments: Understanding Disaster and Climate Risk in Cities”, *Urban Development Series*, Washington, D. C., disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/659161468182066104/Urban-risk-assessments-understanding-disaster-and-climate-risk-in-cities>.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) (2006), “La expansión urbana descontrolada: un desafío que Europa ignora”, disponible en: <https://www.eea.europa.eu/es/pressroom/newsreleases/la-expansion-urbana-descontrolada-un-desafio-que-europa-ignora>.
- FAIR, Hernán (2010), “Una aproximación al pensamiento político de Michel Foucault”, *Polis. Revista de Investigación Sociopolítica*, México, núm. 1.
- FLORES, Sergio (2011), “El urbanismo en el centenario de la Universidad Nacional: trazos para una historia reflexiva”, *Bitácora Arquitectura*, núm. 22.
- FOUCAULT, Michel (2008), *Seguridad, territorio, población*, Madrid, Ediciones Akal.
- GLAESER, Edward (2011), “¿Por qué decaen las ciudades?”, en GLAESER, Edward (coord.), *El triunfo de las ciudades*, Taurus.
- LAHOZ, Elisabeth (2010), “Reflexiones medioambientales de la expansión urbana”, *Cuadernos Geográficos*, vol. 46, núm. 1.
- LEFEBVRE, Henri (1974), “La producción del espacio”, *Papers. Revista de Sociología*, vol. 3.
- MOLINA, Mario (2014), “Expansión urbana y cambio climático”, *Ciencia*, núm. 4, octubre-diciembre.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (2002), “Programa Envejecimiento y Ciclo Vital. Envejecimiento activo: un marco político”, *Rev. Esp. Geriatr. Gerontol.*, núm. 37.
- RAMÍREZ, V. B. (2001), “Relación naturaleza-sociedad desde la teoría: algunas implicaciones en la comprensión del territorio”, *Revista Diseño y Sociedad*, México, núm. 12/01, primavera.

- SÁNCHEZ, Roberto y BONILLA, Adriana (eds.) (2007), *Urbanización, cambios globales en el ambiente y desarrollo sustentable en América Latina*, São José dos Campos (Brasil), IAI-INE-UNEP.
- SUSUNAGA, Jorge (2014), *Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario*, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Especialización en Gerencia de Obras.

Cambio climático y gobernanza. Una visión transdisciplinaria, editado por el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, se terminó de imprimir el 30 de septiembre de 2019 en los talleres de Ultradigital Press, S. A. de C. V., Centeno 195, Valle del Sur, Iztapalapa, 09819 Ciudad de México, tel. 55 5445 0470, ext. 364. Se utilizó tipo *Baskerville* en 9, 10 y 11 puntos. En esta edición se empleó papel *holmen book* de 70 x 95 de 55 gramos para los interiores y cartulina couché de 250 gramos para los forros. Consta de 200 ejemplares (impresión digital).

El cambio climático por influencia humana es un fenómeno de afectación global, el cual es abordado en la presente obra mediante un enfoque transversal, en el que convergen múltiples puntos de vista en diversas áreas de conocimiento, tanto en ciencias exactas como sociales, que buscan destacar la importancia de la gobernanza para enfrentar dicha problemática en los ámbitos científico, jurídico, ambiental, social, económico, energético, entre otros.

En principio, se analiza la larga trayectoria científica, política y económica del cambio climático antropogénico, vinculada con el régimen jurídico internacional aplicable; al respecto, se exponen las consecuencias de la salida de Estados Unidos del Acuerdo de París y la relación existente entre dinero, poder y cambio climático.

Posteriormente, se plantean medidas alternativas de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) a través de la nucleoelectricidad y la geoingeniería, y se ponen a discusión los elementos necesarios para la adaptación.

En seguida, en un contexto sectorial se estudian los impactos en los sistemas socioecológicos, se analizan las implicaciones del cambio climático en el agua en el escenario internacional, así como se exponen casos de estudio en materia de aguas transfronterizas y la gestión de los bosques frente a la deforestación. En el sector energético se discute el *fracking* y su contribución al cambio climático.

Consecutivamente, se abordan temas de gran relevancia en una dimensión social, tales como la cuestión de género y las comunidades indígenas ante el cambio climático, la incidencia del fenómeno en la seguridad alimentaria y el derecho humano a la alimentación, y la justicia climática.

Por último, en el ámbito local se plantea la conformación de ciudades globales para construir sostenibilidad urbana y se analiza la expansión urbana.

