

Tendencia y destino; 50 años de preocupación ambiental global

Trend and destiny; 50 years of global environmental concern

DOI: 10.32870/ees.v3i91.7377

María Guadalupe Garibay Chávez♦
Arturo Curiel Ballesteros♦♦
Jorge Regalado Santillán♦♦♦

Resumen

En el presente artículo se examinan los avances de las alertas y acuerdos de los últimos 50 años para atender los cambios ambientales globales cuya tendencia es hacia un desastre planetario. Usando indicadores de salud ambiental, los cambios globales se reconocen como un estado alterado del ambiente y eje tanto para analizar las fuerzas y presiones que lo han originado, como los efectos a la salud pública producidos al exponerse a dichos cambios, analizando las tendencias por continente en la última década.

El resultado obtenido es la confirmación de que, pese a los acuerdos de hace 50 años, no se han modificado las fuerzas y presiones que se identificaron como causantes de los cambios ambientales globales; y respecto a los efectos, se confirma que quienes están contribuyendo en menor proporción a esas presiones planetarias son los más expuestos y afectados.

Palabras clave: tecnología, cambio climático, desastres, incertidumbre, indicadores ambientales

Abstract

This article examines the progress of the warnings and agreements of the last 50 years, to address global environmental changes whose trend is towards a planetary disaster. Using environmental health indicators, global changes are recognized as an altered state of the environment and axis both to analyze the driving forces and pressures that have caused it, as well as the effects on public health produced by exposure to such changes, analyzing trends by continent in the last decade.

The result obtained is the confirmation that, despite the agreements of 50 years ago, the driving forces and pressures identified as the causes of global environmental changes have not been modified; and with respect to the effects, it is confirmed that those who are contributing the least to these planetary pressures are the most exposed and affected.

Keywords: technology, climate change, disasters, uncertainty, environmental indicators

♦Doctor en Psicología de la Salud por la Universidad de Guadalajara. Profesor Investigador Titular del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. ORCID 0000-0001-7918-3900 ■■■ ggaribay@academicos.udg.mx ■■■

♦♦Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Madrid. Profesor Investigador Titular del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. ORCID 0000-0001-5287-6985 ■■■ arturo.curriel@academicos.udg.mx ■■■

♦♦♦Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad de Guadalajara. Profesor Investigador Titular del Departamento de Estudios sobre Movimientos Sociales. Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara. ORCID 0000-0002-4171-0557 ■■■ jorge.regalado@academicos.udg.mx ■■■
Fecha de recepción: 6 de junio de 2023. Fecha de aceptación: 12 de junio de 2024.

Introducción

Hace medio siglo, la advertencia sobre el futuro incierto para los humanos cobró fuerza a través de la literatura científica, los estudios de prospectiva, las cumbres mundiales, y el cine, particularmente la película de ficción científica *Soylent Green* (Fleischer, 1973), estrenada en California el 18 de abril de 1973, cuya trama se desarrolla en la ciudad de Nueva York en el año 2022, agobiada por problemas de sobrepoblación y escasez de alimentos y agua. En general, se deja un mensaje de un planeta perdiendo su capacidad de restaurarse y sostener la vida. Cincuenta años más tarde se constata que la realidad, al menos para Nueva York, no fue tan dramática como en los escenarios presentados en el filme, pero los problemas e incertidumbres planteados no han sido resueltos. Más aún, varias problemáticas han rebasado los territorios urbanos, se han globalizado como resultado del uso de tecnologías de aprovechamiento intensivo y la mercantilización de los diversos ecosistemas, dando como resultados desastres que provocan pérdidas humanas y el exterminio de varias especies y formas de vida. Frente a este escenario, las estrategias de respuestas, pensadas e instrumentadas desde la lógica sistémica de escenarios estratégicos del modelo capitalista, se agotan.

Cuando surgió la idea de que los seres humanos podían ser propietarios de las tierras de este planeta, inició el proceso de pérdida del equilibrio al que la naturaleza había destinado billones de años. Las transformaciones contrarias al proceso evolutivo de la Tierra por intereses económicos y de acumulación —que solo existen en la racionalidad humana— llevaron a la desestabilización de los sistemas vitales planetarios, arribando de esta manera a escenarios y tendencias relacionadas con desastres que solo se habían imaginado como un destino muy lejano en historias de ciencia ficción.

La necesidad urgente de crear un escenario de cooperación distinto al tendencial de competencia que remata en desastre planetario (¿o fatalidad humana?) se remonta a 1968, cuando Naciones Unidas (NU) planteó convocar a una “Conferencia Internacional sobre los Problemas del Medio Humano” (UN, 2012, p. 1).

De esta manera, se “recomendó el establecimiento de grupos de trabajo intergubernamentales que se ocuparían de la contaminación del mar, la vigilancia, la conservación y los suelos” (UN, 1973, p. 42).

Se estableció un equipo que elaboró el “Plan de Acción para el Medio Humano” (UN, 1973, p.7), que integró 109 recomendaciones de actuación para el plano internacional agrupadas en la siguiente estructura: Evaluación del Medio, Ordenación del Medio, y Medidas Auxiliares para el bienestar y el goce de los derechos humanos fundamentales, incluso el derecho a la vida misma, a fin de poder determinar y predecir condiciones y tendencias importantes en la evolución del medio para obtener datos que constituyan una señal de alarma, y la prevención anticipada de los efectos nocivos de los diversos agentes ambientales que actúan aislada o conjuntamente y a los que la humanidad está expuesta en grado cada vez mayor, directa o indirectamente, y con todo ello, evaluar los riesgos potenciales para la salud humana (UN, 1973).

Es de llamar la atención que dichas recomendaciones no fueron suficientes para detener el incremento de muertes humanas por la alteración de ciclos vitales, como el ciclo hidrológico. Tres continentes: África, América y Oceanía, no han logrado disminuir los daños por inundaciones y sequías (EM-DAT, 2023), pese a estar a mitad del camino de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015-2030) (UN, 2015a) y del Decenio Internacional para la Acción “Agua para el Desarrollo Sostenible (2018-2028)”.

La necesidad de eludir el desastre como destino ha generado interés en diversas disciplinas científicas, y de manera

particular en los estudios de prospectiva, referidos a la exploración de posibilidades futuras basadas en indicios presentes. Así, el futuro devino en objeto de estudio desde la realidad ambiental, reconociendo la vulnerabilidad humana creciente ante las amenazas derivadas del deterioro de los sistemas vitales planetarios.

Los análisis de prospectiva son de gran utilidad para identificar escenarios alternativos al escenario tendencial de desastre resultante de la exposición de seres humanos, y demás seres vivos, a una alteración del estado del ambiente. Se sigue confiando en que las fuerzas motoras del deterioro ambiental pueden estabilizarse y revertirse a través de la aplicación de normas que se implementen en los países, asumiendo con responsabilidad los acuerdos internacionales; también se apuesta a la educación y al consumo de tecnologías alternativas o amigables con el ambiente. Sin embargo, hasta el momento, las propuestas hechas con frecuencia tienen debilidades y no están teniendo la efectividad suficiente para disminuir los fenómenos dañinos y las vulnerabilidades presentes (grado de pérdida resultante del fenómeno dañino), en tanto que la capacidad destructiva y contaminante del sistema es mucho mayor a la acción realizada. No se reconoce la urgente necesidad de lograr cambios en el modelo de producción y consumo para detener y revertir el deterioro ambiental.

Ahora bien, tenemos que reconocer que “Tendencia no es Destino” (Dubos, 1981, p. 131). Los modelos económicos dominantes marchan hacia la consolidación de una catástrofe planetaria donde se coloca a todas las especies en condiciones de riesgo y vulnerabilidad ante una pérdida irreversible. Y de cara a esta tendencia, como hemos dicho, los Gobiernos han firmado múltiples acuerdos, pero no se actúa en consecuencia, y al final, varias metas se van cancelando por llegar el deterioro planetario a límites de no retorno. Podemos afirmar que el destino, al no ser fata-

lidad, se construye y deconstruye con el hacer social, con la actuación comprometida, no como espectadores del desastre.

En este artículo se analizan los últimos 50 años de esfuerzos, contradicciones y decepciones alrededor del futuro de la humanidad; la falta de compromiso y actuación sistémica con y para las generaciones futuras, y el despojo de las determinantes ambientales que contribuyen a la conservación de la salud y el bienestar humano.

¿Tendencia no es Destino, o Cuando el destino nos alcance?

El 5 de junio de 1972 se inauguró la primera cumbre sobre los problemas ambientales del planeta, la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Humano (UN, 1973), que terminó con varios acuerdos y una declaración donde se reconoce, en el humano:

la capacidad de transformar lo que lo rodea, utilizada con discernimiento, puede llevar a todos los pueblos los beneficios del desarrollo y ofrecerles la oportunidad de ennoblecer su existencia. Aplicado errónea o imprudentemente, el mismo poder puede causar daños incalculables al ser humano, a otros seres vivos y a su medio. A nuestro alrededor vemos multiplicarse las pruebas del daño causado por el modelo de desarrollo en muchas regiones de la Tierra: niveles peligrosos de contaminación del agua, el aire, la tierra y los seres vivos; grandes trastornos del equilibrio ecológico de la biosfera; destrucción y agotamiento de recursos insustituibles y graves deficiencias, nocivas para la salud física, mental y social, en el medio por él creado, especialmente en aquel en que vive y trabaja (UN, 1973, p. 76).

Esta primera cumbre ambiental, sin duda, influyó como contexto de la película *Soylent Green*, traducida al español como *Cuando el destino nos alcance*, filme inspirado en la novela *Make Room! Make Room!* (*¡Hagan sitio! ¡Hagan*

sitio!) de Harry Harrison (1966). Un primer ejercicio de prospectiva con horizonte a 30 años, que llevó seis años escribirla. El libro traslada a sus coetáneos hasta el año 1999, en el que la población humana se habría multiplicado de tal manera que la supervivencia individual y de la especie quedaría totalmente amenazada en un contexto de agotamiento de petróleo y alimentos. En el caso de la adaptación de esta historia a guion de la película, Stanley R. Greenberg lleva al espectador unos años más adelante que la novela original —concretamente, a 2022— y añade más elementos dramáticos, por ejemplo, la procedencia del alimento *Soylent Green* (Greenberg, 1972).

En 1973 se estrenó la película *Cuando el destino nos alcance*, dirigida por Richard Fleischer y protagonizada por Charlton Heston —en Guadalajara, México, fue el 8 de diciembre de ese año—. En esta cinta, Nueva York se encuentra en el año 2022, tiene 40 millones de habitantes y la mitad de ellos desempleados. Destaca la crisis poblacional, alimenticia y de contaminación que se vive. De hecho, no hay alimentos tal como ahora los conocemos, y a la gente se le ve hacinada por todos los rincones de la ciudad. La trama principal enfatiza que la población es alimentada con el “*soylent*”, una especie de laminita de color verde obtenida de la última fuente de proteína disponible. También deja ver, dramáticamente, que la única manera de ver el mar, otras especies, los colores favoritos y escuchar la música preferida, es a través de proyecciones en medios cerrados.

Ahora sabemos que aquel escenario resultó sobreestimado, ya que en 2022 Nueva York registró la mitad de los habitantes imaginados y con menos desempleados que los proyectados (Statista, 2023). Por fortuna, también con una diversidad de fuentes para alimentar a la población.

El escenario aún pendiente de comprobar, cuando se llegue al año 2072, es el presentado en el informe al Club de Roma conocido como *Los límites del crecimiento* (Meadows

et al., 1972), publicado dos meses antes de la cumbre, que advirtió al mundo de las crisis, el colapso de recursos y alimentos per cápita y la producción industrial. Este informe ubica el colapso social en algún momento entre los años 1972 y 2072, si el modelo de producción y las relaciones sociedad-naturaleza no se alteran significativamente, reduciendo los niveles de contaminación y manteniendo el equilibrio de población humana en el planeta. Lo cierto es que la crisis ambiental y los cambios globales actuales han demostrado que la fuerza destructiva de los procesos de acumulación muestra una tendencia que puede superar la prospectiva de este informe en varias dimensiones e indicadores. La máquina productiva ha desplegado toda su capacidad de manera que en medio siglo despojó al planeta de la estabilidad de sus sistemas vitales, entre ellos el clima, los suelos productivos, los humedales vitales y la biodiversidad.

Cincuenta años después de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Humano (1972), la incertidumbre respecto al futuro de la humanidad se ha incrementado, se reconoce haber llegado a un límite de no retorno en la degradación provocada a la naturaleza (Hainzelin, 2019). Todo parece indicar que la primera conclusión de *Los límites del crecimiento: Informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*, está sucediendo:

Si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de los recursos, este planeta alcanzará los límites del crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso tanto de la población como de la capacidad industrial (Meadows *et al.*, 1972, p. 40).

Al mismo tiempo, pareciera que las otras dos conclusiones del informe (segunda y tercera), referidas a la solución del problema identificado, han quedado en suspenso:

2) Es posible alterar estas tendencias de crecimiento y establecer una condición de estabilidad ecológica y económica que pueda mantenerse durante largo tiempo. El estado de equilibrio global puede diseñarse de manera que cada ser humano pueda satisfacer sus necesidades materiales básicas y gozar de igualdad de oportunidades para desarrollar su potencial particular.

3) Si los seres humanos deciden empeñar sus esfuerzos en el logro del segundo resultado en vez del primero, cuanto más pronto empiecen a trabajar en este sentido, mayores serán las probabilidades de éxito (Meadows *et al.*, 1972, pp. 40-41).

El equilibrio global al que se urgió en este informe no está ahora más cerca que en 1972. Todo lo contrario, observamos que las anomalías y las nocividades de esa normalidad anhelada son cada vez mayores y el equilibrio está más lejos de obtenerse.

En 2024, la crisis ambiental, el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, la degradación de los suelos y la contaminación, son constataciones de tales advertencias que se dejan sentir desde fines del siglo xx en todo el mundo. Ahora, la realidad humana es mayoritariamente urbana y alcanzó, en noviembre de 2022, una población superior a ocho billones de habitantes (UN, 2022a). Tal población significa una gran carga para el planeta y sus bienes naturales comunes. Sin embargo, sin dejar de ser problemático, alimentar a tantas personas sería menos grave si el mundo mantuviera sanos sus sistemas vitales, y la destrucción de los bienes que permiten la salud, el bienestar y la reproducción de la vida, y que han sido degradados deliberadamente, no hubiera alcanzado la dimensión actual.

Hoy la contaminación de los cuerpos de agua ha hecho imposible la vida en varios sitios; el agua y la tierra han sido contaminadas de manera que muchos organismos silvestres alimenticios ya no se reproducen y las semillas de los prin-

cipales cultivos están siendo monopolizadas por las industrias agroquímicas, se ha disminuido mucha biodiversidad a través de los monocultivos y labranza intensiva, además del exterminio de muchas especies no humanas, como los polinizadores. Asimismo, en la actualidad, la población tiene que asumir un riesgo aceptable de exponerse a múltiples alimentos —más de 900— que ofrece el mercado y que son cancerígenos (California State, 2022). Tal destrucción de la vida, desde luego, no es casualidad o accidente. Así funciona este sistema-mundo bajo los principios de un modelo capitalista como el que actualmente se asume.

Lo que se vive en la actualidad de manera global y diferenciada, en los distintos continentes, pone en duda los factores básicos que se creía determinaban el crecimiento en el planeta, ya que han llevado a desestabilizar los sistemas vitales planetarios, visible en las capas de la atmósfera —el agujero de ozono en la estratósfera y el cambio climático en la tropósfera—; en la litósfera —desertificación y degradación física, química y biológica de los suelos—; en la hidrósfera —pérdida de humedales y contaminación de aguas superficiales y subterráneas—; y en la biósfera —pérdida de biodiversidad y de sus beneficios esenciales para el bienestar humano—.

Por otro lado, se reconoce que la estabilidad del sistema climático es fundamental para la salud, y que el cambio climático supone riesgos ingentes a la población (McMichael, 2003, p. 2). A la fecha, el cambio climático se considera la mayor amenaza para la salud humana. La Organización Mundial de la Salud prevé que entre 2030 y 2050 causará unas 250,000 muertes adicionales cada año debido a la malnutrición, el paludismo, la diarrea y el estrés calórico. Se estima, además, que el costo de los daños directos para la salud será de entre 2,000 millones a 4,000 millones de dólares al año, de aquí a 2030 (WHO, 2021).

Metodología





El análisis de la realidad global a través de indicadores de salud ambiental

El presente artículo presenta un análisis desde una perspectiva interpretativa, con acercamientos reflexivos y críticos, tomando como punto de partida algunos sucesos de 1972 y 1973, propios de las preocupaciones mundiales en materia ambiental y social, y en un contexto de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Humano.

La “realidad global” se analiza a través de la metodología de Indicadores de Salud Ambiental considerando el modelo planteado por Corvalán *et al.* (2000), el cual ha sido un referente a escala mundial para la toma de decisiones y comunicación de avances en la generación de acuerdos globales, donde el uso de indicadores de Fuerza-Presión-Estado-Exposición-Efecto y Acciones, conocido por sus siglas en inglés como DPSEEA, promovido por la Organización Mundial de la Salud a partir del año 2000, es el mejor modelo desarrollado y aceptado en lo que va del presente siglo XXI.

El modelo propone que, para resolver un deterioro del estado del medio ambiente o la naturaleza, no basta con aplicar medidas rehabilitadoras de los daños, sino que deben realizarse acciones para detener o neutralizar las fuerzas del crecimiento poblacional, el consumo y las tecnologías dominantes que llevan a la población humana a originar presiones y deterioro al medio (Ehrlich & Holdren, 1971). En el cuadro 1 se presenta este modelo metodológico.

Cuadro 1. Estructura del modelo Fuerza Motora, Presión, Estado, Exposición, Efecto y Acciones (DPSEEA)

ESTRUCTURA	ACCIONES DE ATENCIÓN
<p>Fuerza Motora Incluye tendencias de la población humana en cambio demográfico; consumo de satisfactores (abrigo, transporte, alimentación); tecnologías para producción de energía, agricultura; política de transporte; procesos de urbanización.</p> 	<p>Acuerdos internacionales (convenciones, conferencias, cumbres).</p>
<p>Presión Cambio de uso del suelo; emisiones de gases de efecto invernadero; degradación de suelos (erosión, degradación química, física y biológica).</p> 	<p>Políticas nacionales de mitigación.</p>
<p>Estado Cambio climático; desertificación; desastres hidrológicos; pérdida de biodiversidad.</p> 	<p>Políticas de adaptación y programas de manejo de riesgos.</p>
<p>Exposición Eventos extremos (sequía, inundaciones, olas de calor); cambios en los ecosistemas; escasez de agua; reducción de nutrientes en alimentos; cambios en la distribución de vectores.</p> 	<p>Indicadores; monitoreo; sistemas de vigilancia; políticas de salud pública; protección ambiental.</p>
<p>Efecto Enfermedades sensibles a los cambios globales incluyendo las de tipo cardiovascular, respiratorias agudas y crónicas; diarreas agudas; enfermedades mentales; las transmitidas por vectores; malnutrición y lesiones.</p>	<p>Diagnóstico y tratamiento.</p>

Fuente: elaboración propia basado en Kovats *et al.* (2005).

El análisis territorial de la “realidad global” consideró la investigación de indicadores a escala mundial y por continentes, con la mejor información disponible, para evidenciar los niveles alcanzados de acción ante el deterioro de los sistemas planetarios.

Resultados

La tecnología de los combustibles fósiles como fuerza motora de deterioro de los sistemas vitales planetarios

Desde 1971 se reconoce que son tres las fuerzas motoras que deben considerarse para cuantificar el impacto negativo total de la población humana sobre el ambiente: a) el crecimiento de la población humana, b) el consumo per cápita, y c) el uso intensivo de tecnologías para satisfacer nuestras necesidades y mantener nuestro confort (Ehrlich & Holdren, 1971). Las tecnologías y recursos que se usan para construir viviendas y producir los alimentos de una población en constante crecimiento, así como satisfacer su demanda de energía, han impactado a todas las capas vitales del planeta: atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera.

La tecnología, definida como *el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales* (Real Academia Española, 2021), nos llevaría a identificar a la Revolución Industrial (RI) como punto de partida de la crisis de los sistemas vitales planetarios. En Gran Bretaña, en 1770, se patentó la máquina tejedora de lana que sustituyó el trabajo de más de 30 personas (Britannica, 2022). Sin embargo, desde la perspectiva crítica de este análisis, las fechas que consideramos pertinentes para ubicar los inicios de la crisis ambiental global serían las de aquellas invenciones o hechos que dispararon la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera. Esta mirada nos trasladaría a 1859, cuando, con fines comerciales, en Pensilvania, Estados Unidos, Edwin Drake realizó la perforación del primer pozo petrolero y marcó el inicio de la utilización del petróleo como fuente principal de energía (Jorrín, 2019).

El uso de recursos energéticos y diversos compuestos derivados del petróleo marcó un parteaguas tecnológico e histórico. Dentro de la escala humana, esta fuente de energía disparó numerosas innovaciones tecnológicas, entre las

que se cuenta el motor de combustión interna comercial en 1860, alimentado con hidrocarburos y oxígeno (Duignan, 2022), sin preocuparse por la conservación de fuentes de energía que el mercado ofrecía surtir sin límites, dejando atrás la atención al sol como fuente principal, que, al ser accesible para todos, el mercado no mostró interés en ella.

El petróleo como fuente principal de energía para el bienestar y el confort humano fue también un parteaguas en la historia geológica del planeta, al alterar el proceso de innovación metabólica más importante en la historia evolutiva de la Tierra: la oxigenación de la tropósfera, un enriquecimiento de oxígeno (potenciado por el sol) que inició con la fotosíntesis por cianobacterias en el océano hace 2,500 millones de años, que disminuyó el metano y gases de emisiones volcánicas, oxigenó la hidrosfera y atmósfera del planeta (Schirrmeyer *et al.*, 2016), e hizo posible la presencia de otros organismos como las plantas terrestres, lo que aumentó la descarbonización de la atmósfera, almacenando el carbono en los bosques, los humedales y los suelos.

Esta evolución de la atmósfera terrestre se revirtió por acción humana en la RI y el modelo dominante de desarrollo, al sacar ese carbón secuestrado por las fuerzas geológicas durante millones de años en forma de petróleo y volverlo a colocar en la atmósfera durante los siglos XX y XXI, regresando a una concentración de CO₂ como la que había hace 4.5 millones de años (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2022), fecha donde aún no aparecían los seres humanos en el planeta.

La segunda mitad del siglo XX ha sido el periodo más emblemático en el registro de emisiones y acumulaciones de GEI en la atmósfera, ya que pasó de 5,000 millones de toneladas de CO₂ a 20,000 millones de toneladas emitidas. En 2013 ya sumaban 35,000 millones de toneladas (Ritchie *et al.*, 2020). Estos datos reflejan la emisión cada vez mayor de CO₂ per cápita, en 1963 fue de 3.11 toneladas anuales y

para 2006 de 4.31 t/año, lo que significó un incremento no solo de población sino también de sus niveles de consumo, fuerzas motoras de los cambios globales.

Un análisis más preciso del impacto tecnológico en las emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera se podría realizar desde la perspectiva de los “sistemas de subsistencia” de Gelman (1996), considerados como los medios indispensables para el sustento y desarrollo de los seres humanos y la sociedad en general. Estos sistemas contemplan la satisfacción de necesidades fisiológicas tales como la obtención de alimento.

La agricultura intensiva ha alterado la biósfera, al disminuir drásticamente la biodiversidad del suelo, que se considera constituye el 25 % de la que existe en el planeta (FAO, 2020). Esta pérdida es resultante de una labranza excesiva y uso de fertilizantes sintéticos ácidos. Igualmente, se ha modificado la hidrósfera, al destinar la mayor cantidad de agua dulce disponible a los cultivos comerciales; impactado la litósfera, al degradar los suelos por erosión, degradación química, física y biológica; y cambiado el clima en la tropósfera, al emitir grandes cantidades de GEI, tanto de CO₂ por manejo intensivo del suelo, como de N₂O por aplicación de fertilizantes nitrogenados ácidos, como sulfato de amonio (FAO, 2004).

Por su parte, la ganadería de vacunos aporta, por fermentación entérica proveniente del sistema digestivo de rumiantes, grandes cantidades de metano (CH₄) a la atmósfera, representando el mayor emisor de este GEI (FAO, 2022), y, por ende, uno de los principales promotores del cambio climático, además de su impacto en la degradación del suelo por compactación debido al pisoteo.

Dentro de los sistemas de subsistencia están también aquellos que consideran la satisfacción de necesidades de seguridad, como el de una vivienda con servicios, por ejemplo, energía eléctrica. Las plantas termoeléctricas han sido

las principales proveedoras de esta energía, aportando GEI a la atmósfera desde el año de su aparición en 1882.

La satisfacción de necesidades de transporte es otro de los principales emisores de GEI a la atmósfera proveniente del consumo de combustibles fósiles desde 1885, año de la producción de los primeros automóviles, y desde 1891 con motores de combustión interna alimentados con gasolina. La industria aeronáutica, en su función como medio de transporte, ha incrementado este impacto desde 1914, cuando se realizó el primer vuelo comercial.

Otros emisores de GEI son la deforestación y el cambio de uso del suelo, considerados la mayor presión asociada a los cambios globales.

En síntesis, si bien la tecnología y su consumo constituyen una fuerza que ha originado externalidades positivas al atender las demandas de los sistemas de subsistencias, también presenta externalidades negativas como el cambio climático y los demás cambios globales.

Cuadro 2. Tecnologías de satisfacción de necesidades humanas con mayor impacto en los cambios globales

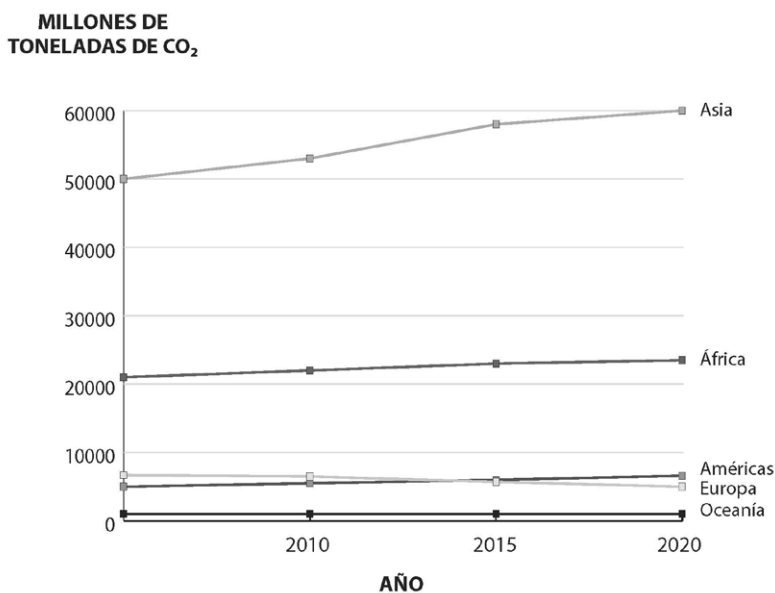
NECESIDADES	INVENCION	TECNOLOGÍA QUE USA COMBUSTIBLES FÓSILES	SISTEMA VITAL AFECTADO	CAMBIO GLOBAL
Alimentación	Agricultura intensiva	Tractor de gasolina (1902)	Litósfera	Desertización Pérdida de biodiversidad
			Atmósfera	Cambio Climático
		Fertilizantes sintéticos derivados del petróleo (1916)	Biósfera	Pérdida de biodiversidad
			Litósfera	Contaminación
Abrigo	Fibras sintéticas	Ropa y calzado sintético derivado del petróleo (1941)	Litósfera	Contaminación
			Hidrosfera	Contaminación
			Biósfera	Alteración de cadenas tróficas
Seguridad	Administración de electricidad en la vivienda	Termoeléctrica con combustible fósil (1921)	Atmósfera	Cambio Climático
Transporte	Automóvil, Avión	Motor de combustión interna (1891)	Atmósfera	Cambio climático

Fuente: Elaboración propia.

Las invenciones tecnológicas incluidas en el cuadro 2 han tenido un gran impacto en la carbonización de la atmósfera,

como se muestra en la figura 1. El disparo en las concentraciones de CO₂ en la tropósfera inició en la década de 1950 y alertó a la comunidad mundial, dando lugar a varios acuerdos para detener el avance de este desequilibrio. Acuerdos que hasta la fecha han resultado infructuosos.

Figura 1. Innovaciones tecnológicas a través del tiempo para el uso de combustibles fósiles, su impacto en la carga de emisiones de CO₂ y esfuerzos globales para detener su incremento en la atmósfera



Fuente: Elaboración propia.

El estado actual de la atmósfera

El cambio climático se considera un cambio global con múltiples efectos. Entre los más identificados está el incremento de la temperatura y la transformación de patrones climáticos, pero, en realidad, son incontables las alteraciones en el rango de escalas, desde el nivel planetario al nivel

de microorganismos. Estos cambios son consecuencia de las “actividades productivas” y principalmente del uso de combustibles fósiles y cambios de uso del suelo que degradan los entornos y ecosistemas donde se sustenta la vida, con un continuo incremento de presión sin tregua, que elimina bosques, cuerpos de agua y suelos productivos para priorizar obras de infraestructura, urbanización y monocultivos.

Ante ello, los acuerdos globales de los últimos 50 años tienen su mejor expresión en las convenciones mundiales donde se han suscrito los tratados multilaterales formales con un gran número de partes (UN, 2004). Los avances de los acuerdos se comparten a través de la Conferencia de las Partes (COP), que es la cumbre anual que realiza la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre diversos temas, entre ellos el cambio climático, donde se acordó “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” (UN, 1992, p. 4). Un total de 197 naciones y territorios se han adherido a esta convención. En las COP se toman decisiones por consenso de las partes que la integran, en relación con una agenda que se debe acordar y aprobar por estas.

Aun cuando la COP se ha realizado anualmente desde 1995, no han detenido, y menos revertido, el incremento de GEI a la atmósfera.

Sobre cambio climático, hay dos COP que han establecido acuerdos mundiales con objetivos concretos para la reducción de emisiones de GEI: La COP 3, de 1997, donde se suscribió el conocido Protocolo de Kioto, que estableció como objetivo “reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5 % respecto al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012” (UN, 1997, p. 4). Aun cuando es notorio que algunos países hicieron el esfuerzo para disminuir sus emisiones,

China, Australia y Estados Unidos de Norteamérica no participaron y la tendencia de incremento de CO₂ se mantuvo.

La COP 21, celebrada en 2015, aprobó el Acuerdo de París, que planteó compromisos para “mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1.5 °C” (UN, 2015b, p. 3). Este acuerdo entró en vigor en 2020, y se ha aceptado que no existe la posibilidad de restaurar el sistema climático alterado a su nivel original —de hace cien años— y que los esfuerzos se orienten a no aumentar la presión al sistema vital de la atmósfera y estabilizarla para crear una nueva normalidad.

Pese a llevar 28 COP en materia de cambio climático, y de haber formulado, publicado y actualizado regularmente programas nacionales que contienen medidas orientadas a mitigarlo, aún no se ha logrado alcanzar el objetivo de estabilizar las emisiones de GEI.

Las UN, en su portal *undata* (2022b), monitorean las aportaciones estimadas de CO₂ de 144 países. Si se toman de referencia las emisiones que se tenían cuando entró en vigor el Protocolo de Kioto (2005) y se comparan con el último dato reportado en 2018, es decir, tres años después de la firma del Acuerdo de París, se observa que el 48 % de los países no han dejado de aumentar sus emisiones, pasando por alto los acuerdos signados. Si consideramos los trece países con mayores emisiones en el planeta, más de la mitad las están aumentando en lugar de reducirlas. Entre estos países se encuentra México, que en 2005 emitió 412,385,000 t de CO₂; en 2015, 442,417,000 t, y en 2018, 448,452,000 t. En Latinoamérica, el Banco Mundial (2023) ha divulgado que el consumo de energía procedente de combustibles fósiles se ha incrementado, en 1992 su valor fue de 70.8 % y en la actualidad es de 87.9 %, siendo la segunda región del mundo

con mayor crecimiento del consumo, solo superado por el de Asia del Sur, donde se encuentra India.

El cambio climático está colapsando la producción de alimentos, ya vislumbrada en los modelos presentados en *Los límites del crecimiento*. Por un lado, se incrementa la intensidad de la lluvia, que se traduce en una mayor degradación de los suelos por erosión, con la pérdida de los nutrientes y la biodiversidad. A la par, el calor aumenta y provoca efectos dominó con una mayor evapotranspiración de los cultivos, sea para alimento humano o del ganado, y se genera estrés hídrico. También el calor en el suelo afecta la función de las raíces de absorber nutrientes, y las plantas, por desnutrición, van perdiendo vigor. El mismo calor ha aumentado el número de generaciones de insectos y la incidencia de plagas. El resultado es: entre más calor, menos alimentos (Curiel *et al.*, 2015).

Con lo aquí desarrollado, se pueden vislumbrar tres cuestiones problemáticas: a) la eficiencia y preocupación real de las instancias multilaterales para atender la problemática ambiental global que ha alcanzado niveles de colapso en varios puntos; b) la diferencia sustantiva que existe entre suscribir acuerdos internacionales y cumplirlos; y c) derivada de las dos anteriores, la necesidad de problematizar la preocupación y conciencia ambiental declarada tanto desde los Estados como de las personas que conforman esas sociedades.

La vulnerabilidad diversa, componente central de la construcción social del desastre

Ante el hecho de que este sistema socioeconómico dominante ha despojado al planeta de la normalidad climática que le llevó millones de años desarrollar, y ante la condición de no retorno a esa normalidad, la preocupación humana se ha centrado en detener el avance del deterioro (mitigación) y los daños que causa esta desestabilización (adaptación).

Para avanzar en la mitigación, un paso fundamental pendiente es que los diversos países detengan el incremento de emisiones de GEI, mientras que, para la adaptación, una primera acción, aunque inconclusa, ha sido reconocer cuáles grupos de la sociedad han sido puestos por el sistema en condición de vulnerabilidad y cuáles estarían en riesgo de serlo en las próximas décadas. De aquí que se considere que la identificación de grupos vulnerables ante esta realidad no ha concluido. La vulnerabilidad entendida como un componente del riesgo, generalmente, hace alusión a una amenaza. Cardona (2001) refiere que la vulnerabilidad es la susceptibilidad que tienen los elementos expuestos (seres humanos, organismos vivos, infraestructura, servicios, sectores productivos, etcétera) a sufrir daños cuando se encuentran bajo la influencia de las amenazas, se estima que tiene distintas dimensiones y manifestaciones dinámicas que se construyen, perciben, asumen y atienden o no, de manera heterogénea en cada territorio, cultura y contexto social. García (2005) señala que la vulnerabilidad es determinante del nivel de daños ante una amenaza y de los procesos de desastre.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático define la vulnerabilidad como:

El grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema para afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, la dimensión y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (2007, p. 28).

Las consecuencias o efectos posibles por la presencia de una determinada amenaza dependerán de la vulnerabilidad del sistema afectado. Por tal consideración, la vulnerabilidad se define como “relación existente entre la intensidad del daño resultante y la magnitud de una amenaza; grado de

pérdida (de 0 % a 100 %) como resultado de un fenómeno potencialmente dañino” (IDNDR, 1992). También como “las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de un individuo, una comunidad, activos o sistemas a los impactos de los peligros” (UNDRR, 2017).

La vulnerabilidad es generalmente entendida “como un factor de riesgo interno que matemáticamente está expresado como la factibilidad de que el sujeto o sistema expuesto sea afectado por el fenómeno que caracteriza la amenaza” (Cardona, 2001, p. 10). Ahora la vida de diversas comunidades se encuentra en circunstancias de vulnerabilidad ante diversas amenazas debido a la adopción de determinados modelos de desarrollo que han privilegiado el crecimiento económico (García, 2018, p. 229).

Wilches-Chaux (1993) concibe la vulnerabilidad global como el conjunto de vulnerabilidades natural, física, económica, social, política, técnica, ideológica, cultural, educativa, ecológica e institucional.

Assumiendo la anterior concepción, vemos que todos los tipos de vulnerabilidad están presentes con el cambio climático, sus diversas manifestaciones y efecto dominó. La vulnerabilidad natural de las especies que requieren de grandes cantidades de agua está en riesgo; eso puede ser aplicable, por ejemplo, a los anfibios, que dependen de los humedales para existir, y a las vacas lecheras, que se identifican entre los organismos con mayor huella hídrica en el continente.

La vulnerabilidad física se evidencia en las grandes ciudades en expansión, donde el incremento de temperaturas por el cambio global se suma al de la “isla de calor” y a las generadas por el asfalto y los automóviles, con lo cual, conductores y pasajeros de vehículos motorizados son grupos de población vulnerable al golpe de calor.

La vulnerabilidad económica se presenta en personas que viven en comunidades marginadas donde no se tiene acceso a agua potable y/o a electricidad, por lo que sus posibilidades de respuesta para la hidratación o la conservación de alimentos estaría limitada.

La vulnerabilidad social se manifiesta en los grupos que pierden la cohesión interna y el sentido de pertenencia y de propósitos en una comunidad, o bien ante la ausencia de un liderazgo para impulsar la creatividad, la solidaridad y la dignidad que se requiere para el establecimiento de medidas efectivas ante el cambio climático.

La vulnerabilidad política se expresa en la precaria autonomía que posee una comunidad para tomar decisiones y determinar sus prioridades respecto a los aportes locales y mecanismos para el control de las fuerzas y presiones que aumentan las amenazas en lugar de reducirlas, como en el caso de la falta de planeación en los cambios de uso del suelo sin criterios de bienestar.

La vulnerabilidad técnica está presente cuando se aplican diseños y estructuras estándar en sitios de riesgo, sin hacer los ajustes pertinentes para disminuir la probabilidad del peligro o la vulnerabilidad de los usuarios.

La vulnerabilidad ideológica se constata cuando se imponen visiones y creencias de fuerzas externas acerca de las causas de los desastres tales como el “Así lo quería Dios” o el “Ya le tocaba”, ante lo cual se percibe que no se puede hacer nada.

La vulnerabilidad cultural se expresa cuando se incrementan las relaciones violentas y de inseguridad ante actos que son difundidos por los medios de comunicación y las redes sociales, causando miedo y mayor preocupación en la población, lo que deja y relega a los cambios globales en un nivel percibido de menor importancia en la jerarquía de las prioridades sociales, o que se estimen como lejanos y menos probables.

La vulnerabilidad educativa es cuando un grupo de población carece de conocimientos situados o territorializados de manera que pueden conocer lo que sucede alrededor, ya que, con mayor frecuencia, se conocen más los daños del cambio climático en los polos norte y sur o en Asia, en lugar del entorno inmediato de su comunidad.

La vulnerabilidad ecológica se refiere a una acción que altera el funcionamiento y resiliencia del ecosistema. Suele confundirse con la vulnerabilidad natural, pero tiene sus diferencias. La vulnerabilidad natural alude a una característica intrínseca de un organismo o población determinada, por ejemplo, los niños son más vulnerables al cambio climático por su edad, mientras que la vulnerabilidad ecológica se manifiesta, por ejemplo, en los incendios descontrolados cada vez más frecuentes en los bosques, que contribuyen a su vulnerabilidad, y también a la de las poblaciones humanas presentes aguas abajo de las cuencas, debido a que el ecosistema forestal pierde la capacidad de regulación del ciclo hidrológico, y aumenta el calor, el escurrimiento y la erosión de los suelos, haciendo vulnerable a la cuenca completa.

Finalmente, la vulnerabilidad institucional, que radica en la rigidez burocrática de las instituciones, que se vuelven incapaces de desarrollar planes de protección eficaces para prevenir y restaurar los daños del desarrollo.

Cuando se habla de vulnerabilidad en las sociedades actuales, con frecuencia se cree que los pobres, por sus condiciones y carencias, son los que puede sufrir más los efectos del cambio climático, eso es real, pero no son los únicos vulnerables. También se es vulnerable por la edad (niños y adultos mayores), por estado de gravidez, por situación de salud relacionada con enfermedades crónicas, por estilo de vida, o por desarrollar una actividad determinada. Por ejemplo, los automovilistas sufren estrés y cambios en su comportamiento (irritabilidad) al exponerse a temperaturas máximas en el interior de los vehículos, recorriendo largos

trayectos durante horas en una ciudad en expansión, en la lentitud del tráfico, y durante congestionamientos.

Son considerados peligros del cambio climático:

el aumento de la intensidad y la frecuencia de precipitación, viento, tormentas eléctricas, neblina, temperaturas extremas, sequía, incendios forestales descontrolados, inundaciones, marejadas, acidificación o aumento de salinidad en el agua, deslizamientos, subsidencia, enfermedades transmitidas por agua, aire o vectores y la infestación de insectos y arácnidos en las ciudades (C40 Cities, 2015, p. 4).

Para cada una de ellas, se requiere identificar grupos vulnerables, y establecer estrategias de comunicación orientadas a reducir daños, lo que demanda tener un conocimiento social de las amenazas, su naturaleza, dinámicas y efecto dominó que, de seguir las tendencias actuales, llevarán a los humanos a reducir los espacios seguros para vivir con bienestar.

Esta revisión rápida de la vulnerabilidad global y sistémica pone de manifiesto que todos podemos ser vulnerables ante el cambio climático, aunque de manera diferenciada, pero también que la articulación conveniente de estas vulnerabilidades le ha sido funcional al sistema para deshabilitar a la sociedad para reexistir a los efectos del colapso climático.

El efecto dominó del cambio climático

Respecto al efecto dominó, resulta relevante en contextos de cambio climático por la multiplicación de daños que pueden observarse en las ciudades. Retomamos lo dicho por algunos autores: Delvosalle (1996) menciona que el efecto dominó se define como un conjunto correlativo de sucesos en los que las consecuencias de un percance ocurrido previamente se ven incrementadas por estos, tanto espacial como temporalmente, generando una calamidad. Esta concatenación de efectos multiplica las consecuencias debido a

que los fenómenos peligrosos pueden afectar a los elementos vulnerables y provocar nuevos fenómenos peligrosos.

Khan y Abbasi (1998, p. 165) señalan que “el efecto dominó es la ocurrencia de una cadena de eventos en cascada que tienen el potencial de generar consecuencias catastróficas”. Por su parte, el American Institute of Chemical Engineers, Center for Chemical Process Safety (AIChE-CCPS, 2013) lo define como un suceso que comienza en un elemento que puede afectar a otros elementos cercanos por impactos diversos, aumentando la gravedad de las consecuencias o en la frecuencia de fallas. El efecto dominó produce escenarios de peligro que implican consecuencias crecientes a medida que una cadena de eventos vinculados se propaga a lo largo y más allá del proceso donde se originan. Cozzani y Salzano, a su vez, consideran que “un evento puede provocar uno o más eventos secundarios que tienen consecuencias generales más graves que las del evento primario” (2004, p. 67).

Kadri y Chatelet (2013) consideran como fuente potencial de efecto dominó las de origen natural atmosférico o climático, que a su vez dan origen a incendios forestales descontrolados, escorrentías e inundaciones, avalanchas, huracanes y tormentas.

Es relevante destacar que el proceso de propagación del efecto dominó está directamente relacionados con la fuente potencial y el evento iniciador, pero también con su entorno inmediato (campo de peligro), cuyas condiciones de evolución están guiadas por características humanas tales como comportamiento individual, organización, logística, y demografía local.

También resulta necesario diferenciar entre una vulnerabilidad intrínseca del sistema natural planetario y la vulnerabilidad inducida por las actividades o actos humanos. La primera es con frecuencia inmodificable, por ejemplo, la edad de un individuo, mientras que la inducida puede ser modificada, por ejemplo, una ciudad en expansión sin

planificación. Respecto al cambio climático, “la vulnerabilidad inducida no está resuelta ni atendida” (Curiel *et al.*, 2015, p. 37).

Otro ejemplo de vulnerabilidad inducida, en el caso de México, es la resultante del desbalance existente entre la demanda de agua —que se incrementa con el aumento de la temperatura ambiente o las pandemias— y la reducción de la oferta de este líquido —ocasionada por periodos de sequía y estrés hídrico—. México, en varias de sus regiones, presenta vulnerabilidad intrínseca al experimentar sequía meteorológica y el cambio de uso de suelo como fenómeno expansivo a lo largo del país que ha generado un incremento notable de la demanda de agua, incluso más allá de la disponible en el ciclo hidrológico, dando lugar a otras manifestaciones de sequía: agrícola, hidrológica y socioeconómica. Todas ellas indicadoras de vulnerabilidad inducida que se suman a la vulnerabilidad intrínseca. Desde este planteamiento, “los índices de siniestralidad agrícola en el país se han asociado más a la vulnerabilidad inducida que a la intrínseca” (Curiel *et al.*, 2015, p. 39). A diferencia de lo que se declara institucionalmente, las formas en que se siguen gestando las ciudades y los procesos de acumulación dan como resultado un mayor impulso de estas vulnerabilidades.

Un último ejemplo de vulnerabilidad inducida podría ser la pérdida de interés en la educación, factor clave para mejorar la respuesta a las demandas que plantea el cambio climático, cuya atención requiere interés mayor por un conocimiento integral y complejo del problema. En ello se reconocen varias limitantes asociadas: una, el escaso valor que se da a la imaginación de los mexicanos, revelado en diversas encuestas de valores. El cambio climático demanda innovación e imaginación para su solución, pero estas no se consideran prioritarias. De acuerdo con algunas encuestas sobre los valores sociales, la imaginación es la cualidad menos valorada (Cortés, 2019), mientras que obtener un

buen sueldo es el asunto más importante identificado por la mayoría de la población en ciudades. Asociado a lo anterior, está la escasez de inventiva que se suma como un elemento de vulnerabilidad adicional del sistema económico. Más del 90 % de la tecnología que se utiliza en México es adquirida del exterior, aspecto que incrementa la vulnerabilidad, ya que el cambio climático reclama innovación y esta no se promueve ni se apoya para su desarrollo en el país como vía para hacerle frente. Además, en las universidades públicas ha sido notable la reducción de apoyos a la investigación en favor de la docencia, mientras que el Gobierno actual (4T) da prioridad a los combustibles fósiles con la construcción de refinerías, trenes y la instalación de industrias automovilísticas como ejes del “desarrollo”.

Todo lo anterior se suma a la vulnerabilidad relacionada a la baja percepción social del cambio climático que se tiene en las ciudades de México, solo cuatro de cada 100 personas lo consideran de máxima importancia. Esta percepción o especie de negación podría propiciar que las amenazas y daños derivados del cambio climático puedan ser mayores.

En materia de alimentos, más de la mitad de los diez alimentos básicos y estratégicos de México de acuerdo con la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2021) han disminuido su producción con el incremento de olas de calor y sequía, entre ellos el maíz forrajero, maíz de grano, caña de azúcar, huevo, leche, carne de bovino, de porcino y de ave.

En síntesis, podemos decir que México es un territorio donde la vulnerabilidad al cambio climático se expresa en una diversidad de formas. El daño en vidas humanas que está ocasionando el cambio climático es alto, pero será mayor si se sigue reduciendo la producción de alimentos y aumentando la pérdida de biodiversidad.

La tendencia nos muestra que el incremento en la temperatura y la intensidad de la lluvia son amenazas que

demandan atención prioritaria. De aquí que la política pública y una acción ciudadana participativa y comprometida constituyen vías estratégicas para imaginar y definir un futuro distinto al tendencial y crear un país con resiliencia frente a los desastres presentes y futuros.

Son varios los indicadores que en México se han evaluado para priorizar asentamientos humanos urbanos en materia de vulnerabilidad al cambio climático y su efecto dominó. Estos pueden ordenarse en dos grupos. El primero, referido a población vulnerable, ahí se ubican: habitantes en asentamientos con densidad poblacional muy baja o muy alta, población de niños ≤ 5 años de edad, adultos de 70 años y más, marginados, y analfabetas. El segundo grupo es para viviendas sin servicio de agua potable y sin luz eléctrica (Garibay y Curiel, 2015, p. 74).

La última aportación en el sentido de grupos vulnerables es la referida a identificar dentro de ellos a los automovilistas, al llegar a exponerse a temperaturas hasta de 60 °C en el interior del vehículo (estas temperaturas fueron identificadas durante el mes de mayo de 2019 en diferentes monitoreos realizados en el interior de los vehículos en el área metropolitana de Guadalajara), también lo son a otras manifestaciones del cambio climático como lluvias intensas, granizadas, tormentas eléctricas, entre otros peligros.

Los automovilistas son de igual manera vulnerables al sufrir estrés e irritabilidad, debido al tiempo que pasan conduciendo un vehículo, la forma de conducir de otros automovilistas, el congestionamiento de tráfico, la atención que se requiere al conducir, y la pérdida de confort por calor.

Como hemos visto, la vulnerabilidad global, cincuenta años después, ya en el contexto del colapso climático, antes que retroceder, avanza y se hace más compleja y peligrosa, profundizando la crítica a la idea de la supuesta preocupación ambiental sistémica.

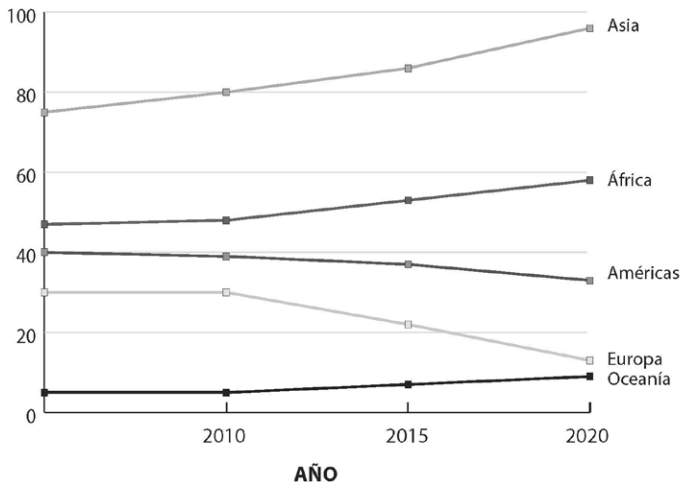
¿A quiénes afecta realmente el cambio climático?

Desde la perspectiva global y tomando en consideración los indicadores de Fuerza, Presión, Estado, Exposición-Efecto, se reconoce que los más vulnerables no son los que más afectan la estabilidad de la vida en el planeta.

El primer contraste se observa en las fuerzas y presiones (figuras 2 y 3), donde se aprecia que, en términos de población, el continente africano es el segundo con mayores seres humanos, pero ha sido el penúltimo en emisiones de CO₂.

Figura 2. Fuerza Motora: Población

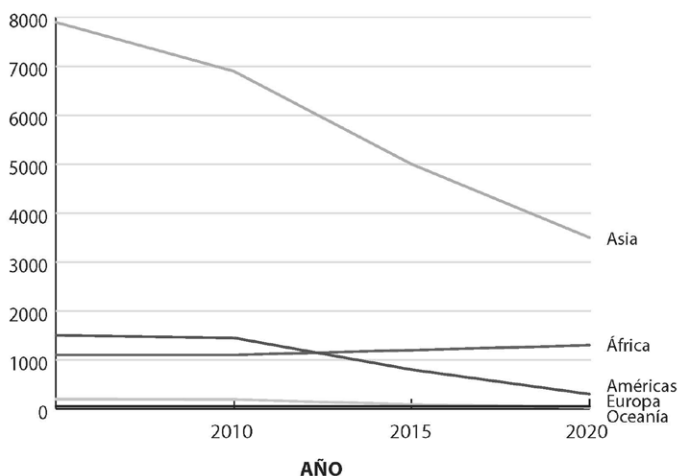
NÚMERO DE DESASTRES HIDROLÓGICOS / AÑO



Fuente: Elaboración propia con información de *undata*.

Figura 3. Presión: Emisiones de CO₂

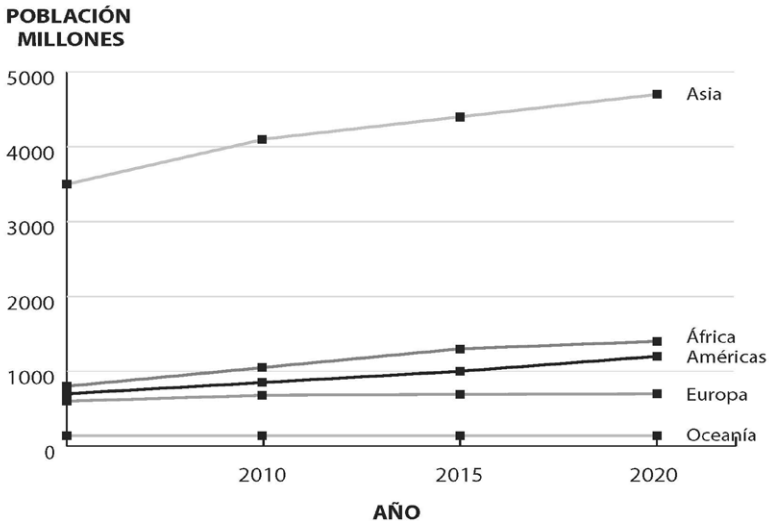
**NÚMERO DE MUERTES ANUALES
AL EXPONERSE A INUNDACIONES
Y DESLIZAMIENTOS POR
LLUVIAS INTENSAS**



Fuente: Elaboración propia con datos de *undata*.

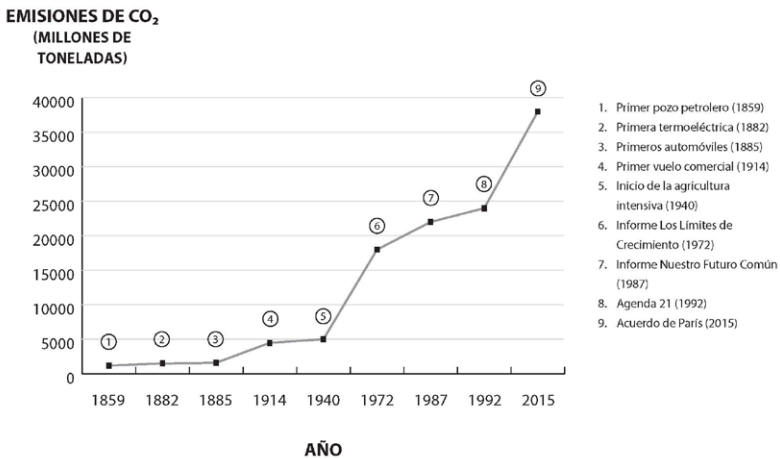
El segundo contraste se aprecia en la presencia de desastres hidrológicos y número de muertes anuales (figuras 4 y 5), donde África es el único continente donde los efectos presentan una tendencia de incremento, siendo el lugar más vulnerable del planeta.

Figura 4. Estado: Desastres hidrológicos



Fuente: Elaboración propia con datos de EM-DAT, CRED.

Figura 5. Efecto: Muertes por exposición a inundaciones y deslizamientos por lluvias intensas



Fuente: Elaboración propia con datos de EM-DAT, CRED.

Si consideramos que el clima se expresa en la capa de la atmósfera que cubre sin límites al planeta y a todo lo que ahí existe, se podría pensar que todos los seres vivos son perturbados por el clima cambiante y sus efectos dominó, y que aún no terminamos de calcular los efectos, o que podrían ser incalculables. Pero, sin duda, esta perturbación es diferenciada en cada una de las regiones del mundo.

Además, existen otras desigualdades globales, la riqueza generada medida a través del producto interno bruto de un país por el conjunto de bienes y servicios finales producidos por sus factores de producción y vendidos en el mercado, que son los mayores causantes de los GEI, mientras que la mayor carga de salud global por esas emisiones se da en África, el continente con más pobreza endémica y con una tendencia de incremento en el número de muertes por lluvias intensas. Esto último coincide con lo señalado por Corvalán (2010) en su evaluación de las desigualdades globales, al identificar que África tiene la mayor tasa de afectación del cambio climático, 34 % de la carga se manifiesta en niños menores de catorce años, a los que no se puede responsabilizar de emisores de GEI, y donde además se presentan trece millones de muertes que pueden prevenirse.

Conclusiones

Cincuenta años después de que se encendieron las alarmas por los primeros estudios de prospectiva, la literatura, el cine y las cumbres mundiales, ¿cuál es el balance de los resultados ante las preocupaciones ambientales y qué podemos decir respecto al futuro mediano? Aquí planteamos, para el debate, algunas ideas.

Hemos hablado de múltiples desigualdades e inequidades en la salud. África destaca como el continente con menor esperanza de vida, doce años menos que Asia, que es el más próximo. Las inequidades se originan en los determinan-

tes sociales en salud. Las condiciones en que las personas nacen, crecen, se desarrollan y trabajan, como sabemos, son clave, para entender y explicar las razones del despojo que el sistema dominante hace de la salud a escala global.

En este trabajo, a través de los indicadores de salud ambiental, se muestra que el impacto del cambio climático es más alto en países con bajas emisiones de GEI, que tiene efectos locales en salud y aumenta las desigualdades. Los más vulnerables al cambio climático son los menos responsables de sus causas y efectos. Uno de los problemas de salud pública más importantes asociados al cambio climático es el riesgo a desastres hidrológico-meteorológicos y sus múltiples efectos dominó.

Cincuenta años después de la primera conferencia internacional sobre los problemas ambientales, de la publicación de *Los límites del crecimiento* y de la exhibición de la película *Cuando el destino nos alcance*, así como de los grandes avances científicos y tecnológicos, la humanidad sigue demandando atención de la salud pública afectada por los cambios globales, la prevención de enfermedades y, en general, lograr una vida (y muerte) más digna. Hace cincuenta años las amenazas y riesgo que representan el colapso climático y la crisis ambiental que no estaban en la agenda, hoy son una realidad lacerante que ha colocado a la incertidumbre como el signo del siglo XXI. La máquina productivista no ha querido hacer caso a los llamados de alerta ante las evidencias de haber puesto bajo amenazas a todas las formas de vida y de haberse superado los límites de autorregeneración del planeta en varios procesos clave. Podemos concluir, entonces, que sus preocupaciones ambientales no son tan importantes como sus procesos de acumulación, que ahora se hacen sobre la base del despojo y la destrucción de la naturaleza, es decir, de la vida.

Hemos sostenido que tendencia no es destino. Por ello, aunque todos los indicadores señalan que caminamos hacia

el desastre, reconocemos que se requiere recuperar la certeza de que el futuro, igual que el pasado, son construcciones sociales y no destinos manifiestos, y que ello requiere atender las amenazas, reducir vulnerabilidades sociales, priorizar regiones y grupos más vulnerables, trabajar localmente para anticipar los efectos dominó y prevenir los desastres, convertirnos en actores comprometidos y no solo espectadores de lo que ocurre en un modelo de desarrollo capitalista al que no se establecen límites.

Afirmamos que la salud socioambiental comprende a la vez acciones personales, la acción comunitaria ante las tendencias destructivas, una cultura para un medio de calidad sostenida, el empoderamiento de las personas en el cuidado y defensa de la salud y la reorientación de los sistemas de salud para que actúen antes de la producción de la enfermedad y la manifestación del desastre.

En estos tiempos de catástrofes, todas las apuestas sociales deben ser por la vida. Así, toda estrategia de promoción de la salud debe buscar la prevención de daños, la protección, rehabilitación y seguridad de los ambientes naturales y construidos; la conservación de los bienes naturales comunes, su aprovechamiento sostenible, y negar su mercantilización como racionalidad dominante. ☹

American Institute of Chemical Engineers, Center for Chemical Process Safety (AIChE-CCPS) (2013). *AiChE Academy Domino Effects in Process Hazard Analysis*. Recuperado de <https://www.aiche.org/ccps/conferences/ccps-china-conference-on-process-safety/2013/proceeding/paper/domino-effects-process-hazard-analysis-0>

Banco Mundial (2023). *Consumo de energía procedente de combustibles fósiles (% del total) - Latin America & Caribbean*. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/eg.use.comm.fo.zs?locations=ZJ>

Bibliografía

Bibliografía

- Britannica, The Editors of Encyclopedia (2022). *Industrial Revolution*. Recuperado de <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>
- C40 Cities, Climate Leadership Group (2015). *City Climate Hazard Taxonomy C40's classification of city-specific climate hazards*. Recuperado de <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/city-climate-hazard-taxonomy>
- California State Portal (2022). *Proposition 65 Warnings Website*. Recuperado de <https://www.p65warnings.ca.gov>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2021). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*. *Diario Oficial de la Federación*, 3(6).
- Cardona Arboleda, O.D. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos* [tesis doctoral]. España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Cortés Guardado, M.A. (2019). *Los valores de los jaliscienses, 1997-2017*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Corvalán, C. (2010). *Indicadores de Cambio Climático y Salud* [presentación Power Point]. Congreso Internacional de Salud Ambiental, Universidad de Guadalajara.
- Corvalán, C., Briggs, D. y Zielhuis, G. (2000). *Decision making in environmental health. from evidence to action*. Londres: World Health Organization y E & FN SPON.
- Cozzani, V. y Salzano, E. (2004). *The Quantitative Assessment of Domino Effects Caused by Overpressure. Part I. Probit models*. *Journal of Hazardous Materials*, 107, pp. 67-80.
- Curiel Ballesteros, A., Garibay Chávez, M. G. y Ramos de Robles, S.L. (2015a). *Jalisco, territorio vulnerable ante un clima cambiante*. En A. Curiel Ballesteros (dir.), *El clima cambiante. Conocimientos para la adaptación en Jalisco*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

- Delvosalle, Ch. (1996). *Domino effects phenomena: definition, overview and classification*. Primer Simposio Europeo sobre Efecto Dominó. Leuven, Bélgica.
- Dubos, R. (1981). Trend is not Destiny. En R. Dubos, *Celebrations of Life* (pp. 131-154). Nueva York: McGraw-Hill.
- Duignan, B. (2022). Inventors and Inventions of the Industrial Revolution. *Encyclopedia Britannica*. Recuperado de <https://www.britannica.com/list/inventors-and-inventions-of-the-industrial-revolution>
- Ehrlich, P. R. y Holdren, J. P. (1971). Impact of Population Growth. Complacency concerning this component of man's predicament is unjustified and counterproductive. *Science*, 171(3977), pp. 1212-1217.
- EM-DAT, CRED (2023). *Data* UCLouvain. Bruselas, Bélgica. www.emdat.be
- Fleischer, R. (Dir.) (1973). *Soylent Green* [Cuando el destino nos alcance] [Película]. Metro-Goldwyn-Mayer.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2004). *Estimaciones globales de las emisiones gaseosas de NH₃, NO y N₂O provenientes de las tierras agrícolas*. Recuperado de https://www.fertilizer.org/images/Library_Downloads/2004_FAO_IFA_estimacionesgaseosasNH3.pdf
- (2020). *State of Knowledge of Soil Biodiversity; Status, challenges and potentialities, Report 2020*. Roma: FAO.
- (2022). *Modelo de Evaluación Ambiental de la Ganadería Mundial (GLEAM)*. GLEAM 2.0 – Evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero y su potencial de mitigación. Recuperado de <https://www.fao.org/gleam/results/es/>
- García, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Desacatos* (19), septiembre-diciembre, pp. 11-24.
- (2018). Vulnerabilidad y desastres: génesis y alcances de una visión alternativa. En M. González y

Bibliografía

- G. Andrés (coords.), *Pobreza y vulnerabilidad: Debates y estudios contemporáneos en México* (pp. 212-239). Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Garibay Chávez, M. G. y Curiel Ballesteros, A. (2015). Vulnerabilidad de los asentamientos humanos urbanos de Jalisco. En A. Curiel Ballesteros (dir.), *El clima cambiante. Conocimientos para la adaptación en Jalisco*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Gelman, O. (1996). *Desastres y protección civil. Fundamentos de investigación interdisciplinaria*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Greenberg, S. R. (1972). *Soylent Green*. Recuperado de <https://www.scriptslug.com/assets/scripts/soylent-green-1973.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (2007). Resumen para responsables de políticas. En M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. Van Der Linden y C. E. Hanson (eds.), *Cambio Climático 2007: Impactos y vulnerabilidad* (pp. 1-115). Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hainzelin, É. (2019). Risks of Irreversible Biodiversity Loss. En S. Dury, P. Bendjebbar, E. Hainzelin, T. Giordano y N. Bricas (eds.), *Food Systems at risk: new trends and challenges* (pp. 59-62). Roma: FAO, CIRAD y European Commission.
- Harrison, H. (1966). *Make Room! Make Room! A realistic novel of life in 1999*. Nueva York: Doubleday.
- International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR) (1992). Vulnerabilidad ante desastres. *Descriptores en Ciencias de la Salud*, OPS, Biblioteca Virtual en Salud. Recuperado de <https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=34666>

- Jorrín, J. G. (27 de agosto de 2019). 160 años del primer pozo de petróleo: la locura que creó el mayor negocio del mundo. *El Confidencial*. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/economia/2019-08-27/petroleo-aniversario-primer-pozo-drake-titusville_2194691/
- Kadri, F. y Chatelet, E. (2013). Domino Effect Analysis and Assessment of Industrial Sites: A review of methodologies and software tools. *International Journal of Computers and Distributed Systems*, 2(3), pp. 1-10.
- Khan, F. I. y Abbasi, S. A. (1998). DOMIFFECT (Domino Effect): user-friendly software for domino effect analysis. *Environmental Modelling & Software*, 13, pp. 63-177. Recuperado de <https://vdocuments.mx/domi-effect-domino-effect-user-friendly-software-for-domino-effect-analysis.html?page=1>
- Kovats, R. S., Campbell-Lendrum, D. y Matthies, F. (2005). Climate change and human health: estimating avoidable deaths and disease. *Risk Analysis*, (25)6, pp. 1409-1418.
- McMichael, A. J. (2003). Global Climate Change and Health: an old story writ large. En A. J. McMichael, D. H. Campbell-Lendrum, C. F. Corvalán, K. L. Ebi, A. K. Githeko, J. D. Scheraga y A. Woodward (eds.), *Climate Change and Human Health: risks and responses* (pp. 1-17). Malta: World Health Organization.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. y Behrens III, W.W. (1972). *Los límites del crecimiento. Informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- National Oceanic And Atmospheric Administration (2022). *Carbon dioxide now more than 50 % higher than pre-industrial levels*. Recuperado de <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>
- Real Academia Española (2021). *Diccionario de la Lengua Española*. Recuperado de <https://dle.rae.es/tecnología>

Bibliografía

- Ritchie, H., Roser, M. y Rosado, P. (2020). CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. *OurWorldInData.org*. Recuperado de <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>
- Schirrmeister, B. E., Sanchez-Baracaldo, P. y Wacey, D. (2016). Cyanobacterial evolution during the Precambrian. *International Journal of Astrobiology*, 15(3), pp. 187-204. DOI: 10.1017/S1473550415000579.
- Statista (2023). *Resident population in New York from 1960 to 2022*. Recuperado de https://www.statista.com/statistics/206267/resident-population-in-new-york/?gclid=CjwKCAjwjMiiBhA4EiwAZE6jQ5-HxDX-4VlAnxE9ihfWmlBrsKppj3p7Ep8_nOBlOGmsS80cV-Qf7goxoCl7UQAvD_BwE
- United Nations (UN) (1973). *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, Estocolmo, 5 a 16 de junio de 1972*. Recuperado de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N73/039/07/PDF/N7303907.pdf?OpenElement>
- (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- (1997). *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/spanish/cop3/kpspan.pdf>
- (2004). *An Overview of International Law. Working Draft*. Recuperado de <https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2014/12/background-3.pdf>
- (2012). *Declaración de Estocolmo*. Recuperado de https://legal.un.org/avl/pdf/ha/dunche/dunche_ph_s.pdf
- (2015a). *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015*. Recuperado

- de https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- (2015b). *Acuerdo de París*. Recuperado de https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/spanish_paris_agreement.pdf
- (2022a). *Day of 8 Billion*. Recuperado de <https://www.un.org/en/dayof8billion#:~:text=Day%20of%20Eight%20Billion&text=While%20it%20took%20the%20global,the%20global%20population%20is%20slowing>
- (2022b). *UNdata*. Recuperado de <https://data.un.org/>
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) (2017). *Terminología del Marco de Sendai sobre la Reducción del Riesgo de Desastres*. Recuperado de <https://www.undrr.org/terminology>
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En A. Maskrey (comp.), *Los desastres no son naturales* (pp. 11-44). Bogotá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- World Health Organization (WHO) (2021). *Cambio Climático y Salud*. Recuperado de https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1