

Programa de Formación para el desarrollo de capacidades en
cambio climático con enfoque en Adaptación basada en
Ecosistemas para el sector turismo en México

1. Módulo introductorio:
Turismo, cambio climático y soluciones naturales

Lección 1.4:
Rebasando las Fronteras Planetarias: Cambio climático y Biodiversidad

RESUMEN

El planeta está cambiando

Las civilizaciones se desarrollaron gracias a las condiciones físicas y biofísicas del planeta bajo las que surgieron. Estas condiciones, en conjunto, mantienen la integridad de la biósfera y del sistema Tierra, contar con ellas forman parte de nuestro estado deseable del planetaⁱ:

- Clima estable
- Biodiversidad intacta
- Suficientes nutrientes (sin sobrecarga)
- Capa protectora de ozono
- Ausencia de contaminantes
- Agua limpia y suficiente
- Suelos estables y fértiles
- Ausencia de acidificación en agua y suelos

No obstante, la actividad humana ha generado impactos negativos en todas estas condiciones. A lo largo de varias décadas de actividad humana intensa y acelerada, hemos modificado prácticamente toda la superficie del planeta de manera drástica, profunda y, en ocasiones, irreversible. No solo nos estamos alejando de la relativa estabilidad climática del Holoceno, sino que hemos afectado gravemente los procesos clave del sistema Tierra provocando un cambio que se extiende mucho más allá de los cambios relacionados con el clima.

La rápida y profunda transformación que la humanidad ha generado sobre el sistema planetario a partir de la revolución industrial no tiene precedentes. Se han generado los desafíos más grandes que haya tenido la historia del ser humano; como el cambio climático y la pérdida de la integridad de la biósfera. Es la primera vez en la historia de la Tierra que una sola especie —el Homo sapiens— ha tenido un impacto tan poderoso sobre el Planetaⁱⁱ.

Este cambio a nivel planetario es conocido como **“cambio global”**. El cambio global comenzó a acelerarse en el comienzo de los años '50, periodo que conocemos como la **“Gran Aceleración”**

La Gran Aceleración de 1945-1950 es el periodo en el que la actividad económica y los impactos humanos comenzaron a incrementarse exponencialmente a escala global como consecuencia de un crecimiento humano exponencial impulsado por la lógica económica y sostenida por el uso masivo de recursos naturales, particularmente del uso excesivo de recursos fósiles.

Cambio (ambiental) global

El concepto de cambio global hace referencia al conjunto de cambios y transformaciones a gran escala producto de las actividades antropogénicas y que afectan a nuestro planeta. A lo largo del último siglo, los componentes biofísicos (atmósfera, océanos, recursos hídricos, suelos, biodiversidad, entre otros) se han visto alterados como consecuencia de la intensificación de las actividades antrópicas. Estas últimas han actuado como una importante fuerza con impactos a escala geológica, y por tanto nuestro tiempo ha sido reconocido como la Era del Antropoceno.

Las actividades antropogénicas derivadas del crecimiento de la población humana y sus demandas por recursos han generado cambios en el uso de los suelos y de energía, y en el aumento de contaminantes. Esto ha creado un desequilibrio en el ciclo natural de elementos como el carbono, nitrógeno, fósforo, entre otros, es decir, se han modificado los grandes ciclos biogeoquímicos. Esto altera el funcionamiento de los ecosistemas, que ya están bajo la presión de otros impactos antropogénicos como la deforestación, extinción de especies y contaminación, entre otros. La movilización de C y N desde la corteza terrestre a la atmósfera actualmente ha aumentado entre 13 y 37 veces si se compara con las fuentes naturales geológicas en el período preindustrial. Estos impactos sobre el sistema biofísico generan una cadena de impactos en los sistemas biológicos, como ecosistemas, comunidades y/o con efectos también en los sistemas socioeconómicos.

Fronteras planetarias

En este escenario, Rockström y colaboradores identificaron fronteras planetarias o umbrales críticos para procesos clave del cambio global del sistema Tierra que, al ser superados, dan lugar a cambios ambientales insostenibles, algunos irreversibles. Este enfoque identifica nueve áreas ambientales donde las transgresiones nos están conduciendo a cambios que podrían sacar irreversiblemente a la biosfera de las condiciones estables que caracterizaron al Holoceno. A su vez, las fronteras planetarias representan las nueve prioridades globales relacionadas con los cambios inducidos por los seres humanos en el medio ambienteⁱⁱⁱ. Estos límites, que se han determinado gracias a décadas de investigación científica y como resultado de las fuertes evidencias de su existencia y de sus consecuencias, son:

1. cambio climático
2. acidificación de los océanos
3. el agotamiento del ozono estratosférico
4. el ciclo del fósforo y del nitrógeno
5. el uso mundial del agua dulce
6. contaminación por aerosoles atmosféricos
7. la contaminación química

8. pérdida de la integridad de la biósfera
9. el cambio en el uso de la tierra

Actualmente, sabemos que estos nueve procesos y sistemas regulan la estabilidad y la resistencia del Sistema de la Tierra: las interacciones de la tierra, el océano, la atmósfera y la vida que juntas proporcionan las condiciones de las que dependen nuestras sociedades. Cuatro de nueve límites planetarios se han cruzado como resultado de la actividad humana: cambio climático, pérdida de integridad de la biosfera, cambios en el uso del suelo y ciclos biogeoquímicos alterados (fósforo y nitrógeno). Además, dos de estos, el cambio climático y la integridad de la biosfera, son lo que la comunidad científica llama "límites centrales", pues una alteración significativa de ellos conduciría al Sistema de la Tierra a un nuevo estado. Estamos más allá de la zona de incertidumbre en la frontera de la integridad de la biósfera. Esto se debe a la pérdida de biodiversidad sin precedentes y a que es imposible saber exactamente cuáles serían las consecuencias para los humanos de las extinciones en masa^{iv}.

Cambio Climático Global

El cambio climático es el término que define un cambio en el estado del clima que puede identificarse mediante cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas o más^v. Según el último informe sobre cambio climático AR5 del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), la influencia humana en el sistema climático es clara. Las emisiones continuas de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), causan el calentamiento del sistema climático y otros cambios en todos sus componentes. En los últimos 800,000 años, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado a niveles sin precedentes. La principal contribución proviene del aumento en la concentración de CO_2 en la atmósfera que se ha producido desde 1750, durante los inicios de la Era Industrial.

Una fuente importante de carbono es la combustión de combustibles fósiles. En las últimas décadas, la humanidad ha utilizado enormes cantidades de combustibles fósiles –petróleo, gas natural y otros hidrocarburos– que tardaron entre cientos de miles a varios millones de años en formarse. Estos hidrocarburos habían estado almacenados en depósitos sedimentarios sin que el carbono, que forma parte de su composición, entrara en la dinámica del ciclo de carbono por un periodo bastante considerable, de entre cientos de miles y varios millones de años, dependiendo del origen de cada yacimiento y de su respuesta a los periodos glaciares/interglaciares. Asimismo, los cambios en la cubierta terrestre por deforestación y degradación de ecosistemas también modifican significativamente la concentración de CO_2 en la atmósfera, pues con estos procesos, el carbono almacenado en suelos y biomasa arbórea es liberado hacia la atmósfera. Actualmente la concentración es de 413 ppm, mientras que el aumento de la temperatura media global es de 1.9°C desde el año 1880^{vi}.

Tenemos un conocimiento amplio sobre los impactos del cambio climático en las poblaciones humanas en aspectos como la salud, seguridad, bienestar, seguridad alimentaria y pobreza,

además de los daños derivados de la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos. Esta información ha sido documentada por investigadores en todo el mundo, y principalmente concentrada y compartida a través de los reportes del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC; IPCC, por sus siglas en inglés). Particularmente, los impactos diferenciales del cambio climático y la seguridad alimentaria han atraído mucha atención en las últimas décadas. Es probable (arriba del 66% de probabilidad^{vii}) que los países con economías emergentes con alta población y una mayor tasa de aumento de la población sufran sustancialmente por el cambio climático en términos de seguridad alimentaria y medios de vida^{viii}. Es probable también que las personas pobres de los países en desarrollo se vean más afectadas debido a su dependencia de sectores sensibles al clima como la agricultura, la silvicultura y la pesca. Aún más, estos grupos de personas son más vulnerables a los desastres y los eventos extremos que surgen debido al cambio climático.

Pérdida de la Integridad de la Biósfera

Los cambios en la biodiversidad pueden tener grandes consecuencias de largo alcance para el sistema de soporte vital de la Tierra. Los servicios ecosistémicos, como producción de alimentos, regulación del clima, suelos fértiles, provisión de alimentos, medicamentos, secuestro de carbono, etc., pueden verse gravemente afectados debido a los cambios en la biodiversidad.

Existen muchas causas de la degradación de ecosistemas, como contaminación ambiental, cambio climático, extracción excesiva de recursos hídricos, maderables y mineros, o una combinación peligrosa de las mismas. Todas deterioran y fragmentan los ecosistemas, transformándolos en diferentes estados sucesionales (bosques secundarios), en donde se ve una reducción en las poblaciones y las interacciones biológicas, y por consiguiente un declive importante en la provisión de servicios ecosistémicos. De entre los diferentes impactos que las actividades humanas generan, bajo un sistema económico defectuoso, la deforestación y el cambio de uso de suelo, son las más graves^{ix}. Estos llevan a la pérdida de ecosistemas de tajo, a diferencia de los demás impactos, que provocan la desaparición paulatina de los ecosistemas. Esta pérdida se debe principalmente a procesos generalizados de expansión de la mancha urbana, establecimiento de vías de comunicación, la construcción de presas y el crecimiento desmedido de zonas agropecuarias. Cuando se eliminan ecosistemas completos, se termina con todo de una vez. Esto significa la extinción de prácticamente todas las especies a nivel local, plantas, animales, hongos, protistas, bacterias del suelo, etc., y la pérdida total de las interacciones biológicas y la provisión de servicios ecosistémicos que se prestaban localmente y a distancia, como alimentos, suelos fértiles, agua y aire limpios, reducción de riesgos climáticos, diversidad genética y recursos del bosque. Estas catástrofes ecológicas a nivel local son un proceso generalizado a nivel mundial, que, en suma, son la principal causa directa de la crisis ecológica.

Investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Stanford calcularon que las extinciones se están moviendo demasiado rápido para que la evolución de la vida se mantenga en el planeta^x. Eso significa que la acción humana está interrumpiendo los ciclos naturales de la evolución que afectan a la biodiversidad global. En el estudio hablan de una “defaunación catastrófica” para los diferentes ecosistemas del planeta y advierten que la sociedad

no está prestando suficiente atención a estas señales del preludio de una extinción global de los animales. Esta extinción masiva tendrá numerosas consecuencias ecológicas, económicas y sociales, señalan, ya que la alimentación, el aire y el agua están en riesgo de resultar peligrosamente impactados. Precisan que la reducción del número de animales y de la diversidad biológica implica la pérdida de actividades cruciales para la vida que ofrecen los ecosistemas, como la polinización de las abejas, el control natural de pesticidas o la purificación del agua. Además, altera las redes ecológicas de las que se benefician todos los seres vivos, provocando un efecto cascada.

“La biodiversidad está en crisis”, se afirma en el último reporte: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial Seis (Sixth Global Environment Outlook, GEO-6) de las Naciones Unidas^{xi}. Existe evidencia bien establecida que indica una disminución irrevocable y continua de la diversidad genética y de especies, y la degradación de los ecosistemas a escala local y global. Si las presiones antropogénicas sobre la biodiversidad continúan sin cesar, corremos el riesgo de precipitar un sexto evento de extinción masiva en la historia de la Tierra, con profundos impactos en la salud y la equidad humanas. Las siguientes son algunas de las principales conclusiones del GEO-6:

Las presiones críticas sobre la biodiversidad son bien reconocidas. La biodiversidad está siendo erosionada por el cambio en el uso de la tierra, la explotación directa, el cambio climático, la contaminación y las especies exóticas invasoras. Si bien la pérdida y transformación del hábitat es probablemente la presión actual más importante, el cambio climático puede ser la presión futura más importante.

Factores recientemente reconocidos y agravantes se suman a las presiones sobre la biodiversidad. La producción de energía, la extracción de recursos, el comercio y la caza furtiva de vida silvestre, los desechos químicos y los plásticos en el medio marino son factores que exacerban la disminución de la biodiversidad.

Las poblaciones de especies están disminuyendo y las tasas de extinción de especies están aumentando. En la actualidad, se considera que el 42 % de los invertebrados terrestres, el 34 % de los invertebrados de agua dulce y el 25 % de los invertebrados marinos están en riesgo de extinción. Entre 1970 y 2014, la abundancia de las poblaciones mundiales de especies de vertebrados se redujo en promedio en un 60 % (bien establecido). También se ha documentado una drástica disminución de la abundancia de polinizadores.

La pérdida de biodiversidad tiene consecuencias para la salud humana y la equidad. La biodiversidad contribuye positivamente a la salud y el bienestar humanos. Los medios de vida de más del 70 por ciento de la población mundial que vive en la pobreza dependen en cierta medida de los recursos naturales y más del 80 por ciento de la biodiversidad mundial se encuentra en los territorios tradicionales de los pueblos indígenas. El agotamiento de este capital natural, por lo tanto, afectará desproporcionadamente a las personas menos capaces de compensar las pérdidas y reducir las opciones para las generaciones futuras.

La pérdida de biodiversidad reduce la resiliencia del ecosistema y aumenta la vulnerabilidad a las amenazas, incluidos los impactos negativos del cambio climático. A escalas locales, es probable que los ecosistemas con mayor biodiversidad sean más productivos y estables en el tiempo.

No hay desaceleración en la tasa de disminución de la población de especies a nivel mundial. El aumento en los riesgos de extinción de especies a través del tiempo está bien establecido, y no hay desaceleración en la tasa de disminución de la población a nivel mundial.

Enlaces de Interés:

Nombre	Descripción	Enlace
Los 9 límites que mantienen a la Tierra en equilibrio. BBC Mundo	Un grupo internacional de científicos del Centro de Resiliencia de Estocolmo publicaron un estudio en 2009 que definió nueve límites interconectados que son determinantes para mantener la estabilidad del planeta.	www.youtube.com/watch?v=ETHXpdx-blo
CliMitología	Podcast del Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM. Derribando mitos comunes del cambio climático.	www.youtube.com/watch?v=_PguOSdRcOg
Panel Intergubernamental de Cambio Climático	Sitio web del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), creado para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.	www.ipcc.ch/languages-2/spanish/
El mundo vulnerable ante el cambio climático	Programa de la Universidad Autónoma de México en donde diversos especialistas profundizan sobre la vulnerabilidad al cambio climático del mundo y particularmente en México.	www.youtube.com/watch?v=JV9XY7NqqpY&t=1242s

Referencias:

ⁱ <https://theanthropocenedashboard.com/planetary-boundaries/>

ⁱⁱ WWF (2018). Informe Planeta Vivo - 2018: Apuntando más alto - Resumen. Grooten, M. y Almond, R.E.A.(Eds). WWF, Gland, Suiza.

ⁱⁱⁱ "Welcome to the Anthropocene", con información del Stockholm Resilience Centre, 2015.
www.anthropocene.info/planetary-boundaries.php

^{iv} Pérdida de biodiversidad: ¿por qué es una preocupación y cuáles son sus causas? Parlamento Europeo.
www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20200109STO69929/perdida-de-biodiversidad-por-que-es-una-preocupacion-y-cuales-son-sus-causas

^v IPCC, (2014). Annex II. Glossary. From: 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 (AR5) [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

^{vi} <https://climate.nasa.gov/>

vii Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers, 2010: Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <http://www.ipcc.ch>

viii Sonak, S. (2020). Global environmental change: an overview.
https://www.researchgate.net/publication/237397268_Global_environmental_change_an_overview

ix Challenger, A., R. Dirzo et al. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 37-73

x Ceballos, G., Ehrlich, P. R., & Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the national academy of sciences*, 114(30), E6089-E6096.

xi UN Environment, (2019). Global Environment Outlook Geo-6 Healthy Planet, Healthy People