

## CAPÍTULO 1: CONTEXTO INTRODUCTORIO

Los ecosistemas constituyen entidades complejas, en donde las interacciones y condicionamientos entre factores bióticos y abióticos determinan la emergencia de fenómenos y estados estacionarios, cuya permanencia depende de los contextos e intensidades de dichas interacciones. Tal es el caso del cambio climático, fenómeno altamente variable e influenciado por multitud de factores, y a la vez impulsor de otros procesos y fenómenos en todas las escalas.

La comprensión precisa del concepto y los procesos relacionados con el cambio climático requiere del conocimiento de los ciclos biogeoquímicos de la biósfera, que condicionan los procesos fundamentales de la vida. En términos sencillos, el cambio climático que nos afecta en la actualidad es simplemente la consecuencia de la alteración de dichos ciclos y sus efectos en el funcionamiento y procesos de la multitud de ecosistemas que se integran para conformar la biósfera. Recordemos que los ciclos biogeoquímicos son procesos complejos y caóticos, los cuales, por la propiedad de los sistemas complejos adaptativos, tienden a un estado de orden o equilibrio estacionario en el espacio y en el tiempo. Ello ocurre siempre y cuando la magnitud y fluctuaciones de la multitud de variables que determinan los cambios se mantengan en rangos dentro de los cuales la capacidad amortiguadora del sistema pueda regular tales variaciones, sin que ocurran cambios en el funcionamiento y procesos de los ciclos del carbono, nitrógeno, oxígeno y agua, principalmente.

Los factores ecológicos que determinan el cambio climático, actúan conjuntamente, como una totalidad, en la que sus interacciones —global, regional y localmente— son los que provocan las condiciones del ‘tiempo meteorológico’, esto es, la emergencia resultante de tales interacciones.

El clima, de acuerdo con el IPCC (2007), se define como:

...el “tiempo promedio”, o más rigurosamente, la descripción estadística en términos del promedio y la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante un período de meses a miles o millones de años. El período clásico es de 30 años, según lo definido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Estas cantidades son a menudo variables de superficie, tales como temperatura, precipitación y viento. El clima en un sentido más amplio es el estado, incluyendo una descripción estadística, del sistema climático (IPCC, 2007: p.942).

El fenómeno del cambio climático se refleja precisamente en las variaciones y tendencias de los elementos o factores que lo determinan, a lo largo de períodos largos (30 años o más), modificando el estado de equilibrio inicial, y creando condiciones para que el funcionamiento de los ciclos se altere, al punto de modificar las condiciones de equilibrio que normalmente caracterizan el sistema climático.

A pesar de que el fenómeno del cambio climático es un hecho real, ampliamente discutido y comprobado por innumerables científicos y tecnólogos de las más variadas disciplinas, el hecho de no ser perceptible en el corto plazo y no afectar la inmediatez de la gran mayoría, aunado al desconocimiento generalizado de la sociedad acerca del sistema climático y su papel preponderante en la biósfera del planeta, ha conducido a que un porcentaje significativo de la población mundial no crea que tal fenómeno está sucediendo. Más aún, algunos lo consideran inexistente, argumentando que las variaciones que ocurren a lo largo del tiempo en las condiciones climáticas son procesos naturales que han ocurrido durante cientos de miles de años. Peor todavía, ciertos grupos de la sociedad lo niegan rotundamente, considerándolo un engaño por parte de algunos sectores científicos y académicos, con el objeto de justificar proyectos de investigación que de otra manera no tendrían asidero empírico. A esto se agrega el cabildeo realizado por numerosas empresas multinacionales relacionadas con la energía fósil, las cuales ven amenazadas sus ganancias y su hegemonía, ante los argumentos y directrices que ofrecen los defensores del cambio climático –en relación con la imperiosa necesidad de implantar la generación de energías renovables– como única opción para reducir o detener el incremento de las temperaturas en el globo, la acidificación de los océanos, el derretimiento de los casquetes polares y la nefastas consecuencias que estos procesos tendrían sobre la biodiversidad y la vida misma en la Tierra.

### **1.1 La ciencia y la tecnología del cambio climático**

Los avances de la ciencia nos han permitido conocer con gran detalle, en la mayoría de los casos, todos los factores ecológicos naturales, incluyendo la génesis, rasgos característicos y procesos dinámicos que determinan el cambio climático. Algunos de los procesos determinantes explicados por la ciencia incluyen:

- Los fenómenos de la órbita terrestre y sus oscilaciones cíclicas, incluyendo la excentricidad, precesión e inclinación del eje de rotación del planeta (ciclos de Milankovitch).
- La radiación solar y sus fluctuaciones debidas a latitud, altitud y condiciones de la atmósfera (transparencia o turbidez), así como de la aparición periódica de las manchas solares cada 11 años.
- Los gradientes de temperatura y el ciclo del H<sub>2</sub>O a través del océano, atmósfera y ecosistemas terrestres.
- La configuración y características de las masas continentales y su dinámica (tectónica de placas y vulcanismo).
- Los flujos de energía y reciclaje de materia que mantiene en funcionamiento la vida en los ecosistemas (cadenas tróficas e interacciones intra e interespecíficas).
- El efecto invernadero, fenómeno que hace posible la existencia de una atmósfera con una temperatura adecuada para la vida, está sufriendo graves alteraciones causadas por la creciente emisión de CO<sub>2</sub> y otros gases desde hace 250 años, modificando la composición de la atmósfera y al mismo tiempo atrapando la radiación infrarroja y provocando el incremento progresivo de la temperatura atmosférica. El resultado final es lo que conocemos como *cambio climático*.
- La actividad antropogénica, cuya intensidad se ha magnificado en los últimos 70 años, la cual es responsable de:
  - ✓ las alteraciones de los ciclos naturales de energía, debido al uso desmedido de energía fósil y la consecuente emisión de gases de efecto invernadero,
  - ✓ la implantación de los agroecosistemas (agricultura),
  - ✓ la transformación de materiales y recursos, que luego se convierten en residuos contaminantes y polución ambiental,
  - ✓ la transformación y fragmentación de hábitats, y
  - ✓ el continuo crecimiento de los centros urbanos.
- El ciclo biogeoquímico del carbono ha sido lo suficientemente estudiado, determinándose la dinámica, el balance y los depósitos o sumideros que funcionan en su tránsito permanente a través de la biósfera. Como componente esencial de las moléculas orgánicas

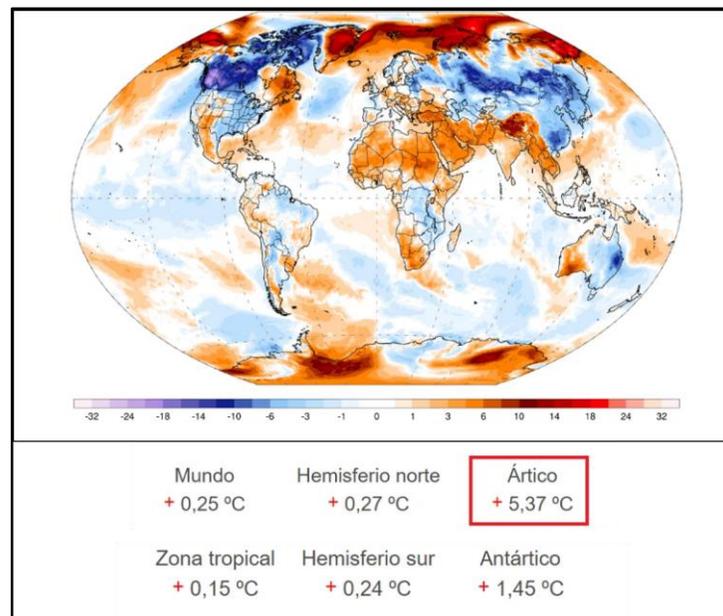
y de la vida, el carbono determina el funcionamiento del resto de los ciclos biogeoquímicos, especialmente el nitrógeno, y se acumula en el suelo (como materia orgánica), en la biomasa (especialmente los bosques) y en los océanos (tanto por la fotosíntesis como en los depósitos sedimentarios en el fondo).

Todos estos aspectos han sido ampliamente estudiados y analizados por los científicos y académicos en sus diferentes escalas espacio-temporales, utilizando la información científica disponible y mediante sofisticados modelos de computación, cuya interpretación permite integrar conocimientos y tendencias para simular la realidad y poder hacer alertas, previsiones, proyecciones (que no predicciones) prospectivas y retrospectivas, relacionadas con el sistema climático, con un alto grado de precisión y exactitud.

Por ejemplo, la Figura 1 muestra las variaciones anómalas de la temperatura (por encima de los valores promedio anuales a dos metros por encima del nivel del suelo).

### Figura 1.

*Anomalías previstas de la temperatura del aire a 2 m. frías/cálidas en tonalidades azules/rojas, respectivamente, a fecha de 1 de diciembre de 2022 en grandes zonas terrestres*



Fuente: ClimateReanalyzer.org<sup>1</sup>

<sup>1</sup> [https://climatereanalyzer.org/reanalysis/monthly\\_maps/](https://climatereanalyzer.org/reanalysis/monthly_maps/)

Aun cuando las técnicas y métodos de modelaje a través de la simulación y la construcción de escenarios demuestran ser útiles en el estudio del clima, cada uno es elaborado bajo premisas específicas y con objetivos particulares, lo que dificulta la integración y explicación de los complejos procesos y variables que determinan el clima. Empero, los avances computacionales y el manejo integral de grandes cantidades de datos están logrando una integración y conciliación cada vez mayor entre las diversas metodologías e instituciones que se dedican al modelaje y la proyección del clima.

Al mismo tiempo, los avances de la ecología y sus numerosas disciplinas, han caracterizado los componentes bióticos, abióticos y sus interacciones que conforman el ecosistema, así como las variaciones o cambios que ocurren en el tiempo y en el espacio. Por ejemplo, las variaciones en las densidades de población, en los hábitats, las migraciones, e incluso las extinciones de las especies que componen la biodiversidad, constituyen elementos de análisis que se incorporan a los modelos de predicción del sistema climático, permitiendo llegar a conclusiones cada vez más precisas acerca del estado de salud o deterioro de los ecosistemas y ecorregiones, producto de las fluctuaciones del clima.

### **1.2 Implicaciones para la ecología humana y social**

Pero por encima de todo esto, están los efectos producidos por la inmensa población de seres humanos (~8.100 millones al 31/04/2023)<sup>2</sup> que utilizan los recursos naturales bióticos y abióticos que proveen los ecosistemas. Al utilizarlos, modifican y alteran sus procesos, incluso hasta llegar a su completa degradación o agotamiento, acelerando los cambios naturales en los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas. Este efecto antropogénico es el que ha determinado en gran medida los desencadenantes de los cambios en el sistema climático global. Sin embargo, los seres humanos, en la generalidad de los casos –incluyendo los políticos y economistas, e incluso algunos científicos, interesados en el tema–, no son capaces de internalizar fácil y rápidamente el grave problema que implica su estilo de vida y sus acciones para los ecosistemas y, consecuentemente, para el cambio climático. Las razones para esta situación, según Urbina (2006), incluyen:

- La baja visibilidad del cambio global.
- La extrema dilación en evidenciarse la relación causa-efecto.

---

<sup>2</sup> <https://www.un.org/es/global-issues/population>

- La psicofísica de los eventos de baja probabilidad.
- La distancia social entre actores y víctimas del cambio ambiental.
- El bajo índice subjetivo de costo/efectividad de la conducta protectora del ambiente.

De la revisión de los diversos autores que han abordado la dimensión psicosocial del cambio climático, se desprende que nuestro comportamiento frente al cambio climático se basa en la forma cómo percibimos el fenómeno y las teorías y predicciones acerca de la realidad. La percepción representa el proceso psicológico por el que la gente reúne información del medio y le da sentido a su mundo, un aspecto de la individualidad del ser humano, de por sí complejo y cambiante, que desde el punto de vista de la ecología humana tiene grandes implicaciones en las estrategias y acciones que se plantean ante el problema del cambio climático. En algunas sociedades del primer mundo se ha desarrollado progresivamente un cierto nivel de conciencia del problema global del cambio climático, aun cuando el nivel de comprensión científica es escaso. En la mayor parte del mundo, sin embargo, el nivel de conciencia acerca del tema es mucho menor.

### 1.3 La percepción y conciencia acerca del cambio climático

En relación con la comprensión del público acerca de la ciencia relacionada con el cambio climático, Whitmarsh (2009) señala la creciente conciencia acerca del cambio climático y el efecto invernadero, a un grado tal que sólo 1% del público desconoce estos términos o no ha oído hablar de ellos. Similarmente, parece existir conciencia de las causas antropogénicas y su impacto sobre el clima, siendo capaces de identificar espontáneamente factores tales como la destrucción de los bosques y las emisiones de carbono por el transporte y las plantas generadoras de electricidad como contribuyentes del cambio climático. Sin embargo, existen diferencias cualitativas y cuantitativas en la percepción de los conceptos “cambio climático” y “calentamiento global”, destacando una mayor preocupación por el calentamiento global, aun cuando existen concepciones erradas acerca del mismo. Por ejemplo, la destrucción de los bosques se asocia más con la provisión de oxígeno que con las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El impacto del problema del cambio climático es percibido mayormente en el ámbito global, en comparación con los impactos en el nivel local o individual. Ello puede explicarse por el uso indiscriminado e inconsistente de ambos términos como sinónimos en la divulgación científica que realiza la prensa en general (periódicos, radio, TV, medios sociales), así como por la divulgación de visiones y opiniones, algunas veces segadas, orientadas a enmarcar el problema en función de intereses particulares. Al respecto, Hansen *et al.* (2012) consideran que, ante las

evidentes variaciones de la temperatura que experimentan comunidades e individuos y que dejan evidencias tangibles –como las muertes ocurridas por las intensas olas de calor o de frío ocurridas en los últimos 10 años–, es sólo recientemente que hay un creciente interés y preocupación ciudadana por los impactos del cambio climático. De allí la importancia de reorientar y enmarcar el tratamiento que se le da a este problema en los medios masivos, de manera de desarrollar una percepción adecuada y suficientemente informada acerca de lo trascendental de las consecuencias del cambio climático.

Sirva como ejemplo el estudio de Han y Ahn (2020), quienes abordaron la comprensión y las respuestas de un grupo de jóvenes activistas al cambio climático. Con base en discursos, documentos y sitios web de jóvenes activistas, entre ellos Greta Thunberg y sus asociados en Europa, los autores identificaron a los personajes de la narrativa del cambio climático como '*héroes, villanos y víctimas*'. Las víctimas son la Tierra, el ecosistema, las generaciones más jóvenes, los grupos marginados y los estados débiles; los héroes se refirieron a las generaciones más jóvenes, la ciencia del clima y los estados reformados; los villanos son las generaciones mayores, los medios de comunicación, la industria de los combustibles fósiles y los estados soberanos.

Un amplio estudio de los adultos estadounidenses (n=1.540), realizado por Kahan *et al.* (2011), encontró que la mayoría de los sujetos más educados, aritmética y científicamente, eran menos probables de ver el cambio climático como una amenaza, en comparación con los menos educados. Más importante aún, una mayor cultura científica y matemática se asoció con una mayor polarización cultural: los encuestados predispuestos por sus valores a desestimar la evidencia del cambio climático fueron más despectivos, y aquellos predispuestos por sus valores a dar crédito a la evidencia se mostraron más interesados, en la medida que aumentó la alfabetización de la ciencia y las matemáticas. Los autores sugieren que esta prueba refleja un conflicto entre dos niveles de racionalidad: el nivel individual, que se caracteriza por el uso eficaz de los ciudadanos de sus conocimientos y capacidades de razonamiento para formar una percepción de riesgo que expresan sus compromisos culturales; y el nivel colectivo, que se caracteriza por la insuficiencia de los ciudadanos a converger en la mejor evidencia científica disponible sobre la manera de promover su bienestar común.

Acabar con esta "Tragedia de los comunes"<sup>3</sup> en la percepción del riesgo, debe entenderse como el objetivo central de la ciencia de la comunicación y la divulgación científica. Otro estudio relacionado con el anterior (Kahan *et al.* 2012) encontró que los miembros del público con los grados más altos de alfabetización científica y capacidad de razonamiento técnico no eran los más preocupados por el cambio climático. Más bien, eran aquellos entre quienes la polarización cultural era mayor. Estos resultados sugieren que las controversias públicas sobre el cambio climático no se derivan de la incomprensión de la ciencia por parte del público, sino de un conflicto de intereses distintivo: entre el interés personal que tienen los individuos en formarse creencias en línea con las de otros con quienes comparten vínculos estrechos; y el interés colectivo, uno que todos comparten al hacer uso de la mejor ciencia disponible para promover el bienestar común.

En los años recientes, se ha desarrollado una explicación convencional para la controversia sobre el cambio climático, que pone de relieve los obstáculos a la comprensión del público: un conocimiento limitado de la ciencia popularizada a través de los medios, la incapacidad de los ciudadanos comunes para evaluar la información técnica, y el uso generalizado de la heurística cognitiva resultante, no confiable para evaluar el riesgo. Petrescu-Mag *et al.* (2022), al analizar dos grupos (de Bélgica y de Rumania) evidenció similitudes y diferencias de puntos de vista entre los dos grupos de participantes con respecto a seis temas de cambio climático. Surgieron percepciones divergentes entre belgas y rumanos, por ejemplo, dentro del tema "Los héroes, villanos y víctimas del cambio climático". Así, mientras que los belgas consideraban a todas las personas, incluidos ellos mismos, responsables del cambio climático, los rumanos culpaban principalmente a otros, como las grandes empresas, los gobiernos y los consumidores. Además, ambos grupos afirmaron que el cambio climático existía, pero a diferencia de los belgas, los rumanos expresaron que el cambio climático se usaba a menudo como un tema exagerado y politizado. El análisis resalta que las percepciones sobre las causas y los impactos del cambio climático son construcciones sociales con un alto grado de variabilidad entre y dentro de los diferentes grupos y países.

---

<sup>3</sup> La **Tragedia de los comunes** (en inglés *Tragedy of the commons*) es un dilema metafórico descrito por Garrett Hardin en 1968, y publicado en la revista *Science* (v.162:1243-1248), que describe una situación en la cual varios individuos, motivados sólo por el interés personal y actuando independiente pero racionalmente, terminan por destruir un recurso compartido limitado (el común) aunque a ninguno de ellos, ya sea como individuos o en conjunto, les convenga que tal destrucción suceda.

Muy recientemente, el Fondo Monetario Internacional (Dabla-Norris *et al.*, 2023) publicó los resultados de una encuesta a más de 30.000 informantes alrededor del mundo, en la cual una abrumadora mayoría del público ve el cambio climático como una amenaza inmediata y reconoce que la reducción de emisiones es una prioridad máxima. Desafortunadamente, muchas personas dicen que ya están siendo afectadas directamente por el cambio climático, incluso en la región de Asia y el Pacífico, lo que denota la urgencia de este desafío. Adicionalmente, el cambio climático es un objetivo común que solo se puede lograr si todos los países trabajan juntos. La encuesta muestra también que existen grandes lagunas en el conocimiento y el apoyo del público a las políticas clave. Y en muchos países, una gran parte de la población desconoce los compromisos nacionales para reducir las emisiones que han asumido los gobiernos respectivos.

### 1.4 La agenda política alrededor del cambio climático

La relevancia e impacto del cambio climático ha generado igualmente una agenda política en todos los ámbitos (regional, nacional y global), con activa participación de los organismos multilaterales y no gubernamentales, además de los gobiernos nacionales. Dicha agenda, a menudo heterogénea, incluye tanto las visiones y opiniones basadas en el consenso científico actual (el cual analizaremos más adelante), adelantado con gran éxito por el IPCC<sup>4</sup>, como la de los escépticos que, por diversas causas, cuestionan tal consenso y consideran que el cambio climático no existe ni representa una amenaza para la humanidad.

Dentro del conjunto de organismos multilaterales, no gubernamentales y gobiernos nacionales se discute intensamente y se intenta conciliar las opiniones y hallazgos científicos y técnicos con las realidades ecológicas, económicas, sociales y políticas imperantes en cada nación y/o región, emergiendo una política del cambio climático que, hasta la fecha, y desde hace 20 años, no termina de definirse, mucho menos aplicarse.

En los últimos 70 años se han establecido casi un centenar de acuerdos o convenios internacionales multilaterales relacionados con el medio ambiente, siendo la *Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas – CMUNCC* (UNFCC, por sus siglas en inglés) establecida en 1992 y vigente desde 1994, uno de los más importantes y significativos. El objetivo final de esta Convención y cualquier otro instrumento jurídico relacionado que la Conferencia de

---

<sup>4</sup> El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) se creó en la asamblea general de las Naciones Unidas en diciembre de 1988, cuya tarea inicial fue preparar una revisión integral y recomendaciones con respecto al estado del conocimiento de la ciencia del cambio climático y su impacto social y económico

las Partes pueda adoptar es lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático<sup>5</sup>.

Ese nivel debe alcanzarse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, para garantizar que la producción de alimentos no se vea amenazada y para permitir que el desarrollo económico avance de manera sostenible.

—0—

En este libro se tratarán diversos temas relacionados con el sistema climático y los cambios, algunas veces abruptos, que están teniendo lugar en la biósfera. De manera especial se describirá sucintamente un panorama general del proceso, los conceptos científicos que subyacen desde los puntos de vista meteorológico, ecológico y ecosistémico, las visiones y controversias alrededor del fenómeno, sus relaciones con los sectores energía, biodiversidad, agua, agricultura, bosques y océanos. Se identifican también los mitos (argumentos infundados y negación de la evidencia científica) y realidades que han surgido sobre el tema en la comunicación y tratamiento en los medios de comunicación masiva (periódicos, TV, radio, internet). De la misma manera, se analiza el impacto del cambio climático en los principales aspectos relacionados con los recursos naturales y los ecosistemas. Al final se tratan las implicaciones sociales y económicas de las políticas relacionadas con el cambio climático.

---

<sup>5</sup> De acuerdo con el texto del convenio marco:

[https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf)