

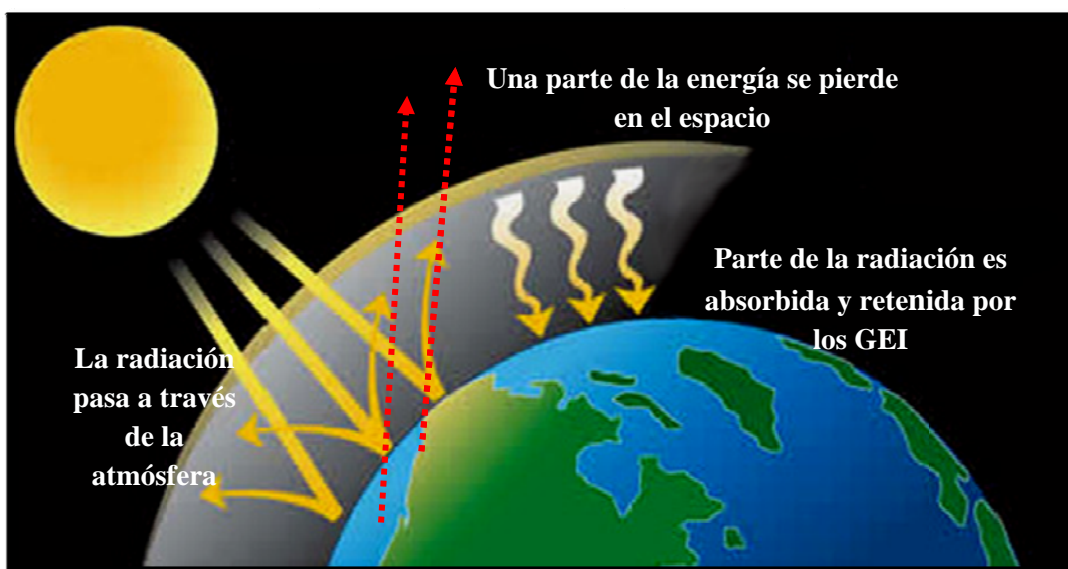
# Capítulo 1. El Cambio Climático

## 1.1. El origen

La atmósfera de nuestro planeta está constituida por una masa de gases de composición homogénea y muy sensible a la energía que emite el sol hacia la Tierra. Los principales gases que la constituyen y que generan el efecto invernadero son el vapor de agua, el óxido nitroso, el ozono, el dióxido de carbono y el metano. Estos gases han estado presentes dentro de la atmósfera en cantidades muy reducidas durante la mayor parte de la historia terrestre (UNFCCC, 1990). Sin embargo, se ha demostrado que en los últimos 100 años estos gases han presentado una mayor tasa de concentración respecto a sus valores originales (USEPA, 2008; IPCC, 2007).

El efecto invernadero se da porque el sol emite radiación solar a nuestro planeta que traspasa la atmósfera y choca con la superficie terrestre. De esta radiación, una proporción se emite de regreso al espacio y otra es retenida por vías naturales dentro de la atmósfera, como se explica en la **Figura 1**. Los gases de efecto invernadero retienen la energía que emite el sol y, en promedio, estas dos corrientes de radiación (una de entrada y otra de salida) se equilibran. De no existir esta captura natural de la energía solar, la temperatura promedio en la Tierra sería aproximadamente 33°C menor a la actual (IPCC, 2001).

**Figura 1.** Diagrama del Efecto Invernadero



Fuente: Basada en U.S. Department of Energy (2007).

Sin embargo, la ciencia moderna ha descubierto que con el comienzo de la revolución industrial a finales del siglo XVIII, el efecto invernadero se intensificó. Esta observación proviene de datos que demuestran un incremento considerable de las concentraciones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y metano ( $\text{CH}_4$ ) en la atmósfera de la Tierra. Entre los años 1900 y 2007, la concentración de estos gases aumentó en un 30% para el  $\text{CO}_2$  y en un 50% para el  $\text{CH}_4$ , respecto a sus valores promedio en épocas anteriores (USEPA, 2002). Por sus características químicas, estos dos gases retienen gran cantidad de energía solar en la Tierra, hecho que se traduce en un aumento homogéneo de la temperatura del planeta, mejor conocido como calentamiento global.

Lo arriba descrito sugiere que la industria humana ha generado, durante más de 300 años, una gran cantidad de gases de efecto invernadero. Entre las diferentes actividades industriales del hombre, aquellas que contribuyen en mayor medida a incrementar la concentración de estos gases en la atmósfera son la agricultura, la manufacturera, la

maderera (que genera deforestación) y la energética (por combustión de hidrocarburos fósiles). Debido a lo anterior, el Panel Internagubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, *por sus siglas en inglés*) determinó que, en la actualidad, las actividades productivas del hombre inciden negativamente en el clima terrestre, exacerbando el efecto invernadero, incrementando la tasa de calentamiento global y provocando el fenómeno denominado *Cambio Climático*.

## **1.2. Las consecuencias**

El IPCC, en su Segundo Informe de Evaluación (1995), definió al Cambio Climático como un cambio en el clima terrestre que, de manera directa o indirecta, se generó por la actividad humana. Sin embargo, no es sino hasta la publicación de su Cuarto Informe de Evaluación (IPCC 2007)<sup>1</sup>, cuando los científicos miembros de este organismo corroboraron que, pese a que también existen procesos naturales que inciden en la variabilidad climática, las actividades antropogénicas es decir, las actividades realizadas por el hombre, son efectivamente aquellas que la afectan con mayor intensidad.

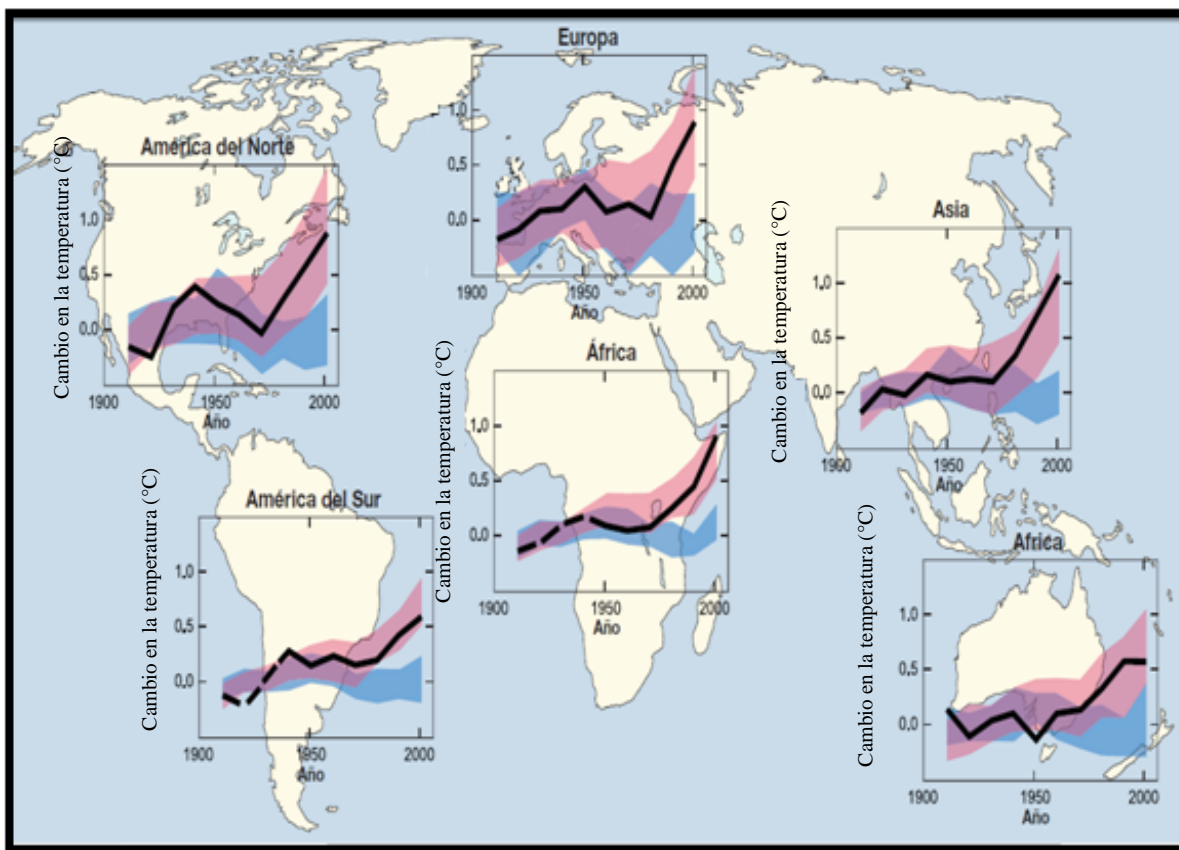
Ahora bien, en la **Figura 2** se presentan de forma gráfica los cambios registrados de la temperatura terrestre promedio en diferentes regiones del mundo (líneas negras), dentro de un lapso comprendido entre los años 1900 y 2000. Estos valores se comparan contra dos

---

<sup>1</sup> Los informes del IPCC son elaborados con apoyo de tres grupos de trabajo y un equipo especial. **El Grupo I**, evalúa los aspectos científicos del sistema climático y sus alteraciones. **El Grupo II**, evalúa la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos al cambio climático, las consecuencias negativas y/o positivas de dicho cambio y las posibilidades de adaptación humana al mismo. **El Grupo III**, evalúa vías para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y atenuar los efectos negativos del cambio climático. Finalmente, el **Equipo Especial sobre los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero** se encarga de la cuantificación de las emisiones de GEI.

simulaciones realizadas a partir de diferentes modelos climatológicos. Una de ellas, bandas azules (o más oscuras), representa alteraciones del clima ocasionadas por las actividades solar y volcánica propias de nuestro planeta. La otra, bandas rojas (o más claras), esquematiza la suma de estas alteraciones más las generadas por la actividad humana (IPCC,2007). Como puede observarse, la simulación que mejor se ajusta a la línea negra es aquella que representa la suma de todos los factores, humanos y naturales. Este hecho enfatiza la importancia de la actividad humana sobre los cambios climatológicos.

**Figura 2.** Cambios en la temperatura continental según diferentes modelos climatológicos



Fuente: Basada en IPCC, Cuarto Informe de Evaluación (2007a).

Por su parte, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, *por sus siglas en inglés*) reportó en 2008 que, durante los últimos 50 años, la temperatura promedio de la tierra aumentó  $0.74^{\circ}\text{C}$  y presentó una mayor tasa de crecimiento, como consecuencia del desarrollo y la expansión económicos de la era moderna. Además, Stern (2007) atribuyó los niveles vigentes de gases de efecto invernadero en la atmósfera al rápido crecimiento económico de las naciones desarrolladas como Estados Unidos, Alemania, Inglaterra, Francia y Rusia, entre otras.

La concentración atmosférica actual de GEI es de 430 partes por millón (ppm), en contraste con los niveles existentes en la época pre-industrial, de 280 ppm. Si bien esta concentración ya ocasionó alteraciones en las temperaturas medidas de nuestro planeta, estudios científicos recientes pronostican que, de continuar incrementándose el nivel de emisiones atmosféricas, la temperatura promedio podría aumentar de  $1^{\circ}\text{C}$  en el año 2020 hasta  $4^{\circ}\text{C}$  en el 2080 (IPCC, 2007). Por lo tanto, si no se reducen y estabilizan las emisiones globales de GEI es muy probable que aumente la presencia de eventos climáticos extremos (Magaña et al, 2004). Por su parte, el Grupo I de trabajo del IPCC (2007) reporta que el nivel del mar podría aumentar entre 4-6 metros, como consecuencia del derretimiento de los casquetes polares y glaciares afectando las regiones costeras. Además comentan que, en los ecosistemas se podrían generar importantes alteraciones ocasionando pérdidas irreversibles en la biodiversidad.

En particular, los eventos climáticos extremos se presentan con mayor frecuencia e intensidad en la actualidad, e incluyen una serie de fenómenos naturales como huracanes, sequías, tormentas, ondas gélidas y de calor (Emanuel, 2005). Estos eventos naturales se han convertido ocasionalmente en desastres de gran magnitud, sobre todo aquellos

ocurridos en zonas con poblaciones vulnerables, infraestructura o ecosistemas frágiles (Ibarrarán et al, 2007a; Mendelsohn, 2009). Lo anterior ha generado altos costos económicos y pérdidas humanas considerables (Ibarrarán et al, 2007b).

Con estas observaciones en mente, los científicos y los gobiernos actuales pronostican un impacto negativo del cambio climático en los sectores productivos sensibles a la disponibilidad de agua y a los cambios de temperatura, como son la agricultura, la silvicultura, el sector forestal, el industrial, el energético y el turístico (Pearce et al, 1996). Además, señalan que estos impactos estarán diferenciados por país, dependiendo de su localización y nivel de desarrollo, pues las economías de algunos países son más vulnerables a este fenómeno que el promedio (Mendelsohn et al, 2006). Particularmente, es probable que las naciones en vías de desarrollo tengan un efecto acumulado, debido al impacto en sus actividades económicas, en su productividad, su crecimiento y en la inversión (De la Torre et al, 2009; Ibarrarán et al, 2007; Kahn, 2005).

### **1.3. El ámbito internacional**

En la actualidad el cambio climático es un tema controversial entre naciones, por los impactos catastróficos que puede generar a la humanidad, de no tomarse las medidas necesarias para frenar su avance. Por tal motivo, desde la década de los setenta diferentes organismos internacionales y naciones han hecho hincapié sobre la necesidad de establecer acuerdos y compromisos específicos para estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Entre los acuerdos alcanzados, el más importante fue la adopción del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, *por sus siglas en inglés*) en

el año de 1992. En este convenio se reconoció la importancia de establecer medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a la problemática del cambio climático en el mundo. Las políticas de mitigación tienen como objetivo disminuir el nivel de concentraciones de GEI en la atmósfera mediante cambios tecnológicos, a diferencia de las políticas de adaptación, las cuales buscan reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos. Además, se establecieron compromisos internacionales con el objetivo de que los países desarrollados (países Anexo I) reduzcan sus emisiones, ya que son reconocidos como los responsables del problema. Sin embargo, las naciones en desarrollo (países No Anexo I) como México, se comprometieron únicamente a reportar sus emisiones nacionales y sectoriales, es decir que no están obligados a disminuir su nivel de emisiones.

Del UNFCCC se desprendió El Protocolo de Kioto, el cual se firmó cinco años después. Este cuenta con medidas más enérgicas y jurídicamente vinculantes. En el Protocolo de Kioto se estableció que las naciones industrializadas, países Anexo I y II, deben reducir los niveles de sus emisiones de gases invernadero en el muy corto plazo, es decir, establece compromisos cuantitativos de reducción de emisiones para los países desarrollados para el período 2008-2012. Actualmente 192 países han ratificado su participación en Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. No obstante, las naciones no han logrado establecer acuerdos internacionales concretos donde se hagan explícitas metas de mitigación para los países desarrollados y en desarrollo, sin que esto signifique tener que condicionar sus procesos de crecimiento económico.

La evidencia presentada hasta el momento sugiere que el cambio climático impondrá paulatinamente mayores costos económicos a nuestras sociedades, si no se aplican políticas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (De la Torre et al, 2009; Ibararán

et al, 2008; Stern, 2007). Por ello, la humanidad debe generar una respuesta global, que contribuya a garantizar el desarrollo y crecimiento económico de las naciones emergentes y al bienestar de los países industrializados.