

---

## LOS CONTAMINANTES DE LA ATMÓSFERA Y EL CAMBIO GLOBAL

---

GERMÁN CALVA VÁZQUEZ  
Facultad de Estudios Superiores-  
Zaragoza, UNAM

Las actividades del Hombre en todo el planeta, arrojan a la atmósfera cientos de millones de toneladas de gases; de ellos, los mas directamente relacionados con el fenómeno del calentamiento global son: El dióxido de carbono, el metano y los denominados gases traza. Los investigadores aun no se ponen de acuerdo si el cambio en posición de las zonas climáticas, si el incremento del nivel del mar, o bien, el incremento latitudinal de la temperatura en medio grado centígrado, es su secuencia.

En algún momento de la historia del planeta, se dio un ensamblaje perfecto entre los compuestos químicos de la Litosfera, hidrosfera y la Atmósfera, permitiendo su reflujó, de tal forma que en ese tiempo, las erupciones volcánicas, las tormentas eléctricas, los incendios forestales, la radiación solar y la descomposición de la materia orgánica de los bosques, determinaron el balance químico y energético del planeta.

Actualmente, las emisiones del hombre alcanzan cifras cercanas a 500 millones de toneladas anuales de gases (óxido de azufre, nitrógeno, carbono e hidrocarburos), los cuales se encuentran ya en la atmósfera. De echo derivan muchas interrogantes, a saber:

- ¿Cuál es el efecto inmediato y a largo plazo para la atmósfera?
- ¿Esta cambiando químicamente la atmósfera?
- ¿Cuál es el efecto de dichos gases sobre la biósfera?
- ¿Cuál es el efecto de dichos gases sobre el clima del planeta?
- ¿Cuánto tiempo tenemos para detener el deterioro de la atmósfera, la Biósfera y la Hidrósfera, antes de que se rompa el balance energético y químico?
- ¿Tenemos tiempo para reparar el daño provocado a la capa de ozono?

Para poder responder a éstas interrogantes es necesario dar algunos argumentos que nos son imprescindibles.

Las pruebas circunstanciales del pasado geológico e histórico apoyan una relación entre el cambio climático y las fluctuaciones de los gases de invernadero (anhídrido carbónico o dióxido de carbono, metano y clorofluorcarburos), así por ejemplo, los cambios climáticos de la edad de hielo nos ofrecen las burbujas de aire aprisionadas en los hielos antárticos; estos bancos de hielo permitieron determinar que el metano y el dióxido de carbono de la atmósfera variaban al unísono; y lo que era más importante, lo hacían también con la temperatura local.

Las investigaciones concluyeron finalmente que existe una fluctuación en la concentración de éstos, durante el periodo interglacial y glacial; así pues la temperatura local alcanzó 10 grados centígrados por encima de la temperatura al momento álgido de la glaciación, y al mismo tiempo, la atmósfera contenía alrededor de un 25% más de dióxido de carbono y un 100% más de metano que durante los periodos glaciales. No es claro si los cambios climáticos se produjeron por los gases de invernadero, o viceversa.

A éste respecto, algunos investigadores canadienses y soviéticos piensan que lo más probable es que los periodos glaciales vinieran inducidos por otros factores; cambios en los parámetros orbitales de la Tierra y dinámica interna de la acumulación y retracción del hielo; ahora bien, los cambios biológicos y las variaciones de la circulación oceánica condicionaron, a su vez, el contenido de gases traza en la atmósfera, ampliando las oscilaciones climáticas. Otros tantos (europeos principalmente), consideran que algo más preciso que las burbujas, es el archivo de los gases de invernadero y el clima, correspondientes a los últimos 100 años, ya que en su transcurso se observó un incremento de un 25% en el dióxido de carbono y una duplicación en el contenido de metano atmosférico.

La cuestión es que por una u otra razón, la polémica continua, hasta el grado de utilizar la tecnología más avanzada (fotografías de satélite) y el conocimiento teórico más puro (modelos matemáticos de predicción) para su deliberación y nos es posible llegar a un acuerdo.

Por otro lado el consumo global de combustible fósil y el incremento de la tasa de deforestación, son factores condicionantes para regular el efecto de invernadero y en consecuencia el del calentamiento global. Sin embargo, estos dos factores se encuentran a su vez determinados por muchos otros, por ejemplo, los otros gases de invernadero, tales como los óxidos de nitrógeno y el ozono de la baja tropósfera, podrían aportar una contribución conjunta a dicho efecto en la misma proporción que la del dióxido de carbono y el metano, pese a que se emiten con menor cantidad, ya que absorben con eficiencia mucho mayor la radiación infrarroja.

A este respecto, las emisiones de óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos (catalizados por la luz solar) determinan la síntesis de ozono (principal agente fotoquímico), y la presencia de éste desencadena una serie de reacciones químicas involucradas para la formación de ácidos atmosféricos. Ahora bien, es importante hacer hincapié que los gases de invernadero tienen una vida media (tiempo en el que por vía natural desaparecen) en la atmósfera, la cual va desde horas (cuando reaccionan y forman otros compuestos) hasta 100 años (p.e. el óxido nitroso, dióxido de carbono y halocarburos) y que éste hecho hace más agudo el problema de calentamiento.

Por último ilustraremos el fenómeno con ejemplos del incremento de los gases de invernadero:

- la concentración del anhídrido carbónico en el aire para 1958 de 312 partes por millón (ppm), aumentando en 1970 a 320, y se preveía un incremento anual de 2.3 ppm, a partir de 1967, sin embargo, se comprobó en el Mauna Loa (Hawai) que esta cifra era menor. Por otro lado, se calcula que 5,080 millones de toneladas métricas de carbono han pasado a la atmósfera en forma de monóxido de carbono, de origen industrial, y el 60% se queda en ella, un 10% pasa a formar la biomasa. El monóxido de carbono se introduce al ambiente a través de la Litósfera (rocas sedimentarias), en los mares; a nivel superficial (por descomposición de la materia orgánica) y a nivel profundo (por disolución -(del gas carbónico) – sedimentación - fosilización) y en la Biósfera a través de su relación con la atmósfera (intercambio superficial).

- en lo concerniente al nitrógeno se sabe que la principal causa de modificación de sus Ciclo Natural, es por el uso industrial del mismo. La acción del hombre sobre éste ciclo es compleja sin embargo se sabe que un vehículo emite 60 kg., de óxidos de nitrógeno al año y todo el parque vehicular (100 millones) de la USA arroja 6 millones de toneladas/año, de ahí que se determinará una correlación positiva entre el consumo de gasolina y la cantidad de nitrógeno mineral en el agua de lluvia, por ejemplo, en aquellas ciudades que se consumían 100 millones de galones al año de gasolina, la concentración en el agua de lluvia paso de 0.15 a 0.20 ppm.

Las fuentes de fijación biológicas, geoquímicas (ionización, vulcanismo) e industriales aportan anualmente 92 millones de toneladas de nitrógeno nítrico a la biósfera. El actual aumento del flujo de nitrógeno debido a la actividad humana constituye un fenómeno tanto más preocupante cuanto que el exceso de nitratos introducido no está totalmente desnitrificado. El equilibrio en la biósfera del proceso nitrificación-desnitrificación, en opinión de los expertos, se ha roto, ya que se observa un exceso de 9 millones de toneladas anuales, que se acumulan en la hidrósfera, debido al lavado y a la escorrentía sobre los suelos con exceso de abono, respecto a la Atmósfera no se ha precisado con exactitud.

- respecto al azufre se sabe que recibe por efecto de erosión del suelo 14 millones de toneladas métricas en forma de sulfato y por precipitaciones llevadas a aguas continentales 48. Las lluvias y la disolución gaseosa aportan al océano 71 millones de toneladas al año y 25 de azufre, respectivamente. Por otro lado, los sulfatos presentes en la atmósfera son absorbidos y utilizados en los suelos por los productores primarios (26 millones de toneladas al año de azufre). Ahora bien, se tiene la referencia que el hombre aporta por efecto de los agroecosistemas 110 millones de toneladas al año en forma de abono mineral.

La contaminación atmosférica por combustible fósiles, es un factor que introduce al ciclo natural 70 millones de toneladas métricas al año en forma de dióxido de azufre, cifra muy cercana a los 98 millones que por vía natural se suministran. Una parte de éste gas sulfuroso pasa a sulfato en la tropósfera y baja estratósfera; el resto permanece en forma de ácido sulfúrico. En ambos casos, es devuelto a los suelos por las precipitaciones.

Independientemente de cualquiera que fuera la vía de entrada (atmósfera, suelo, biósfera e hidrósfera), los suministros del hombre, tendrían que incursionarse en los procesos naturales. Las cuestiones que intrigan a los investigadores involucrados al respecto, derivan precisamente de ello; *¿En qué proporción podrían incrementarse las reservas de azufre, nitrógeno y carbono dentro de la atmósfera?* a razón de que, anualmente el hombre

suministra aproximadamente 500 millones de toneladas de una mezcla de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y anhídrido carbónico, reportada tan solo para el Hemisferio Norte, siendo que por vía natural la cifra llega a 180 millones.

Siendo más específicos, el aporte de gas de invernadero vertidas a la atmósfera de la Cuenca de México de acuerdo a los reportes técnicos de la Secretaría del Mejoramiento Ambiental en el año de 1985, es de: para el dióxido de azufre fue de 413 mil toneladas, para los óxidos de nitrógeno de 95 mil, para el anhídrido carbónico no se tiene registro y para los hidrocarburos de 170 mil.

La presencia del calentamiento global y el efecto de invernadero no son la polémica en si, dado que los investigadores lo determinarían en momento dado, la cuestión es que: de no ser cierto el calentamiento del planeta ¿Entonces que habría de malo en controlar las emisiones de gases invernadero?, y por el otro lado, si esto es cierto; entonces, ya se habría avanzado en detener el proceso, todo el tiempo en que los especialistas se tardan en delucidarlo.

19 de febrero de 1994