EDUCACIÓN

OLIMPIADA VENEZOLANA JUVENIL DE CIENCIAS 2026

cenamec
Fundación Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ciencia

Olimpiada Venezolana Juvenil de Ciencias

Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra

Margarita Caballero, et al.

2026

Revista Digital Universitaria

10 de octubre 2007 • Volumen 8 Número 10 • ISSN: 1067-6079

ARTICULO

EFECTO INVERNADERO, CALENTAMIENTO GLOBAL Y CAMBIO CLIMÁTICO: UNA PERSPECTIVA DESDE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Margarita Caballero, Socorro Lozano, y Beatriz Ortega
Instituto de Geofísica, Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma de México

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm

EFECTO INVERNADERO, CALENTAMIENTO GLOBAL Y CAMBIO CLIMÁTICO: UNA PERSPECTIVA DESDE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Resumen:

En este artículo explicaremos de manera breve tres conceptos que son relevantes en el estudio de la atmósfera, del clima y en general de la historia de la Tierra: Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático. Dichos conceptos son usados hoy en día de manera recurrente por los medios de comunicación, los grupos ambientalistas y el público en general; aunque con frecuencia son empleados indistintamente, con poca precisión o con poca claridad. Es por ello que es conveniente aclarar y profundizar en cada uno de ellos, sobretodo desde la perspectiva de las Ciencias de la Tierra, es decir con un enfoque temporal que excede al que normalmente manejamos en nuestras vidas diarias (horas, días, meses, años, siglos) y que llega a la escala de los miles y millones de años.

Palabras clave: Tierra, clima, atmósfera, calentamiento, invernadero

GREENHOUSE EFFECT, GLOBAL WARMING, AND CLIMATE CHANGE: A PERSPECTIVE FROM THE EARTH SCIENCES

Abstract:

In this paper we review three concepts that are of importance in the study of the atmosphere, the climate and the history of our planet in general: greenhouse effect, global warming and climate change. These terms are frequently misused by the media, the environmentalist groups or the general public, and therefore it is convenient to give a comprehensive description of each one of these terms, mostly from the perspective of the Earth Sciences, which involves a much longer time frame than the one we normally use in our daily lives (hours, days, months, years), extending it up to thousands and even millions of years.

Keywords: Earth, climate, atmosphere, global warming, greenhouse effect.

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

10 de octubre 2007 • Volumen 8 Número 10 • ISSN: 1067-6079

Inicio

En este artículo explicaremos de manera breve tres conceptos que son relevantes en el estudio de la atmósfera, del clima y en general de la historia de la Tierra. Dichos conceptos son usados hoy en día de manera recurrente por los medios de comunicación, los grupos ambientalistas y el público en general; aunque con frecuencia son empleados indistintamente, con poca precisión o con poca claridad. Es por ello que es conveniente aclarar y profundizar en cada uno de ellos, sobretodo desde la perspectiva de las Ciencias de la Tierra, es decir con un enfoque temporal que excede al que normalmente manejamos en nuestras vidas diarias (horas, días, meses, años, siglos) y que llega a la escala de los miles y millones de años.

El primer término, Efecto Invernadero, se refiere a un mecanismo por el cual la atmósfera de la Tierra se calienta, y es un mecanismo que ha existido desde que la Tierra tiene atmósfera (hace unos 4,000 millones de años) y como veremos más adelante, es un mecanismo de suma importancia para lograr que nuestro planeta sea un lugar adecuado para que la vida exista en él. El segundo término, Calentamiento Global, se refiere a la tendencia a incrementar que durante los últimos 150 años ha mostrado la temperatura global del planeta, fenómeno que se atribuya al efecto de la contaminación humana, en particular a la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo y a la tala de bosques. Este fenómeno tiene consecuencias que nos preocupan seriamente, y de allí el motivo de editar textos y volúmenes como el presente. Finalmente mencionaremos más ampliamente el término Cambio Climático, el cual engloba al concepto anterior, pero además incluye a todas las variaciones del clima que han ocurrido durante de la historia del planeta (4,000 millones de años) y que están asociadas a factores como cambios en la actividad solar, en la circulación oceánica, en la actividad volcánica o geológica, en la composición e la atmósfera, etc. Analizaremos los rangos y las escalas temporales en las que se han dado estos cambios durante los últimos dos millones de años, tiempo durante el cual el clima de la Tierra ha oscilado entre momentos extremadamente fríos (conocidos como glaciaciones) y momentos de clima relativamente caluroso, como es el actual (conocidos como interglaciares) y cuyo estudio permite obtener un panorama más claro del fenómeno que tanto nos preocupa: el Calentamiento Global.

Efecto Invernadero

Como mencionamos anteriormente el Efecto Invernadero se refiere a un mecanismo por medio del cual la atmósfera de la Tierra se calienta; para poder profundizar en él necesitamos entender que es y como está organizada la atmósfera (ver por ejemplo Barry y Chorley, 2003).

La atmósfera terrestre es una delgada capa de gases que rodea a nuestro planeta, para darnos una idea de las escalas, la atmósfera equivale a envolver con papel aluminio un balón de futbol, el balón representando la Tierra, el grosor del papel aluminio al de la atmósfera. Esta delgada capa de gases que rodea al planeta, es muy importante dado que en ella residen los gases que son fundamentales para el desarrollo de la mayor parte de la vida en el planeta, además de que la atmósfera representa un medio importante en el que reside una buena parte de la vida de la Tierra.

La composición química de la atmósfera (que gases la forman y en que proporciones) incluye mayoritariamente a solo dos gases, Nitrógeno (N), en un 79% y Oxígeno (O_2) en un 20%. El 1% restante esta formado por diversos gases entre los que los más abundantes son el Argón (Ar) en un 0.9% y el dióxido de carbono (CO_2) en aproximadamente un 0.03% (Fig. 1). Este último gas, presente en proporciones tan bajas, es de crucial importancia en el proceso de calentamiento de la atmósfera, como lo veremos a continuación.

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm

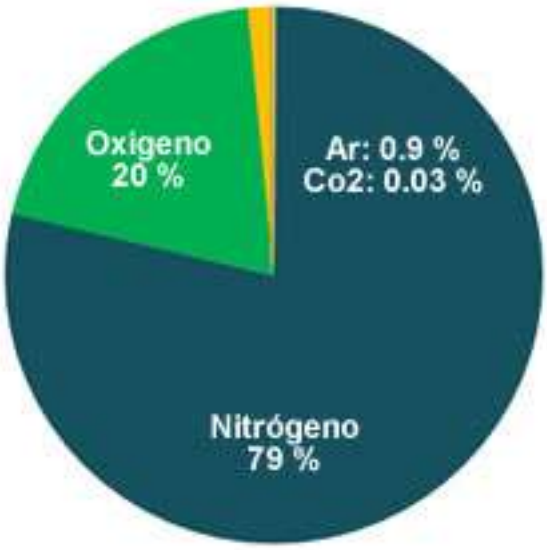

Figura 1. Composición de la atmósfera Terrestre, los porcentajes están dados con base en aire seco (sin tomar en cuanta el contenido de vapor de agua).

Dado que los gases de la atmósfera están sujetos a la atracción gravitacional de la Tierra, la mayor densidad de gases se concentra cerca de la superficie terrestre, en los primeros 50 km, en donde podemos distinguir dos capas. La Tropósfera, que tiene unos 10 km en promedio de espesor y que tiene más o menos el 75% del total de la masa de la atmósfera; y la Estratósfera, que llega hasta los 50 km de altura y tiene un 24% de la masa total de la atmósfera (juntos Tropósfera y Estratósfera concentran el 99% de la masa total de la atmósfera). La Estratósfera es una capa importante porque en ella reside la capa de ozono que filtra la luz ultravioleta. Sobre la Estratósfera hay otras capas que no revisaremos en este artículo y que tienen una densidad de gases muy baja.

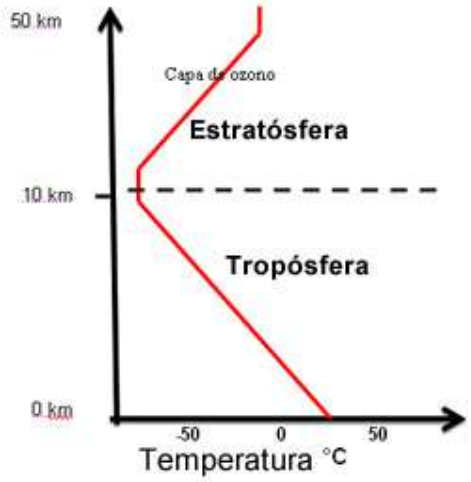

Figura 2. Estructura térmica de la Troósfera y Estratosfera. Nótese que la temperatura más elevada de la Tropósfera se encuentra a los 0 km, o sea en el contacto con la superficie terrestre.

Si lanzáramos un termómetro en un globo aerostático para registrar la temperatura de la Tropósfera a lo largo de los 10 km que la forman, veríamos que hay un patrón muy especial, las temperaturas más altas (cerca de 20 °C), se localizan justo en el punto de contacto de la atmósfera con la superficie sólida de la Tierra, y de allí para arriba la temperatura del aire va bajando paulatinamente hasta llegar a los 10 km, en donde se alcanza una temperatura de -60°C (Fig. 2). Este patrón podría parecer sorprendente si pensamos que la fuente de calor para la atmósfera es el Sol, por lo que esperaríamos entonces, que las

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

10 de octubre 2007 • Volumen 8 Número 10 • ISSN: 1067-6079

capas más cercanas al Sol fueran las más calurosas. Esto no es así, dado que los gases que forman a la atmósfera no pueden absorber la luz solar, de alta energía -ondas de longitud corta, cargadas hacia la luz visible y ultravioleta-, y dejan pasar la mayor parte hacia la superficie de la Tierra. Del total (100%) de la luz solar que nos llega al plantea, el 30% es reflejado como espejo hacia el espacio (termino conocido como albedo), la atmósfera retiene solo un 20% de la energía solar y el 50% restante llega hasta la superficie terrestre, calentándola (Fig. 3). Al calentarse la superficie de la Tierra transforma la luz solar (de alta energía) en radiación de baja energía -ondas de longitud grande, cargadas hacia el infrarrojo- que refleja nuevamente hacia la atmósfera. Esa energía de onda amplia o infrarroja, si puede ser absorbida de manera muy eficiente por algunos de los gases atmosféricos, de manera particular el CO_2 (pero también el vapor de agua, el metano y otros), siendo ésta la principal fuente de calor para la atmósfera, de allí que la temperatura más alta de la Tropósfera sea justamente el punto de contacto con la superficie del planeta.

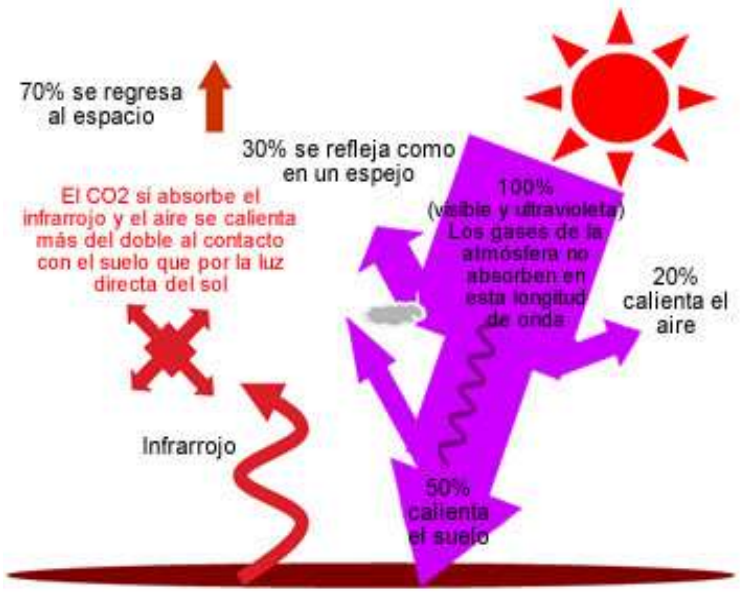

Figura 3. Efecto invernadero, nótese el cambio de longitud de onda entre la luz que incide en la superficie terrestre (visible y ultravioleta) y la que es reflejada por la superficie terrestre una vez que se ha calientado (infrarrojo).

A esto es a lo que llamamos efecto invernadero, y hace que la luz solar sea más eficiente para calentar la atmósfera y elevar su temperatura media. Sin el efecto invernadero que le da a nuestro planeta su atmósfera con 0.03% de CO_2, estaríamos perpetuamente congelados, con una temperatura media global de cerca de -15°C (bajo cero) en lugar de los muy confortables 15 °C (sobre cero) que es la temperatura media del planeta. Es claro, entonces, que la composición de la atmósfera afecta de manera fundamental al clima; mientras más gases de invernadero como el CO_2 se encuentren en la atmósfera terrestre, mayor será la temperatura global del planeta, y mientras menos haya, más fría será la Tierra.

Calentamiento Global

La medición rutinaria de la temperatura atmosférica en estaciones meteorológicas ha permitido el monitoreo de esta variable en diversas regiones del planeta desde finales del siglo XIX. Gracias a estos datos, es muy claro que la temperatura media del planeta ha experimentado un incremento significativo de casi 0.5°C (Fig. 4), si tomamos como nivel base la temperatura media registrada entre los años 1961 a 1990 y de casi 1°C si la comparamos con la segunda mitad del siglo XIX (1850-1900). En estos datos es evidente que los años más calurosos están concentrados durante las últimas décadas, esto es de 1980 a la fecha. El Calentamiento Global ha ido de la mano con una tendencia hacia un incremento en el CO_2 atmosférico (Fig. 4), lo que indica que la causa de esta tendencia hacia el calentamiento es una intensificación del efecto invernadero. De allí que frecuentemente se usen indistintamente ambos términos, pero mientras uno describe el fenómeno del incremento de temperatura reciente, el otro se refiere al mecanismo que lo causa.

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm

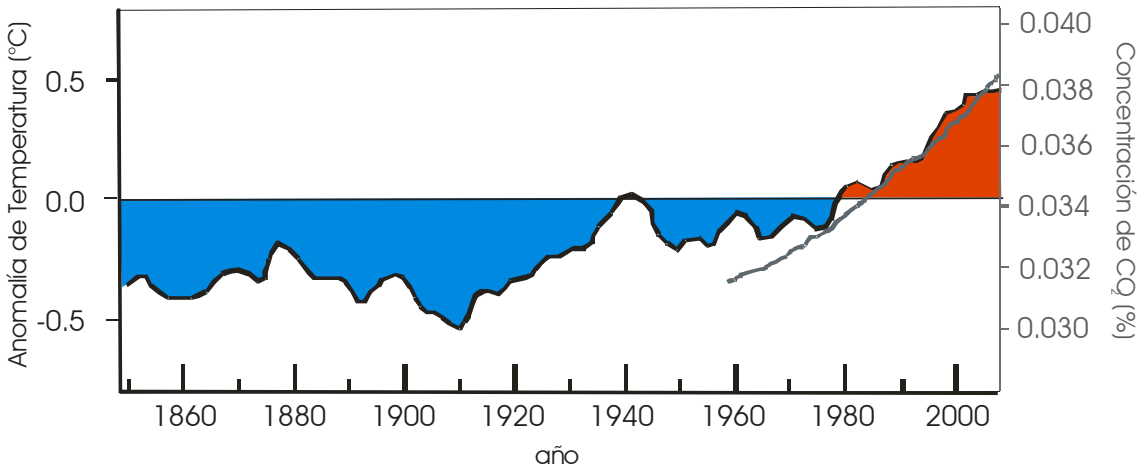

Figura 4. Anomalía de la temperatura global con referencia al promedio entre los años 1961 a 1990, según la base de datos HadCRUT3 (Brohan et al. 2006) y concentraciones de CO_2 (datos suavizados, Thoning *et al*. 1989) en la atmósfera como porcentaje de aire seco, según los datos del observatorio del Mauna Loa, Hawai, disponibles en el portal del National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) del gobierno de los Estados Unidos (www.esrl.noaa.gov).

La razón de este incremento en el CO_2 atmosférico puede estar ligada con procesos naturales, como veremos en la siguiente sección, sin embargo, también hay una componente humana significativa, dado que la tala de bosques y la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo han ocasionado un aumento en la cantidad de CO_2 atmosférico, incrementando el efecto invernadero y contribuyendo al Calentamiento Global. Es difícil cuantificar que proporción del Calentamiento Global es atribuible a causas naturales y que proporción es atribuible a causas humanas, pero los resultados de modelados climáticos, tomando en cuenta todas las posibles causas, indican que solo tomando en consideración la contribución por actividades humanas es posible explicar la tendencia tan marcada al calentamiento que se observa sobretodo durante las últimas décadas (desde 1980 a la fecha).

Para darnos una idea de lo importante de la contribución humana, podemos hacer un balance de las entradas y salidas de CO_2 a la atmósfera por causas naturales y contrastarlos con las causas humanas (Field and Raupach, 2004):

1. La disolución en el océano.- el agua, sobretodo el agua fría (cerca de los polos), puede disolver grandes cantidades de CO_2 que cuando el agua se calienta por la circulación oceánica (cuando llega cerca del Ecuador) son devueltas de nuevo a la atmósfera, estando casi en un balance perfecto. Sin embargo, parte del CO_2 que se disuelve en el océano queda "atrapado" en los sedimentos y rocas del fondo del mar, donde se deposita como carbonatos. Eventualmente (después de miles o millones de años), estas rocas carbonatadas son fundidas cuando ingresan a capas más profundas de la Tierra a traves de procesos geológicos como la subducción, y al fundirse liberan CO_2 que es "expulsado" por las ventilas volcánicas. Todo este ciclo esta en un balance muy delicado, controlado por la temperatura del agua del océano y por la intensidad de la actividad geológica. Lo preocupante aquí es que al incrementarse la temperatura global, que también afecta al agua del mar, la capacidad del océano de disolver CO_2 disminuye y eventualmente el océano pueda pasar de ser una trampa de CO_2 a ser una fuente de CO_2.

2. La actividad biológica.- la fotosíntesis es un proceso que fija el CO_2 en el tejido vivo (primero de plantas y luego de animales). La cantidad de CO_2 fijada en tejido vivo (o biomasa) es normalmente devuelta a la atmósfera por medio de la respiración de los organismos, sin embargo con frecuencia la fotosíntesis excede por poco a la respiración, con lo cual los seres vivos funcionan como un deposito de carbono que secuestra CO_2 de la atmósfera y lo guarda en la biomasa, la que se concentra principalmente en los bosques y selvas. La biomasa al morir puede ser almacenada en los suelos o sedimentos y eventualmente sepultada, de manera que la biomasa antigua puede transformarse en carbón o petróleo. Lo preocupante aquí es que al talar los bosques grandes cantidades de biomasa son quemadas y con ello el CO_2 que estaba en los árboles es rápidamente regresado a la atmósfera, con lo que la biosfera puede pasar, de ser un depósito, a ser una fuente

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

10 de octubre 2007 • Volumen 8 Número 10 • ISSN: 1067-6079

de CO_2 si no se controla la deforestación. Por otro lado, el CO_2 que fue secuestrado durante millones de años, como es el caso del carbón o el petróleo, es ahora regresado a la atmósfera de manera rápida en unas pocas décadas, incrementando sustancialmente los niveles de CO_2 en atmósfera. Estas dos fuentes (tala de bosques y quema de combustibles fósiles) son las principales contribuciones antrópicas al calentamiento global y juntas, aportan a la atmósfera unos 7,500 millones de toneladas de carbono al año contra los aproximadamente 100 millones de toneladas al año atribuibles a las fuentes naturales (como el vulcanismo).

Los efectos del Calentamiento Global ya se han sentido en nuestro planeta, quizás uno de los mas claros es que los glaciares se derriten, tanto los de las montañas (Fig. 5) como los que forman los casquetes polares (Ártico y Antártico). Una consecuencia directa de esto es que al haber menos agua en forma de hielo en el planeta, la tendencia hacia un aumento en el nivel del mar es lenta pero segura, con lo que las ciudades costeras se encuentran en riesgo cada vez más grande de inundaciones. Esto parecería un tanto de película de ciencia ficción, pero no lo es, sobretodo si se analiza la cantidad de agua que hay en ambos casquetes polares. Para dar una aproximación basta mencionar que ambos casquetes tienen espesores que exceden de los dos kilómetros y pueden llegar hasta los cuatro kilómetros y que la superficie del casquete Ártico (que es mucho más pequeño que el Antártico) es más de dos veces la de todo México (Fig. 6).



Figura 5. Dos fotografías del Glaciar Rhône, Suiza, la primera tomada alrededor de 1906 y la segunda tomada en 2003, donde se muestra el impresionante retroceso del glaciar (fotografías: Gesellschaft für ökologische Forschung, Munich; disponibles en el portal www.swissinfo.org, para mas información sobre retroceso de los glaciares en Suiza consultar http://glaciology.ethz.ch/swiss-glaciers/)

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm

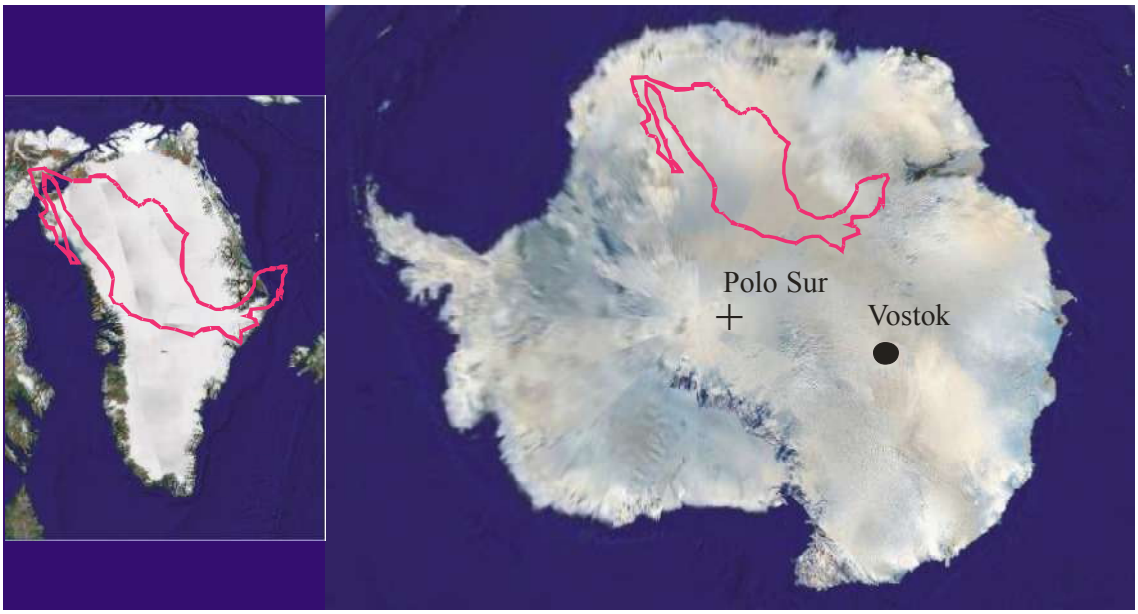

Figura 6. Áreas comparadas de la República Mexicana y los dos casquetes polares, el del Ártico a la izquierda y el Antártico a la derecha (imágenes tomadas de Google Earth)

Otros de los efectos del Calentamiento Global es que afectará los patrones climáticos, modificando cuando y cuanto llueve en cada región y esto tiene consecuencias económicas y ecologías. Es claro que la agricultura será una rama de la actividad humana muy vulnerable al cambio climático, pero también lo será la salud, ya que habrá cambios en la distribución de muchas enfermedades, por mencionar solo un ejemplo.

Cambio Climático

Quizás una de las preguntas que fácilmente surge cuando se analiza el fenómeno del Calentamiento Global, es saber si algo parecido ha ocurrido antes en la historia de nuestro planeta, y de ser así, que fue exactamente lo que paso (cuales fueron sus causas, consecuencias, su duración, etc.), para tener información sobre que se puede esperar en el caso del Calentamiento Global actual. Esto es algo que muchos científicos han tratado de hacer, sin embargo, conocer el clima del pasado, sus causas y efectos no es tan sencillo, se necesitan hacer investigaciones muy amplias y frecuentemente técnicamente complejas. Por ejemplo, una aproximación de la que se ha obtenido mucha información ha sido perforar los hielos de los casquetes polares para recuperar las burbujas de aire que quedan allí atrapadas y que son una muestra de la atmósfera de hace cientos y miles de años (por ejemplo Petit *et al*. 1999). Otra aproximación es perforar el fondo del océano y separar las conchas de algunos organismos que en su composición química guardan la señal de cuando el clima de la tierra fue más cálido o más frío durante los últimos miles de años (por ejemplo Nyberg, *et al*., 2002). Lo que hacemos las autoras de este artículo, que somos investigadoras de los Institutos de Geología y Geofísica de la UNAM, es perforar el lodo del fondo de los lagos y estudiar los minerales y diversos fósiles (polen, algas, etc.) que contiene y a partir de estos estudios conocer las variaciones naturales del clima que afectaron específicamente a México durante los últimos siglos a miles de años (por ejemplo Caballero *et al*. 2006).

Mediante este tipo de estudios se ha logrado identificar que durante los siglos XV al XIX la Tierra tuvo un clima un poco más frío que el actual (1 o 2 °C), época conocida como la Pequeña Edad de Hielo. Esta etapa fría, estuvo muy probablemente relacionada con una fase de menor actividad solar conocida como el mínimo de Maunder. Es probable que parte de la tendencia hacia mayores temperaturas registrada durante fines del siglo XIX y principios del XX pueda estar relacionada con el fin de esta etapa fría por un aumento en la radiación solar.

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

10 de octubre 2007 • Volumen 8 Número 10 • ISSN: 1067-6079

También se ha identificado que durante los últimos 400,000 años el clima ha oscilado entre etapas marcadamente frías, conocidas como glaciales, durante las cuales la temperatura del planta fue unos 8°C mas fría que la temperatura media actual, y etapas similares a la actual, conocidas como interglaciales, en la cual la temperatura del planeta fue hasta unos 2-3°C por arriba de la moderna (Fig. 7). Este ciclo entre glacial e interglacial tiene una duración de aproximadamente 100,000 años, pasando cerca del 80 a 85% de este tiempo en condiciones glaciales y solo un 20% en interglaciales. Estas fluctuaciones cíclicas han sido relacionadas con los llamados Ciclos de Milankovitch, pequeñas variaciones en la orientación de la Tierra con respecto al Sol que afectan la manera en que se calienta el planeta. Se ha demostrado que estos ciclos también están ligados con cambios en el contenido de CO_2 en la atmósfera (Fig. 7), de manera que las variaciones entre glaciales e interglaciales están ligadas con cambios en la intensidad del efecto invernadero, con menos CO_2 atmosférico durante las fases más frías de los glaciares (0.018 – 0.019%) y más durante las fases más calidas de los interglaciares (0.028 a 0.030%). Actualmente los valores de de temperatura y contenido de CO_2 atmosférico están alcanzando o rebasando los límites máximos observados durante los últimos 400,000 (por ejemplo, el nivel de CO_2 alcanza actualmente 0.038%, ver Fig. 7). Es necesario tomar medidas para controlar las emisiones de CO_2 que estamos llevando hacia la atmósfera, ya que si este gas sigue aumentando no sabemos que respuesta va a tener el sistema climático del planeta. Desde una perspectiva de las Ciencias de la Tierra podemos suponer que el patrón de glaciaciones de los últimos 400,000 años continuará, pero si el cambio es muy intenso, entonces podemos forzar al planeta hacia un nuevo estado de equilibrio, con consecuencias que son difíciles de pronosticar.

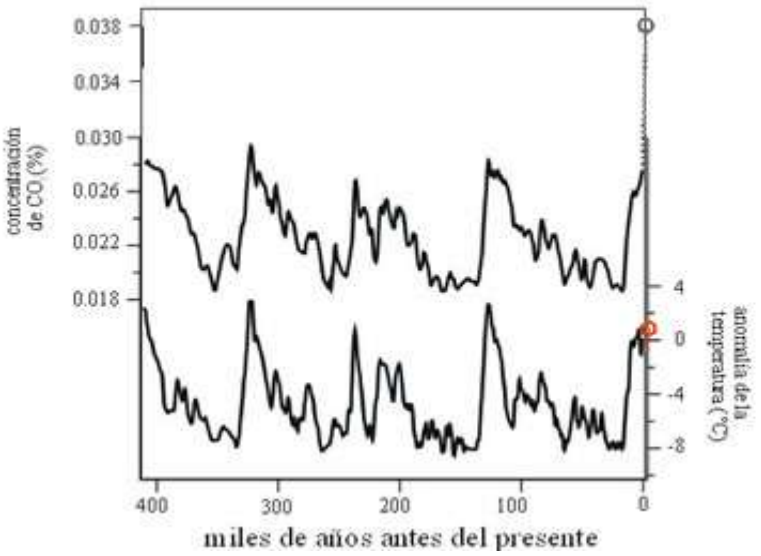

Figura 7.- Concentración de CO_2 (expresada como porcentaje de aire seco) y anomalía de la temperatura con respecto a la temperatura moderna inferida por isótopos de deuterio. Datos procedentes de estudios realizados en burbujas de aire atrapadas en el núcleo de hielo procedente de Vorstok, Antártica (Petit et al., 1999). Los círculos marcan los valores modernos de ambos parámetros.

En la historia de la Tierra se tiene registro de momentos que pudieran ser un símil de la perspectiva que planteamos en el párrafo anterior, con cambios relativamente bruscos en los que el planeta ha "brincado" de un estado de equilibrio a otro. Por ejemplo hace unos 250 millones de años, hacia finales de la era conocida como Paleozoico, el planeta se encontraba saliendo de una etapa glacial y entrando a una era de climas particularmente cálidos como lo fue la era Mesozoica. Para este momento se ha documentado un incremento brusco del CO_2 atmosférico de niveles similares a los modernos hasta valores tan altos como 0.1 o 0.2% (muy por arriba de los 0.038% actuales) (Bergman *et al.,* 2004). Esta transición en concentración de CO_2 y tipo de clima coincide con el evento de extinción masiva más grande de la historia de la Tierra, conocida como la extinción Permo-Triásica que marca la separación de las dos eras geológicas: Paleozoico y Mesozoico. Un momento de cambio ambiental brusco coincide con extinción, pero después del cambio, poco a poco nuevas especies evolucionan bajo las nuevas condiciones de equilibrio y el planeta continua su marcha inexorable, solo hay un recambio de los tipos de organismos dominantes.

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm

Habría que reflexionar sobre nuestro futuro, si consideramos que nuestra especie es la dominante en la actualidad, un cambio climático tan intenso y rápido como el actual, es probable que sea el preámbulo para un nuevo recambio biológico como el del Permo-Tríasico, donde lo más factible es que ocurran extinciones y migraciones importantes que pudieran afectar a nuestra propia especie. Sin embargo la perspectiva desde las Ciencias de la Tierra nos dice que nuestro planeta sabe aprovechar todas las oportunidades, y este evento abriría la puerta para una nueva etapa de evolución y diversificación biológica, en la que seguramente surgirían nuevas especies para ocupar el nicho de especie dominante que creemos ocupar nosotros en la actualidad.

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

10 de octubre 2007 • Volumen 8 Número 10 • ISSN: 1067-6079

Bibliografía

Barry, R, G y Chorley, R. J. 2003. Atmosphere**, Weather, and Climate,** Routledge Taylor & Francis Group, New York.

Bergman, Noam M., Timothy M. Lenton, and Andrew J. Watson (2004). "COPSE: A new model of biogeochemical cycling over Phanerozoic time". American Journal of Science **301***: 182-204.*

Brohan, P., J.J. Kennedy, I. Harris, S.F.B. Tett and P.D. Jones, 2006: Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. *J. Geophysical Research* **111**, D12106, doi:10.1029/2005JD006548

Caballero M., Vazquez G., Lozano S., Rodriguez A., Sosa S., Ruiz A.C., Ortega B., (2006). Present limnological conditions and recent (ca. 340 yr) paleolimnology of a tropical lake in the Sierra de los Tuxtlas, Eastern Mexico. *Journal of Paleolimnology,* 35: 83-97

Field C.B. y Raupach M.R. (eds.) 2004. The Global Carbon Cycle Integrating Humans, Climate, and the Natural World. Island Press, Washington

Nyberg, J. Malmgren, B. A. Kuijpers, A. & Winter, A. (2002) Paleogeogr. Palaeoclimatol. Paleoecol. 183, 25-41.

Petit JR, Jouzel J, Raynaud D, Barkov NI, Barnola JM, Basile I, Bender M, Chappellaz J, Davis M, Delaygue G, Delmotte M, Kotlyakov VM, Legrand M, Lipenkov VY, Lorius C, Pepin L, Ritz C, Saltzman E, Stievenard M (1999) Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. Nature 399:429-436

Thoning K.W., P.P. Tans, and W.D. Komhyr, Atmospheric carbon dioxide at Mauna Loa Observatory 2. Analysis of the NOAA GMCC data, 1974-1985, J. Geophys. Research, vol. 94, 8549-8565, 1989

© Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.