

Francisca Staines Urias

Cambio climático: interpretando el pasado para entender el presente
Ciencia Ergo Sum, vol. 14, núm. 3, noviembre-febrero, 2007, pp. 345-351,
Universidad Autónoma del Estado de México
México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10414313>



Ciencia Ergo Sum,
ISSN (Versión impresa): 1405-0269
ciencia.ergosum@yahoo.com.mx
Universidad Autónoma del Estado de México
México

Cambio climático: interpretando el pasado para entender el presente

Francisca Staines Urías*

Recepción: 9 de enero de 2007

Aceptación: 19 de julio de 2007

*University of Southern California, Earth Science
Department. 3651 Trousdale Parkway, ZHS 117,
Los Angeles, CA 990089-0740.

Correo electrónico: staines@usc.edu

Resumen. Entender los factores que controlan el clima y las causas del cambio climático reciente nos permite evaluar cuánto de este cambio es producto de la variación natural del sistema climático y hasta dónde es una consecuencia de la actividad humana. Este artículo explica brevemente las partes que conforman el sistema climático, la manera en que los científicos investigan los cambios ambientales ocurridos en el pasado y cómo se evalúa e interpreta la variabilidad climática actual. Además, hace referencia a la evidencia de un cambio climático acelerado durante el siglo XX y discute la posición de la comunidad científica ante tal evidencia.

Palabras clave: cambio climático, impacto antropogénico.

Climate Change: Interpreting the Past to Understand the Future

Abstract. Understanding the factors that affect the climate and the causes of the recent climatic changes is a necessary step to evaluate how much is due to natural variability of the climatic system and how much is due to human activity. This paper explains briefly the parts that form the climate system, their interactions, the ways in which scientists approach climate changes that have occurred in the past and how they evaluate and interpret the actual climate variability. Also, we show the evidence of an accelerated climate change during the 20th century and the position of the scientific community towards this evidence is discussed.

Key words: climate change, anthropogenic impact.

Introducción

Actualmente la frase “cambio climático” se menciona con frecuencia en todos los medios. Se habla de este tema en noticieros, internet, periódicos, películas, etc., pero ¿exactamente a qué se refieren? ¿Qué es lo que se llama cambio climático?

Cuando se habla de política ambiental, el término cambio climático ha sido usado para hacer referencia a las variaciones que han ocurrido en el clima durante éste y el final del siglo pasado, incluyendo el incremento en la temperatura promedio de la Tierra —observado desde finales del siglo XIX denominado calentamiento global.

Los científicos hablan de cambio climático para hacer referencia a la variación global o regional del clima en la Tierra a lo largo del tiempo. Científicamente este fenómeno es definido como la variabilidad observada respecto al clima promedio en escalas de tiempo que van de unas cuantas décadas a millones de años. Por ello, usar el térmi-

no “cambio climático” en referencia exclusiva a los cambios ocurridos muy recientemente en la historia de la Tierra puede resultar confuso, especialmente considerando que el estudio del pasado terrestre demuestra que el clima ha cambiado siempre, constantemente y desde antes de que los humanos existiéramos. Por lo tanto, es importante mencionar que las variaciones climáticas pueden ser producidas naturalmente por fenómenos internos del sistema Tierra-atmósfera o pueden ser causadas por forzamientos externos (variaciones en la órbita terrestre, en la cantidad de energía solar) y que sólo más recientemente la actividad humana se ha convertido en otra de las fuerzas modificadoras del clima.

El objetivo aquí es explicar de manera general los elementos que componen el sistema climático, cómo interactúan y dar una visión general de cómo los científicos han evaluado la variabilidad climática pasada para crear una referencia a los cambios que se observan hoy en el clima, haciendo mención y analizando la posibilidad de que sea la actividad humana la causante de tales variaciones en las últimas décadas.

1. El sistema climático

El clima terrestre es controlado por el balance energético que existe entre los diversos factores que componen el sistema climático. La tierra intercepta la radiación del Sol y esta energía es la que en última instancia controla el clima del planeta. Sin embargo, cómo y cuánta de esta energía es distribuida, almacenada o reflejada de vuelta al espacio, son factores que también juegan un papel trascendental en definir las características del clima global.

Cerca de un tercio de la energía solar que la Tierra recibe es reflejada de vuelta al espacio; el resto es absorbida por las diferentes partes del sistema climático:

la atmósfera, los océanos, las capas de hielo, los continentes y las diversas formas de vida. Cada una de estas partes ayuda a distribuir la energía, disminuyendo los contrastes entre las áreas donde la mayor parte de la energía es recibida y las regiones donde la mayor parte de la ésta es reflejada.

La Tierra también manda energía de vuelta al espacio, este proceso se llama reradiación. Sin embargo, existe una gran diferencia entre la energía que se recibe del Sol y la que se emite desde la Tierra, ya que el primero emite radiaciones de onda corta (mayoritariamente rayos UV), mientras la superficie terrestre reradia energía en forma de calor, es decir radiaciones de onda larga (rayos infrarrojos). Como parte del proceso de reradiación, un porcentaje de la energía de onda larga es reabsorbida por el sistema climático y re-emitada en un proceso denominado efecto invernadero, el resto se disipa en el espacio.

A largo plazo existe un balance entre la energía que se recibe y la que se emite; sin embargo, éste puede alterarse si ocurre cualquier cambio en los factores que controlan el proceso, provocando alteraciones en el clima. El resultado es que a lo largo de la historia de la Tierra el clima ha cambiado múltiples veces. Algunos de estos cambios se han dado a escala global, mientras que otros han sido de escala hemisférica o regional y varios son los factores naturales y humanos que han estado involucrados.

2. Factores naturales

2.1. Cambios en la radiación solar

La cantidad de energía que el Sol emite no es constante. Con relación a lo anterior, la luminosidad del Sol varía dependiendo de muchos factores, el número de manchas solares en su superficie, por ejemplo. Diversos análisis de la variabilidad de la luminosidad so-

lar, realizados algunos desde el siglo pasado, indican la existencia de un ciclo de luminosidad con una periodicidad de aproximadamente 11 años. Ésta se observa además en los registros históricos de la variación de la temperatura en la Tierra. La relación entre luminosidad solar y temperatura terrestre es una muestra de la gran influencia que pequeños cambios en la energía irradiada por el Sol tienen sobre el clima de la Tierra.

2.2. Cambios en la órbita terrestre

Las variaciones en la geometría de la órbita que la Tierra describe alrededor del Sol determinan dónde y cuándo es que la Tierra recibe la mayor cantidad de energía solar, afectando la cantidad de energía que es reflejada y absorbida, y consecuentemente al balance energético neto. Las variaciones orbitales también conocidas como ciclos Millankovich, tienen periodicidades que van de los miles a los cientos de miles de años y han sido señaladas como la causa principal de las Épocas de Hielo o glaciaciones.

2.3. El efecto invernadero

Este es un proceso mediante el cual parte de la energía de onda larga emitida por la superficie terrestre es retenida por las nubes (que actúan como un aislante entre la tierra y las capas altas de la atmósfera) y los gases de invernadero (vapor de agua, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso), sin afectar la entrada de los rayos UV provenientes del Sol. Son los gases de invernadero los encargados de mantener la temperatura de la Tierra en un rango habitable, 33° C más cálida de lo que estaría normalmente.

2.4. Aerosoles

Son partículas y gotas tan pequeñas (de los 10 nm a los 100 µm de diámetro) que se mantienen en suspensión en un gas, en este caso la atmósfera, por periodos considerables. Los aerosoles re-

flejan y/o absorben la radiación solar que se recibe en la Tierra. Un cambio en el tipo o cantidad de aerosoles presentes en la atmósfera puede alterar de forma regional o global el balance energético del planeta.

3. Factores humanos (antropogénicos)

3.1. Incremento en la concentración de gases de invernadero

Muchas actividades humanas liberan gases de invernadero, principalmente dióxido de carbono (por la quema de combustibles fósiles) y metano (por la práctica de la agricultura y ganadería extensivas). El incremento en la concentración de estos gases aumenta la retención de la energía reradiada. Si más energía es retenida, el balance energético se vuelve positivo, creando la posibilidad de que la humanidad sea en parte responsable por el incremento en la temperatura del planeta observado desde la segunda mitad del siglo XIX, al final de la Pequeña Edad de Hielo e inicio de la Revolución Industrial.

3.2. Cambios en el uso del suelo

La transformación de terrenos boscosos en áreas de cultivo o la sustitución de cobertura vegetal por asfalto o concreto han alterado de forma sustancial la manera en que la Tierra refleja la luz solar e irradia calor. Estos cambios afectan los patrones regionales de evaporación, lluvias e infiltración del agua al subsuelo, afectando la distribución de la energía en el planeta.

3.3. Aerosoles

La industria y agricultura agregan una increíble cantidad de aerosoles a la atmósfera y aunque la mayoría son rápidamente removidos por la fuerza de gravedad, durante el periodo en que se encuentran en suspensión, afectan el balance energético. En general se

considera que los aerosoles tienen un impacto negativo en el balance energético, pues el incremento en la concentración de aerosoles incrementa la cantidad de energía solar que es reflejada al espacio. Como ejemplo podemos mencionar las zonas con tráfico aéreo continuo, donde las estelas creadas por las turbinas de los aviones producen alta reflexión (albedo) impidiendo el paso de la luz solar a la superficie terrestre. En la actualidad se calcula que los aerosoles de origen antropogénico conforman cerca del 10% del total contenido en la atmósfera (Zwiers y Zhang, 2003).

4. Determinando climas pasados

Debido a su complejidad, entender el funcionamiento de cada uno de los elementos del sistema climático requiere del estudio de la variabilidad climática pasada. Por ello, la caracterización de los climas pasados es un tema de gran interés científico, pues la identificación y cuantificación de la variabilidad climática debida exclusivamente a factores antropogénicos necesita establecer la naturaleza y magnitud de la variación climática natural. Consecuentemente, cuantificar la variación del clima en el pasado se ha convertido en uno de los mayores retos que hoy enfrentan los científicos y ha dado lugar al surgimiento de la paleoclimatología.

La paleoclimatología es una rama de la ciencia cuyo objetivo es la reconstrucción y caracterización del clima en el pasado, además del análisis de la variabilidad climática en la Tierra a partir de indicadores climáticos indirectos.

Cabe recordar que el uso de termómetros para medir la temperatura del aire no se volvió común hasta después de 1850. Aún entonces la mayoría de las mediciones fueron realizadas en el hemisferio norte, particularmente en los Estados Unidos y Europa occiden-

tal y que éstos registros carecen de continuidad temporal y espacial. Esencialmente, se puede decir que no hay datos cuantitativos de las condiciones climáticas de ninguna región del globo para antes de 1800.

Afortunadamente, hay regiones de la Tierra donde existen registros, generados naturalmente de los cambios ocurridos en las condiciones ambientales a través del tiempo, registros que pueden ser calibrados usando condiciones actuales y utilizados para extender nuestro conocimiento de la historia climática más allá de lo que los registros históricos nos permitirían. Estos registros naturales son lo que los paleoclimatólogos denominan indicadores climáticos indirectos o *proxies*. Entre los *proxies* más comúnmente usados se encuentran los sedimentos de mar profundo o de fondo de lagos, los anillos de crecimiento de árboles, las bandas de crecimiento del coral, los núcleos de hielo y los depósitos minerales en cuevas (estalagmitas y estalactitas).

Para utilizar cualquier indicador climático indirecto, primero es necesario establecer si éste es realmente sensible a cambios en el parámetro que se desea medir. También es necesario determinar cuantitativamente la relación entre la variación del parámetro y la variación del *proxy*. Esta fase de la investigación es conocida como calibración.

Utilicemos los anillos de crecimiento de un árbol como ejemplo para explicar el desarrollo y uso de un *proxy*. Los árboles registran las condiciones climáticas en las que crecieron por medio de sus anillos de crecimiento. Un anillo ancho significa muchos días cálidos y suficiente agua, mientras que un anillo angosto indica condiciones desfavorables como sequía o heladas. La mezcla de las condiciones registradas (momento del deshielo, intensidad de la lluvia, temperaturas durante el verano, etc.) depende mucho de la especie y hasta del individuo en

particular. Además, hay que considerar dónde creció cada árbol, pues aún en la misma región los árboles creciendo en una planicie no registrarán las mismas condiciones que los que han crecido en una ladera con pendiente. Por consiguiente se considera que un árbol representa un registro sesgado y que es necesario contar con más de un registro por región. Lo mismo se aplica a todos los otros organismos utilizados como *proxies* (corales, microfósiles, etc.).

La información que los científicos pueden obtener de un árbol depende de cuántas propiedades puedan medir para cada anillo de crecimiento (ancho total de cada anillo, ancho y densidad de la madera temprana, densidad y ancho de la madera tardía), de qué tan hábilmente se usen los métodos estadísticos disponibles y de qué tan bien las variables que nos interesan —digamos, temperatura de primavera, precipitación anual total— puedan ser correlacionadas con una propiedad particular de los anillos.

También es posible obtener información específica a partir de la composición de cada anillo al hacer mediciones de la química isotópica de la madera que lo compone. Este tipo de análisis puede indicarnos cuál era la composición isotópica del agua de lluvia en cada año o estación (usando isótopos de oxígeno) o puede indicarnos razones fotosintéticas de cada árbol (usando isótopos de carbono).

5. Mil años de variaciones en la temperatura terrestre

Usando una gran variedad de *proxies* fue posible crear un registro semicuantitativo de la temperatura promedio en el hemisferio norte para los últimos 1 000 años (figura 1).

Con base en éste y otros registros que incluyeron diferentes variables ambientales —con datos provenientes tanto de registros paleoclimáticos

como históricos, el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) en su informe de evaluación emitido en 2001 consideró que:

a) existe una tendencia desde finales del siglo XIX hacia temperaturas cada vez más elevadas, *b)* que la actividad humana ha tenido un efecto neto positivo en este calentamiento y *c)* que las temperaturas observadas desde la última mitad del siglo XX son inusualmente altas, dadas las condiciones radiactivas (luminosidad solar, geometría orbital, etc.) predominantes durante este periodo.

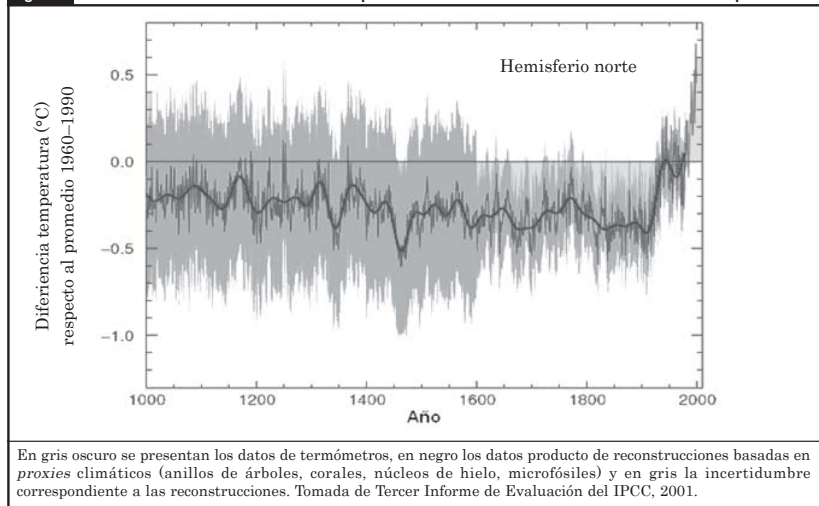
Como se aprecia en la figura 1, es necesario tener presente que la incertidumbre asociada a las paleotemperaturas (temperaturas reconstruidas con base en *proxies*) es mucho mayor que la incertidumbre asociada con los datos que fueron medidos directamente y también, que la mayoría de los datos utilizados —históricos y paleoclimáticos— provienen del hemisferio norte. Por ello, y aunque en la actualidad no existe duda de que el clima en la Tierra ha cambiado abruptamente desde finales del siglo XIX y de que las temperaturas se han elevado continuamente desde entonces; dadas la diferencia en la precisión entre los datos reconstruidos y los medidos, la falta de una cobertura global

y nuestro rudimentario conocimiento acerca de algunas de las funciones de los elementos del sistema climático; sí existe controversia acerca de la magnitud real del cambio climático reciente, acerca de si realmente este cambio rebasa la variabilidad natural esperada y acerca de cuánto de este cambio es producto exclusivo de la actividad humana.

Si analizamos las reconstrucciones de la temperatura, presentadas en la figura 1 (olvidándonos por un momento de las incertidumbres asociadas para considerar sólo las tendencias), el incremento en la temperatura observado a lo largo del siglo XX, particularmente desde la década de los setenta, aparece como el más importante de los últimos 1 000 años.

El incremento en la temperatura está atribuido a diferentes causas que pueden ser resumidas en: *a)* El sistema climático está reaccionando después de una anomalía negativa causada por un aporte solar disminuido, que fue seguida de un constante incremento en la energía solar. Este aporte anómalamente bajo de radiación solar ocurrido a partir de finales de la Edad Media hasta la primera mitad del siglo XIX dio origen a un fenómeno conocido como la Pequeña Edad de Hielo (no confundir con las

Figura 1. Reconstrucción de la variación de la temperatura en el Hemisferio Norte durante los 1000 años pasados.



glaciaciones que están relacionadas con cambios orbitales), *b)* El sistema está reaccionando después de una anomalía negativa causada por un incremento en la actividad volcánica global y *c)* El sistema no está reaccionando, sino que está siendo forzado hacia temperaturas más cálidas por un incremento en la concentración de los gases de invernadero en la atmósfera, producto de la actividad humana. Por supuesto, existe una cuarta y más plausible explicación; *d)* el incremento en la temperatura es producto de una combinación de las tres causas antes mencionadas.

Consideremos estas cuatro posibilidades y exploremos un poco lo que sabemos de algunos de los cambios ocurridos recientemente (en los últimos 200 años) buscando una indicación de las causas del cambio climático durante el siglo XX.

Consideremos primero los factores naturales, algunos de los cuales pueden generar disturbios climáticos drásticos y a corto plazo como la actividad volcánica. Como ejemplo podemos mencionar uno de los cambios climáticos más severos registrados en 1815 después de la erupción del volcán Tambora en Indonesia. Este volcán arrojó cerca de 160 millones de toneladas de ceniza a la atmósfera, bloqueando la luz solar en varias regiones del globo desde el invierno de 1815 hasta el otoño de 1816, provocando un descenso en la temperatura promedio de cerca de 1.1° C. Ese año, en varias regiones del Hemisferio Norte, la nieve que generalmente desaparece en el verano permaneció todo el año, provocando hambruna y la muerte de cerca de 82 000 personas. Esta anomalía negativa es considerada importante al momento de evaluar las tendencias positivas del promedio de la temperatura global observadas durante todo el siglo XX (Oppenheimer, 2003).

Otro factor importante dada su influencia en el clima, es la variación en la

radiación solar. Al respecto, recientemente fue publicado un reporte en la revista *Nature* que asegura que los cambios en la luminosidad solar relacionados con presencia/ausencia de manchas solares ocurridos desde 1850 han sido pequeños y demasiado constantes para considerarse como el factor principal del incremento en la temperatura terrestre, aunque Peter Foukal y sus colegas, coautores de dicho reporte, señalan que pueden existir otros mecanismos solares más complicados que pudieran estar afectando el clima en modos que aún no entendemos. Y es ahí donde los científicos coinciden de forma más contundente: no sabemos lo suficiente del sistema climático y es necesario un esfuerzo constante y organizado para obtener la mayor información en el menor tiempo posible.

Por otra parte, no sólo la rapidez, sino la dirección (hacia mayores temperaturas) de los cambios observados en las últimas décadas, parece señalar a la influencia humana como posible responsable. Desde el inicio de la Revolución Industrial, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera se ha incrementado en por lo menos un 30% y la concentración actual de los gases de invernadero en la atmósfera es la más alta registrada desde hace más de 400 000 años (IPCC, 2001).

En la última década la evidencia de un cambio climático acelerado ha ido en aumento. Las estadísticas muestran que 1998 fue el año más caliente registrado, seguido por 2005 (NOAA, 2006). En septiembre de 2006 la NASA publicó un estudio mostrando que desde 2005 ha habido una reducción progresiva de cerca de 6% en la cobertura de hielo invernal en el Ártico. En estudios previos, reducciones similares en la cobertura del hielo fueron observadas durante el verano. Sin embargo, el hecho de que durante la noche invernal el volumen de hielo esté

disminuyendo es un nuevo paso hacia un Ártico libre de hielo, evidencia del incremento en la temperatura terrestre.

Así, dado un escenario donde la variación en la radiación solar ha sido pequeña, aunque en incremento constante, y donde los gases de invernadero han aumentado tan drásticamente su concentración, parece natural que sean estos últimos y consecuentemente nosotros los humanos los responsables directos del cambio climático del cual estamos siendo testigos.

6. ¿Modelos simples o simples modelos?

Recientemente, el uso de modelos ha mejorado mucho nuestro conocimiento del sistema climático. Sin embargo, estos modelos han heredado parte de las ambigüedades y desconocimientos existentes. Por ello, a pesar de que los modelos climáticos actuales son simulaciones por computadora que duplican las interacciones entre la atmósfera, los océanos y los continentes, el sistema es de una complejidad tal, incluyendo ciclos biológicos, circulación oceánica, emisiones volcánicas y variaciones en la energía solar, que el trabajo asociado al modelado climático siempre implica un poco de adivinación por parte del científico y los resultados obtenidos expresan incertidumbres tan grandes como las de las reconstrucciones paleoclimáticas.

El uso de modelos relativamente simples puede ayudarnos a evaluar más claramente el rol de cada elemento involucrado y la magnitud del cambio climático asociado a un elemento en particular.

Considerando la actividad humana como el factor más importante en el calentamiento observado desde 1850, la explicación más simple es que el sistema está respondiendo únicamente al incremento en la concentración de los gases de invernadero.

Si duplicamos el incremento en la concentración de dióxido de carbono observado a lo largo del siglo XX, los modelos climáticos muestran un incremento en la temperatura global cercano al observado. Estos mismos modelos describen una tendencia en el incremento de la temperatura extremadamente similar a la anterior y que va a la par del incremento en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera.

Sin embargo, algunos científicos señalan que al considerar el incremento en la luminosidad solar observado desde 1850, existe una incongruencia entre el modelo descrito anteriormente y la realidad, ya que el efecto de los gases de invernadero debería ser menor al anticipado o el océano debería ser capaz de absorber mucho del incremento térmico asociado al incremento en la radiación solar.

Esta incongruencia puede ser corregida si consideramos un último factor: el incremento antropogénico en la concentración de aerosoles. Recordemos que los aerosoles son capaces de bloquear parte de la luz solar recibida y pudieran ser la causa de que el incremento en energía solar no fuese evidente en la respuesta climática. Así, una manera simple de explicar la coincidencia que existe entre el incremento en gases de invernadero y la temperatura terrestre, considerando también el incremento en la radiación solar, es que el incremento en la luminosidad ha sido extensamente compensado por el enfriamiento causado por la contaminación del aire y la absorción de calor en los océanos. Indicando que a pesar del incremento en aporte energético del Sol a la Tierra, los gases de invernadero y los aerosoles de origen humano han jugado un papel significativo en el cambio climático reciente.

En su trabajo sobre variabilidad solar, Judith Lean y coautores, abordan esta temática y evalúan las contribuciones por forzamientos naturales y

antropogénicos, estableciendo que el forzamiento solar ha contribuido con cerca de la mitad del calentamiento superficial de 1860 y con casi un tercio del observado desde la década de los setenta, siendo el resto consecuencia del incremento en la concentración de gases de invernadero e indicando que la contribución humana ha ido en aumento.

7. La Política frente al cambio climático

A pesar de que la evidencia científica generada en las últimas décadas no deja lugar a dudas acerca de la realidad del cambio climático o la contribución antropogénica al mismo, establecer definitivamente la importancia del factor humano en el cambio climático moderno es y ha sido una de las mayores controversias políticas de los últimos tiempos. Resulta evidente que declarar a la actividad humana como principal responsable del cambio climático tendría implicaciones políticas y consecuencias económicas globales, especialmente para los países desarrollados, responsables mayoritarios de la producción de gases de invernadero. Por este motivo políticamente se ha apelado a la incertidumbre de los estudios paleoclimatológicos y de los resultados provenientes de modelos climáticos, además de la carencia de series de datos climáticos lo suficientemente largas, como excusa para no tomar acciones inmediatas que permitan disminuir el impacto humano en el clima.

Para contrarrestar la visión que políticamente se tiene de la investigación en cambio climático y en un intento por esclarecer la posición de la ciencia en esta controversia, en el 2004 se publicó el artículo de la investigadora Naomi Oreskes, quien realizó la revisión de 928 publicaciones científicas en el tema, provenientes de revistas arbitradas de entre 1993 y 2003, para saber si existía un con-

senso entre la comunidad científica respecto a la influencia de la actividad humana en el clima, más particularmente en el calentamiento global. Lo que ella encontró fue que todos y cada uno de los autores de dichos artículos están de acuerdo con el hecho de que existe evidencia que muestra un impacto humano en los cambios observados durante las últimas décadas, aunque las opiniones varíen en cuanto a la magnitud de dicho impacto.

En 2006, la Academia Nacional de las Ciencias de los Estados Unidos junto a un grupo de otras nueve academias científicas se unieron para realizar un llamado a los líderes mundiales respecto al cambio climático. Este llamado no puede ser más claro respecto a la conexión que existe entre la actividad humana y el cambio climático diciendo:

Cualquier acción tomada en este momento para reducir significativamente el incremento en la concentración de los gases de invernadero en la atmósfera disminuirá la magnitud y razón del cambio climático.

Y es que a nivel mundial, la comunidad científica está cada vez más preocupada por los impactos que este cambio climático pueda tener. No es solamente el incremento en la temperatura lo que preocupa, sino lo que eso significará para la vida en el planeta.

La mayoría de los científicos coinciden en que temperaturas más altas significarán climas más extremos, más sequías, más huracanes o huracanes más intensos, más inundaciones, el derretimiento de glaciares y de hielo polar con el consecuente incremento en el nivel del mar, escasez de agua y la pérdida de hábitat y especies.

Me uno a aquellos científicos que opinan que las incertidumbres existentes no son motivo suficiente para no actuar y

coincido con el Dr. Richard Sommerville, meteorólogo de Scripps, quien expresó su opinión de esta manera: “Si vas al doctor y te dice que debido a tu condición física estás en riesgo de un ataque cardíaco, tú no le das la espalda diciendo que la medici-

na es imperfecta y que realmente nadie puede predecir un ataque cardíaco. No, por el contrario, lo tomas seriamente. De esa misma manera debemos considerar los resultados de la investigación en cambio climático”. Porque, independientemente de las incertidumbres

científicas, la evidencia con la que ya se cuenta indica que contener nuestros impactos al sistema climático es una prioridad y debería serlo para los líderes mundiales, especialmente considerando las consecuencias ecológicas, económicas y sociales previstas.

ergo

Bibliografía

Etheridge, D.M.; L.P. Steele; R.L. Langenfelds and R.J. Francey (1996). “Natural and Anthropogenic Changes in Atmospheric CO₂ over the Last 1000 Years from Air in Arctic Ice and Firn”, *Journal of Geophysical Research* 101, 4115-28.

Foukal, P.; C. Fröhlich; H. Spruit and T. M. L. Wigley (2006). “Variations in Solar Luminosity and their Effect on the Earth’s Climate”, *Nature*. 443.

Lean, J.; J. Beer and R. Bradley (1995). “Recon-

struction of Solar Irradiance Since 1610: Implications for Climate Change”, *Geophysical Research Letters*. 22.

Lean, J. and D. Rind (1998). “Climate Forcing by Changing Solar Radiation”, *Journal of Climate*. 11.

Oppenheimer, C. (2003). “Climatic, Environmental and Human Consequences of the Largest Known Historic Eruption: Tambora Volcano (Indonesia) 1815”, *Progress in Physical Geography*. 27.

Orestes, N. (2004). “Beyond the Ivory Tower: The Scientific Consensus on Climatic Change”, *Science*. 306.

Houghton, J.T.; Y. Ding; D.J. Griggs; M. Noguer; P.J. van der Linden; X. Dai and K. Maskell. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. in IPCC: Work Group I. (Eds).

Zwiers, F. W. and X. Zhang (2003). “Toward Regional-scale Climate Change Detection,” *Journal of Climate*. 16.

Únete al equipo de Futuro UAEM

La revista cuenta con diez secciones permanentes que abarcan docencia, investigación, cultura, administración, vinculación con la sociedad, deportes, convocatorias y anuncios diversos, creación (pintura, fotografía, literatura, cómic) y temas de actualidad.

Criterios Editoriales:

- Participación abierta a todos los alumnos, egresados, académicos, investigadores, administrativos y trabajadores en general de la UAEM.
- Textos de 5000 caracteres máximo y 2500 mínimo en Word (formato normal); si se incluyen fuentes de consulta, anotar todos los datos.
- Fotografías o imágenes de 10 x 15 cm, con 300 píxeles de resolución y en jpg; o bien, entregarlas de forma impresa.
- Breve ficha curricular: nombre completo, espacio universitario, actividad en la UAEM, teléfono y correo electrónico.
- Las colaboraciones deben ser enviadas con 30 días de anticipación (mínimo), durante la primera semana de cada mes.
- Todos los materiales pasan por un proceso de selección y edición.
- No se devuelven originales

revistauniversitaria@uaemex.mx

Informes:
Secretaría de Difusión Cultural, Francisco de P. Castañeda 105 (casi esquina Heriberto Enriquez), Colonia Universidad, Toluca, México 50130. Tels. 2 77 38 35/ 36 ext. 121.
Dirección General de Comunicación Universitaria: Edificio Administrativo de la UAEM, 4º piso, Rayón 510 esquina Arteaga, Colonia Cuauhtémoc, Toluca, México 50130. Tels. 2 26 11 38/ 39 exts. 2421 y 2425