

CALENTAMIENTO GLOBAL

“La mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años, es atribuible a la actividad humana”.

IPCC ONU*

TODOS PODEMOS EVITAR MAYOR CONTAMINACIÓN

Por Genaro Arcos Navarro
Revista Ciencia UAT

El Calentamiento Global antropogénico es una realidad, las emisiones de CO₂ (Bióxido de Carbono) producto de la quema de combustibles fósiles han alterado el equilibrio climático del planeta. Sin embargo todos podemos contribuir de manera positiva modificando conductas personales en el hábitat en el que nos desarrollamos para reducir las emisiones del CO₂ en nuestro medio ambiente, siguiendo acciones personales y familiares.

SOLUCIONES DOMÉSTICAS PARA REDUCIR LA EMISIÓN DE CO₂

Cambiar las bombillas tradicionales por las compactas fluorescentes (CFL). Las CFL, consumen 60% menos electricidad que una bombilla tradicional, por lo que este simple cambio reducirá la emisión de 140 kilos de bióxido de carbono al año.

Poner el termostato con dos grados menos en invierno y dos grados más en verano. Ajustando la

calefacción y el aire acondicionado se podrían ahorrar unos 900 kilos de bióxido de carbono al año.

Utilizar menos agua corriente. Preferir una ducha antes que un baño, no dejar el agua correr sin ser utilizada.

Evitar el uso del agua caliente. Se puede usar menos agua caliente instalando una ducha-teléfono de baja presión y lavando la ropa con agua fría o tibia.

Utilizar el tendedero en vez de la secadora de ropa. Si se seca la ropa al aire libre la mitad del año, se reduce en 320 kilos la emisión de bióxido de carbono al año.

Comprar productos de papel reciclado. La fabricación de papel reciclado consume entre 70% y

90% menos energía y evita que continúe la deforestación mundial.

Comprar alimentos frescos. Producir comida congelada consume 10 veces más energía.

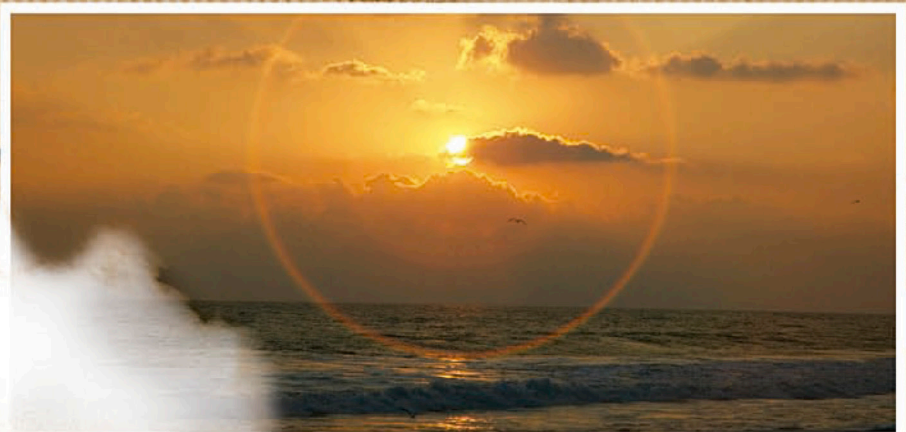
Evitar comprar productos envasados. Si se reduce en un 10% la basura personal se puede ahorrar 540 kilos de bióxido de carbono al año.

Utilizar menos los aparatos eléctricos; al menos, los encaminados exclusivamente al ocio. Desconectar los aparatos de radio, televisión, videojuegos, entre otros; a los que no se esté prestando atención en ese momento.

Reciclar. Se pueden ahorrar hasta mil kilos de residuos en un año reciclando la mitad de los residuos de una familia.

Elegir un vehículo de menor consumo. Un vehículo nuevo puede ahorrar 1.360 kilos de bióxido de carbono al año, si este rinde dos kilómetros más por litro de combustible (lo mejor sería comprar un vehículo híbrido o con biocombustible).

Conducir de forma eficiente: utilizando la mar-



Estados Unidos produce mayores emisiones de gases de efecto invernadero que cualquier otro país.

* Inter-Governmental Panel Climate Change

cha adecuada a la velocidad, no frenar ni acelerar bruscamente, y en general intentar mantener el número de revoluciones del motor tan bajo como sea posible.

Evitar, si es posible, circular en horas pico. Las instituciones públicas deberían fomentar horarios laborales ligeramente diferidos (con una o dos horas sería suficiente) de manera que la llegada de los trabajadores a sus centros de producción fuera escalonada, lo que redundaría en una menor saturación de las vías de comunicación.

Usar menos el automóvil. Caminar, ir en bicicleta, compartir el vehículo y usar el transporte público. Reducir el uso del vehículo propio en 15 kilómetros semanales evita emitir 230 kilos de bióxido de carbono al año.

Elegir una vivienda cerca del centro de trabajo o de la escuela de nuestros hijos.

No viajar tan frecuentemente ni tan lejos por puro placer. Desde hace unos 20 años el hábito de viajar en avión se ha extendido de tal forma, y en ocasiones a precios tan bajos, que las emisiones de gases por las aeronaves se han incrementado en más de un 200% por ese motivo.

Revisar frecuentemente los neumáticos. Una presión correcta de los neumáticos mejora la tasa de consumo de combustible hasta en un 3%. Cada litro de gasolina ahorrado evita la emisión de tres kilos de bióxido de carbono.

Plantar árboles. Una hectárea de árboles, elimina a lo largo de un año, la misma cantidad de bióxido de carbono que producen cuatro familias en ese mismo tiempo. Un solo árbol elimina una tonelada de bióxido de carbono a lo largo de su vida.

¿QUÉ ES EL CALENTAMIENTO GLOBAL?

El clima, como característica de la atmósfera, está en constante cambio permitiendo la vida en el planeta. La atmósfera terrestre es una mezcla de gases compuesta por: 78% nitrógeno (N₂), 21% oxígeno (O₂), 0.9% Argón (Ar), trazas de otros gases y sólo 0.03% bióxido de carbono (CO₂); este último es, por su concentración en la atmósfera, el más importante de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) después del vapor de agua, provocando que parte del calor del sol que nuestro planeta refleja quede atrapado manteniendo la temperatura media global en +15° centígrados, favorable a la vida, en lugar de -18 ° centígrados, que resultarían nocivos.

Los GEI son suficientemente transparentes a la radiación solar visible y calienta su superficie, pero relativamente opacos para la radiación infrarroja



La separación de los residuos facilitará el reciclaje de la basura.

que la superficie terrestre reemite, al calentarse, hacia el espacio exterior. A mayor concentración de GEI en la atmósfera, mayor la opacidad de ésta ante la radiación infrarroja reflejada y mayor la temperatura promedio de la superficie terrestre.

Así, durante muchos millones de años, el efecto invernadero natural mantuvo el clima de la Tierra a una temperatura media relativamente estable que permitía que se desarrollase la vida. Los gases invernadero retenían el calor del sol cerca de la superficie de la Tierra, ayudando a la evaporación del agua superficial para formar las nubes, las cuales devuelven el agua a la Tierra, en un ciclo vital que se había mantenido en equilibrio.

NACE EL IPCC DE LA ONU

Con objeto de realizar un análisis global del Cambio Climático la Organización de las Naciones Unidas (ONU) integró un cuerpo mitigubernamental y científico denominado Inter-Governmental Panel Climate Change (IPCC, por sus siglas en inglés). Destacando su labor en la concertación del Protocolo de Kyoto.

El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kyoto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios pactaron reducir en un 5% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990.

El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004.

El objetivo principal para el IPCC es disminuir el Cambio Climático de origen antropogénico cuya base es el efecto invernadero. Según las cifras de la ONU, se prevé que la temperatura media de la superficie del planeta aumente entre 1,4 y 5,8 °C de aquí al 2100, a pesar que los inviernos son más fríos y violentos. Ésto se conoce como Calentamiento Global. "Estos cambios repercutirán grave-

mente en el ecosistema y en nuestras economías", señala la Comisión Europea sobre Kyoto.

Calentamiento Global es un término utilizado habitualmente en dos sentidos:

1. Es el fenómeno observado en las medidas de la temperatura que muestra en promedio un aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas.
2. Es una teoría que predice, a partir de proyecciones basadas en simulaciones computacionales, un crecimiento futuro de las temperaturas.

Cuando el Cambio Climático es producido por influencia humana se denomina Cambio Climático Antropogénico. Esta variante antropogénica de la teoría predice que el calentamiento global continuará si lo hacen las emisiones de bióxido de carbono (CO₂), producto de la quema de combustibles fósiles.

TEORÍAS Y CONTROVERSIAS DE LOS CAMBIOS DE TEMPERATURAS

Existe un debate social y político sobre la cuestión de si existe consenso científico suficiente para justificar una acción internacional concertada para aminorar sus efectos.

Los defensores de la teoría del Calentamiento Global por causas antropogénicas expresan una amplia gama de opiniones, aunque la posición mayoritaria es la defendida por el IPCC, que responsabiliza a la actividad industrial y pide la disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. (1)

Otros apoyan medidas como el Protocolo de Kyoto sobre el Cambio Climático, que intentan tener cierto efecto sobre el clima futuro y llevar a cabo otras medidas posteriormente. Éstos piensan que el daño medioambiental tendrá un impacto tan serio que deben darse pasos inmediatamente para reducir las emisiones de CO₂, a pesar de los

costos económicos para las naciones. Por ejemplo Estados Unidos, que produce mayores emisiones de gases de efecto invernadero que cualquier otro país, en términos absolutos, y es el segundo mayor emisor per cápita después de Australia.

Los economistas también han alertado de los efectos desastrosos que tendrá el cambio climático sobre la economía mundial con reducciones de hasta un 20% en el crecimiento, cuando las medidas para evitarlo no sobrepasarían el 1% (2). Los daños económicos predichos provendrían principalmente del efecto de las catástrofes naturales, con cuantiosas pérdidas de vidas humanas, como sucedió en Europa (3).

También existen científicos y autores eco-escépticos, como Bjorn Lomborg, que ponen en duda el origen antropogénico del Calentamiento Global basándose en los mismos datos usados por los defensores del Calentamiento Global. Estos defienden que no están demostradas las teorías que predicen el incremento futuro de las temperaturas, argumentando que las diferencias del índice de calentamiento en el próximo siglo entre los diferentes modelos informáticos son de más del 400% (a pesar de que en esta horquilla de variación siempre se recogen aumentos significativos) (4).

T.M.L. Wigley, del NCAR (5) publicó en 1998 (6) los resultados de la aplicación de un modelo climático a los efectos del Protocolo de Kyoto, distinguiendo tres casos en el comportamiento de los países del anexo B del protocolo (los industrializados):

1. Que el cumplimiento del protocolo fuera seguido por una sujeción a sus límites, pero sin nuevas medidas de reducción;
2. Que el protocolo fuera cumplido, pero no seguido de ninguna limitación (sino de lo que se llama en inglés business as usual).
3. Que el protocolo, una vez cumplido, se continuara con una reducción de las emisiones del 1% anual.

Las reducciones del calentamiento previsto por el modelo para 2050 (2,5°C) eran respectivamente 0,11-0,21°C (aproximadamente 6%), 0,06-0,11°C (3%) y alrededor de 0,35°C (14%). En todos los casos los resultados son muy modestos. Los llamados escépticos se atuvieron al segundo caso (3% de 2,5°C, es decir, 0,7°C) y lo esgrimieron sistemáticamente como prueba de la inutilidad del protocolo de Kyoto. Fue usado por ejemplo, en el Congreso de Estados Unidos, aún bajo la administración Clinton, para parar la adhesión a Kyoto, (7) Wigley es citado por los opuestos a cualquier regulación para declarar que el protocolo de Kyoto es innecesario, por inútil, en contra de la



Utilizar el servicio público de transporte en lugar del particular, reduciría la emisión de CO₂.

conclusión del propio Wigley para quien es insuficiente, pero aún así es importante como primer paso hacia la estabilización del sistema climático.(6) El propio Wigley ha revisado la cuestión en un trabajo más reciente(10), concluyendo que "para estabilizar las temperaturas medias globales, necesitamos finalmente reducir las emisiones de gases de invernadero muy por debajo de los niveles actuales".

La teoría de que las emisiones de gases de efecto invernadero están contribuyendo al calentamiento de la atmósfera terrestre ha ganado muchos adeptos y algunos oponentes en la comunidad científica durante el último cuarto de siglo. El IPCC, que se fundó para evaluar los riesgos de los cambios climáticos inducidos por los seres humanos, atribuye la mayor parte del calentamiento reciente a las actividades humanas. La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (National Academy of Sciences, NAC) también respaldó esa teoría. El físico atmosférico Richard Lindzen y otros escépticos se oponen a aspectos parciales de la teoría.

Hay muchos aspectos sutiles en esta cuestión. Los científicos atmosféricos saben que el hecho de añadir bióxido de carbono a la atmósfera, sin efectuar otros cambios, tenderá a hacer más cálida la superficie del planeta. Pero hay una cantidad importante de vapor de agua (humedad, nubes) en la atmósfera terrestre, y el agua es un gas de efecto invernadero. Si la adición de CO₂ a la atmósfera aumenta levemente la temperatura, se espera que más vapor de agua se evapore desde la superficie de los océanos.

El vapor de agua así liberado a la atmósfera au-

menta a su vez el efecto invernadero (El vapor de agua es un gas de invernadero más eficiente que el CO₂). A este proceso se le conoce como la retroalimentación del vapor de agua (water vapor feedback en inglés). Es esta retroalimentación la causante de la mayor parte del calentamiento que los modelos de la atmósfera predicen que ocurrirá durante las próximas décadas. La cantidad de vapor de agua así como su distribución vertical son claves en el cálculo de esta retroalimentación. Los procesos que controlan la cantidad de vapor en la atmósfera son complejos de modelar y aquí radica gran parte de la incertidumbre sobre el calentamiento global.

ESTADÍSTICAS DEL CALENTAMIENTO

La concentración atmosférica de CO₂ se ha incrementado hasta un 31% por encima de los niveles pre-industriales, desde 1750. Esta concentración es considerablemente más alta que en cualquier momento de los últimos 420 mil años, período del cual han podido obtenerse datos fiables a partir de núcleos de hielo.

Se cree, a raíz de una evidencia geológica menos directa, que los valores de CO₂ estuvieron a esta altura por última vez hace 40 millones de años.

Alrededor de tres cuartos de las emisiones antropogénicas de CO₂ a la atmósfera durante los últimos 20 años se deben al uso de combustibles fósiles.

El resto es predominantemente debido a usos agropecuarios, en especial deforestación.

El efecto invernadero natural que suaviza el

clima de la Tierra no es cuestión que se incluya en el debate sobre el calentamiento global. Sin este efecto invernadero natural las temperaturas caerían aproximadamente 30 °C.

Los océanos podrían congelarse, y la vida, tal como la conocemos, sería imposible. Para que este efecto se produzca, son necesarios estos gases de efecto invernadero, pero en proporciones adecuadas.

Lo que preocupa a los climatólogos es que una elevación de esa proporción producirá un aumento de la temperatura debido al calor atrapado en la baja atmósfera.

Los incrementos de CO₂ medidos desde 1958 en Mauna Loa muestran una concentración que se incrementa a una tasa de cerca de 1.5 ppm (partes por millón) por año. De hecho, resulta evidente que el incremento es más rápido de lo que sería un incremento lineal.

El 21 de marzo del 2004 se informó que la concentración alcanzó 376 ppm. Los registros del Polo Sur muestran un crecimiento similar al ser el CO₂ un gas que se mezcla de manera homogénea en la atmósfera.

- Estudios realizados, muestran que la década de los noventa, fue la más caliente en los últimos mil años.
- En caso de que todo el hielo que forma el Inlandis (campo glaciar del tipo llamado hielo continental) antártico se fundiera, el nivel del mar aumentaría aproximadamente 61 m (metros); un aumento de sólo 6 m bastaría para inundar a Londres y a Nueva York.
- En nivel del bióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera podría duplicarse en los próximos 30 o 50 años.
- Los países más afectados son los principales en promover la reducción de emisión de los gases invernadero.
- En 1984 el tamaño del hueco en la capa de ozono sobre el antártico era aproximadamente 7 millones de km², hoy mayor a los 29 millones de km² (cuatro veces mayor).
- La aceleración del flujo del hielo en regiones de Groenlandia se estimó en el año 2000 que disminuye el volumen de su inlandis en 51 km²/año (11), aunque una revaluación más reciente (12)] sitúa el número en 150 km²/año. Parte del aumento se debe a una aceleración reciente de la fusión de los glaciares periféricos, y se estima que su contribución al aumento del nivel del mar ha alcanzado en 2005 un valor 0,57 ± 0.1 mm/año.

- En Estados Unidos se recupera sólo el 11% de los residuos sólidos producidos, y en Europa Occidental es del 30%.
- Brasil fue entre 1990 y 2000 el país en el que hubo mayor deforestación con 22 mil 264 km².
- Cinco de los 10 países que más deforestan se encuentran en el continente africano.

CALENTAMIENTO GLOBAL Y OZONO

Existen diferencias en los criterios científicos entre la reducción de la capa de ozono y el Calentamiento Global. Existen tres principios fundamentales que enlazan la diferencia.

El calentamiento global producido por el forzamiento radiativo por CO₂ se espera que enfríe (quizá sorprendentemente) la estratosfera. Ésto, a cambio, podría darnos lugar a un incremento relativo en la reducción de ozono, y en la frecuencia de agujeros de ozono.

A la inversa, la reducción de ozono representa un forzamiento radiativo del sistema climático. Hay dos efectos opuestos: La reducción de la cantidad de ozono permite la penetración de una mayor cantidad de radiación solar, la cual calienta la troposfera. Pero una estratosfera más fría emite menos radiaciones de onda larga, tendiendo a enfriar la troposfera. En general, el enfriamiento predomina. El IPCC concluye que las pérdidas estratosféricas de ozono durante las dos décadas pasadas han causado un forzamiento negativo del sistema de la superficie troposférica.

Una de las predicciones más sólidas de la teoría del calentamiento global es que la estratosfera debería enfriarse. Sin embargo, y aunque este hecho ha sido observado, es difícil atribuirlo al calentamiento global (por ejemplo, el calentamiento inducido por el incremento de radiación solar podría no tener este efecto de enfriamiento superior), debido a que un enfriamiento similar es causado por la reducción de ozono.

MÉXICO EMITE SÓLO EL 1.5% DE CO₂

En su página web la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales establece que durante los últimos 150 años la economía humana ha vertido casi 1.1 billones de toneladas de CO₂ por generación y uso de energía, de las cuales 770 millones fueron vertidas durante los últimos 50 años. Por deforestación, sólo durante estos últimos 50 años se han vertido más de 330 millones de toneladas, un tercio de las emisiones acumuladas totales del periodo [Fuente: Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Versión 4.0. Washington, DC: World Resources Institute, 2007; los

datos pueden encontrarse en: <http://cait.wri.org/cait.php>; (ver_Tabla_2) Principales Emisores].

Por el volumen total de sus emisiones, México contribuye con alrededor de 1.5% al problema global, en contraste con los grandes emisores históricos: Estados Unidos, Unión Europea y China, que vierten anualmente a la atmósfera más de 17 mil millones de toneladas de CO₂ (ver explicación sobre bióxido de carbono equivalente en la Tabla 1), alrededor del 35% de las emisiones globales por año. Son notables también los casos de Indonesia y Brasil que, sólo por deforestación, emiten anualmente casi 5 mil millones de toneladas, alrededor del 10% del total; sólo por deforestación, Indonesia cuadruplica y Brasil duplica las emisiones totales de México de un año. **II**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://www.elpais.com/articulo/sociedad/2500/cientificos/preven/nuevas/olas/calor/deshielos/subidas/niv>.
2. http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_6098000/6098304.stm.
3. <http://www.madrimasd.org/informacionidi/noticias/noticia.asp?id=28804&origen=notiweb>.
4. <http://www.nytimes.com/2006/01/29/science/erat/29climate.html?ex=1296190800&en=28e236da0977ee7ff&ei=508>.
- 5.- NCAR.
- 6.- Wigley, T.M.L. (1998), *The Kyoto Protocol: CO₂, CH₄ and climate implications*, Geophysical Research Letters, vol. 25, pp. 2285–88.
- 7.- Lewis, M. (2005) *Kyoto-by-inches is just as foolish*. Competitive Enterprise Institute. On Point, N°97.
- 8.- Wigley, T.M.L. (2005), "The Climate Change Commitment," *Science*, vol. 307, pp. 1766–6.
- 9.- Wigley, T.M.L. (1998), *The Kyoto Protocol: CO₂, CH₄ and climate implications*, Geophysical Research Letters, vol. 25, pp. 2285–88.
- 10.- Wigley, T.M.L. (2005), "The Climate Change Commitment," *Science*, vol. 307, pp. 1766–69.
- 11.- Krabill, W., Abdalati, W., Frederick, E., Manizade, S., Martin, C., Sonntag, J., Swift, R., Thomas, R., Wright, W. & Yungel, J. (2000). «Greenland Ice Sheet: High-Elevation Balance and Peripheral Thinning». *Science* 289 (5478): 428-430.
- 12.- Rignot, E. & Kanagaratnam, P. (2006). «Changes in the velocity structure of the Greenland Ice Sheet». *Science* 311 (5763): 986-990.