

UN ACERCAMIENTO AL PROBLEMA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

Por: Enrique Posada Restrepo y Daniel Mojica Chaves.

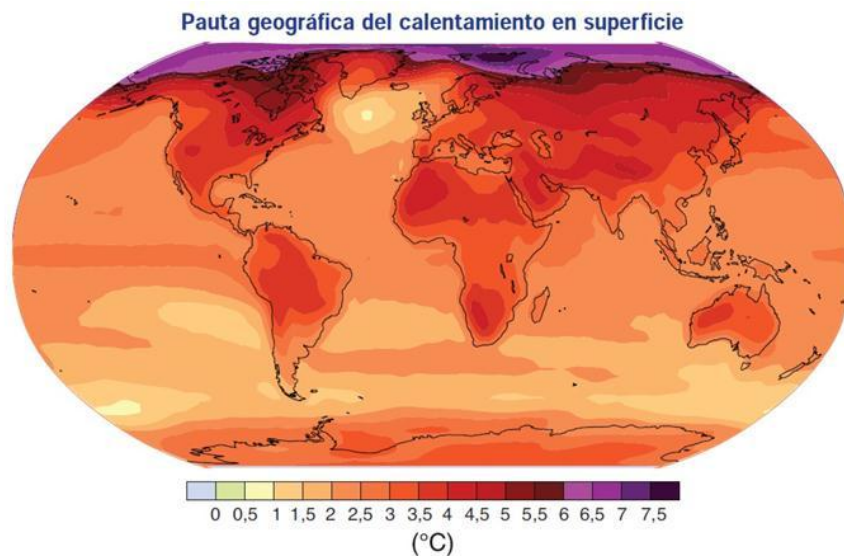


Figura 1. Proyección de la variación de la temperatura en la superficie de la tierra para finales del siglo XXI. Fuente: IPCC, 2007, Informe de síntesis.

Vivimos en una década en la cual el término **calentamiento global** no es ajeno a la gran mayoría de las personas en el mundo, en donde el término **responsabilidad ambiental** hace parte de los valores de las empresas y de la comunidad, ya sea como estrategia de posicionamiento o como estrategia de compromiso y de futuro; una década en donde se han invertido grandes recursos para crear conciencia social, para entender la magnitud de los impactos ambientales negativos de la actividad humana, en buena parte reflejados en la denominada **huella ecológica**.

Para las personas se hace evidente que algo está sucediendo, que están ocurriendo cambios en el planeta. Casi todos consideran que en el pasado se vivieron épocas más frescas y que el clima se ha vuelto bastante menos predecible; igualmente existe la percepción de que vienen aumentando las frecuencias y las magnitudes de los desastres naturales.

Cuando los expertos se reúnen y discuten el tema del clima, llegan a establecer predicciones como las que se aprecian en la figura 1, que señalan aumentos en la temperatura media de la superficie de la tierra hacia el final del siglo XX1 que dependen de la zona y que oscilan entre 0.5 y 7.5 °C. Que en la actualidad ya se experimenta el calentamiento global lo muestra la figura 2, en la cual se aprecian los crecimientos en los perfiles de temperatura media del planeta en los últimos 200 años, que son cercanos a 1°C, presentando en la actualidad lo que se considera son los picos más altos de temperatura en el último milenio.

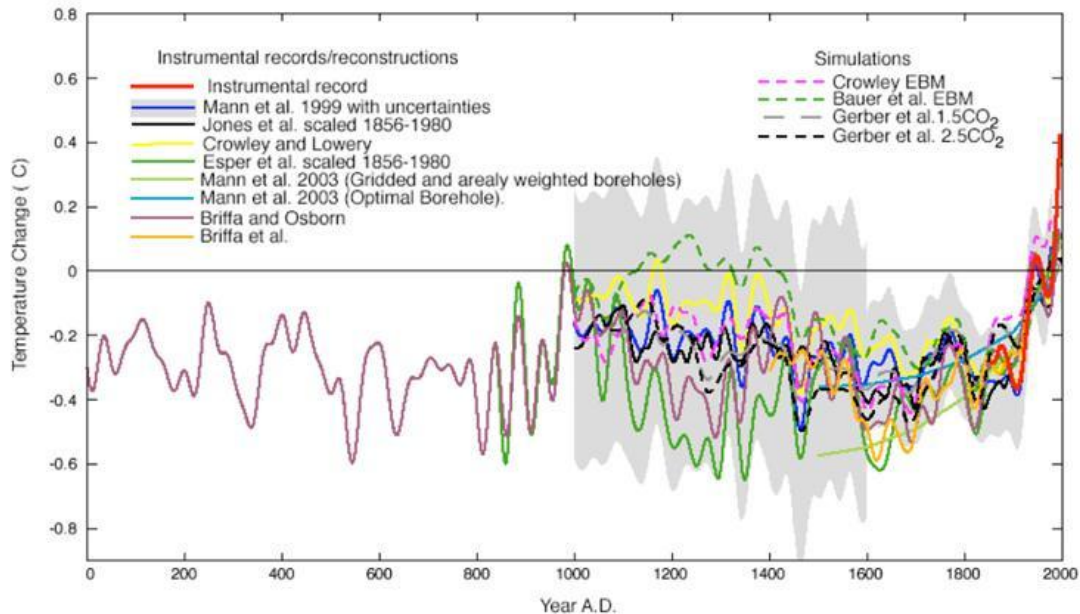


Figura 2. Perfil de temperatura media de la tierra en los últimos 2000 años- fuente: BRADLEY R. S., Climate of the Last Millennium, Climate System Research Center, Dept. of Geosciences, University of Massachusetts, USA, 2003.

Queremos en este artículo entregar a los lectores de INDISA ON LINE un trabajo de síntesis y de análisis sobre el tema del calentamiento global y sus posibles causas. Para ello hemos revisado una variedad importante de investigaciones de prestigiosos científicos. Queremos contribuir a que estos conceptos cuenten con mayor difusión, que facilite una visión global e integral sobre el tema, que es complejo, resaltando las diversas teorías que se consideran en la actualidad, que con frecuencia son polémicas y contradictorias.

El efecto invernadero

Si no fuese por la aparición del efecto invernadero en la tierra, no existiría vida en este planeta tal como la conocemos. Los diferentes gases de efecto invernadero (GEI), que componen la atmósfera son los responsables de capturar la radiación solar e impedirle que salga libremente una vez que ha penetrado a la atmósfera. Es este efecto el que mantiene el planeta cálido, con lo cual se favorece el crecimiento de las plantas y se sustenta la vida en el planeta; de no ser así, la superficie del planeta sería una enorme masa de hielo. La figura 3 ilustra este fenómeno y los flujos que lo afectan, la mayor parte de ellos, de origen natural.

El efecto invernadero es causado por diferentes gases siendo los principales: CO₂, CH₄ (metano), NO_x (óxidos de nitrógeno) y H₂O (vapor de agua). Son generados por diferentes fuentes y procesos, algunos naturales, algunos relacionados con la actividad humana, tales como la quema de combustibles fósiles, descomposición orgánica, el metabolismo de los seres vivos, la interacción entre los océanos y la atmósfera, entre otros. Se nos ha hecho

entender que el mayor generador del efecto invernadero es el CO₂, pero, otros gases tienen una influencia muy significativa. El potencial de efecto invernadero (GWP) es usado para comparar los diferentes gases con relación a su capacidad de generar este efecto; este potencial se halla al comparar el impacto de cada gas con el que tiene el CO₂ teniendo en cuenta un periodo de cien años. Así el metano tiene un GWP de 21 y el óxido nítrico, N₂O, de 310. Naturalmente el impacto real depende de sus concentraciones en la atmósfera, a mayor concentración, mayor impacto. Las concentraciones del metano, 1,8 ppm, y las del óxido nítrico, 0,33 ppm, son mucho menores que las del CO₂, 390 ppm.

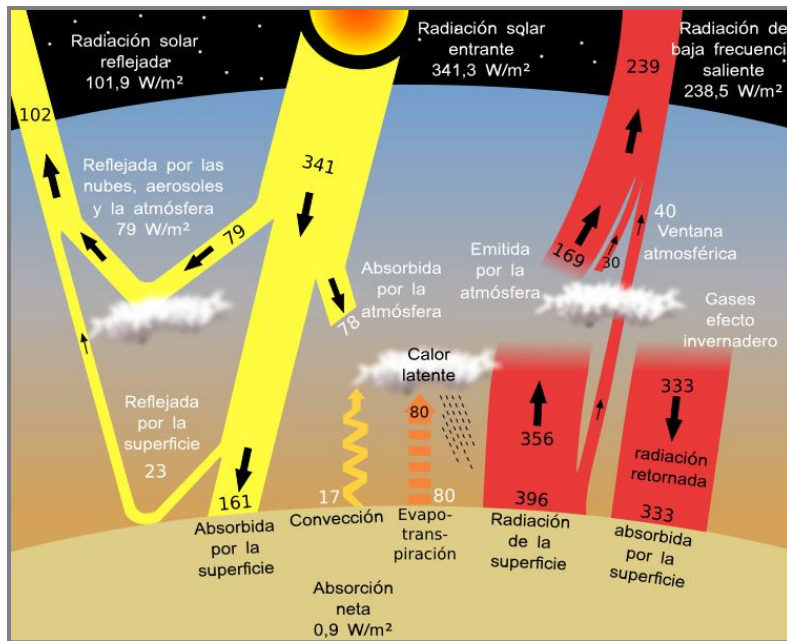


Figura 3. El efecto invernadero. Fuente: Sun climate system alternative (German) 2008.svg: NASA, translated by IqRS, redrawn by Christoph S. Translated to Spanish: Chabacano, via Wikimedia Commons

El principal gas invernadero es el vapor de agua H₂O, responsable de dos terceras partes de dicho efecto. El vapor de agua en la atmósfera forma parte del importante ciclo hidrológico que afecta todo lo relacionado con el clima. Bajo la visión naturista, el agua no se considera nociva en este análisis y se dice que no lo es porque las actividades humanas no añaden vapor de agua a la atmósfera. Esto es en principio cuestionable, ya que los combustibles en general contienen hidrógeno y el consumo de combustibles genera cantidades muy significativas de vapor de agua, lo mismo que todos los procesos de secado y de evaporación propios de la actividad humana. Además, el vapor de agua en la atmósfera depende altamente de las temperaturas ambientales.

Existe alguna controversia sobre la influencia causal de los gases de efecto invernadero (representados por las concentraciones o emisiones de CO₂) sobre las temperaturas. No hay duda de que hay un acople entre ambos parámetros cuando se estudian sus comportamientos en las distintas eras de la tierra, en general deducidos de muestras de hielo tomadas en las cercanías de los círculos polares. Pero en tales análisis no queda totalmente claro la relación de causalidad y por ello hacer proyecciones futuras del impacto del CO₂ a partir de tales análisis es discutible. A modo de ejemplo se señala que si bien las emisiones de CO₂ generadas por actividad humana han tenido un comportamiento creciente, entrando por esta causa alrededor de 100 millones de toneladas de CO₂ entre los años 1940 y 1953, la temperatura media superficial tuvo una baja cercana a 0,2 °C en el mismo periodo como se visualiza en la figura 4.

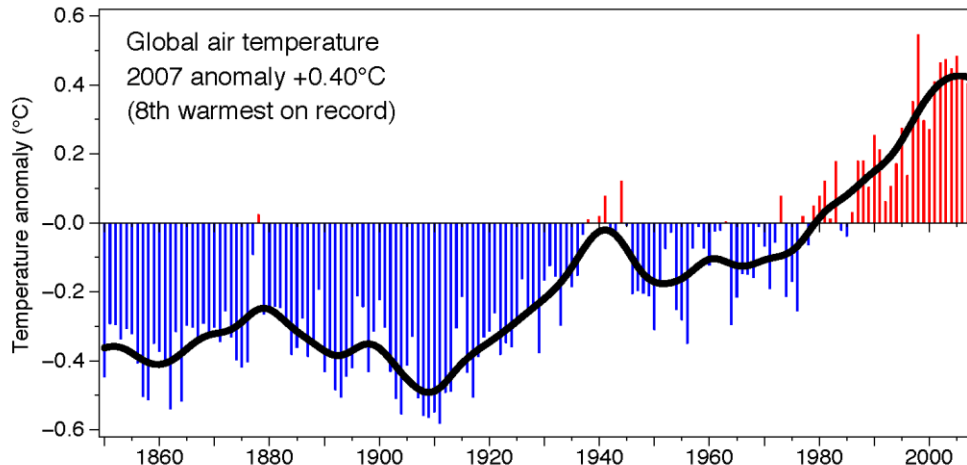


Figura 4. Evolución de las anomalías de temperatura global de la Tierra desde 1850 hasta 2006, calculadas respecto al período de referencia 1961-1990 (Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: A new data set from 1850, Brohan et al., 2006).

Para resumir lo relativo al efecto invernadero, la mayor parte de la comunidad científica considera que las tendencias actuales al calentamiento (figura 4) seguirán durante el siglo presente y que se van a deber esencialmente al efecto de las emisiones humanas de gases de efecto invernadero. Sin embargo, como se verá, hay grupos de científicos que ofrecen otras explicaciones y no aceptan totalmente esta posibilidad. Uno de los argumentos es que el aumento del CO₂, en sí un gas invernadero de baja potencia comparado con el vapor de agua o con el metano, no ha sido la causa de ninguno de los calentamientos registrados en la historia del planeta, al demostrarse que a lo largo de la historia climática de la Tierra el aumento de temperatura se produjo primero –por varias causas no perfectamente comprendidas- y posteriormente se produjo el aumento del CO₂, con un retraso promedio de unos 800 años lo cual supondría que el actual aumento de CO₂ se correspondería al período cálido de la Edad Media y no necesariamente a causas antropogénicas actuales.

La influencia de la naturaleza

La figura 4 y muchos otros análisis muestran, sin duda, que desde los años 80 se viene generando un calentamiento global. En general se considera que ello se debe esencialmente al efecto de la actividad humana, sobre la cual hay una visión cada vez más negativa. Un punto de vista quizás más equilibrado debería considerar que la naturaleza tiene un papel importante en estos fenómenos. Un hecho real es que el planeta no ha presentado una temperatura estable en toda sus eras, tanto que no se puede pensar en una temperatura media global constante (el comportamiento instantáneo es muy variable). La superficie del planeta ha presentado períodos de incremento de temperatura anteriormente, donde se ha alcanzado niveles térmicos superiores a los actuales. La evidencia más clara es el periodo conocido como Período Cálido Medieval u Óptimo Climático Medieval, comprendido entre los años 800 y 1300 D.C. en los que gracias a las condiciones ambientales, los cultivos en las zonas del norte de Europa fueron perfectos para la siembra de uva y la producción de vino, lo que trajo consigo un crecimiento económico considerable y una abundancia de alimentos. Este periodo fue claramente documentado en Europa y parte de Norteamérica pero no existen evidencias concretas de esta llamada anomalía en el hemisferio Austral. Esta etapa fue seguida por un lapso de tiempo llamado la Pequeña Edad de Hielo dado entre 1500 y 1850 D.C. registrando descensos de temperatura cercanos a 1°C obteniendo crecimiento de glaciares especialmente en el hemisferio norte; al igual que el Óptimo Climático Medieval no hay evidencia concreta que éste enfriamiento se presentara en todo el mundo. Estos cambios no se podrían atribuir a la actividad humana.

Los ciclos solares

El sol es el motor de la vida en el mundo, aporta la mayor parte de la energía al planeta, y ciertamente debe jugar un papel importante en el clima. De hecho, hay evidencias concretas que relacionan la actividad solar con fenómenos climáticos en el planeta tierra. El Óptimo Climático Medieval coincide parcialmente con un máximo en la actividad solar denominado Máximo Medieval (1100-1250 D.C.) y la Pequeña Edad de hielo coincide con un periodo de baja actividad solar en la cual se contempla el llamado mínimo de Maunder, uno de los periodos de más baja actividad (1645-1715 D.C.). Este nivel de actividad está relacionado con las manchas solares, cuya cantidad varía en forma relativamente cíclica, como se aprecia en la figura 5.

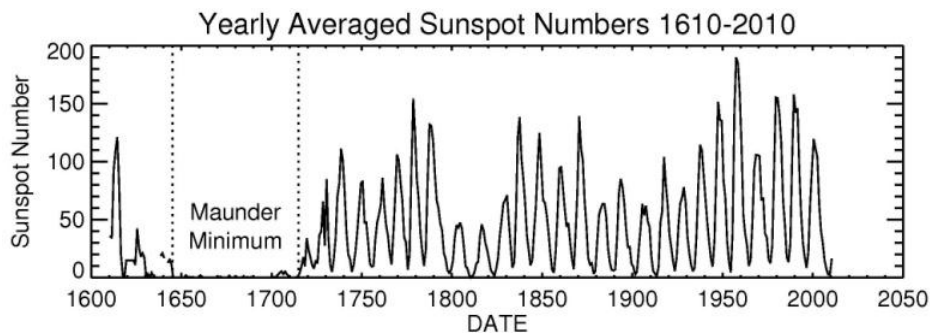


Figura 5. Comportamiento de las manchas solares, Fuente: NASA/MSFC.

Sin embargo, debe anotarse que luminosidad solar no varía en más del 0.1% con respecto a sus promedios durante un ciclo de manchas solares que dura cerca de 11 años. Pero cada día hay más la sensación entre los investigadores, de que estas variaciones, que parecen pequeñas, pueden tener un efecto significativo sobre el clima terrestre. Hace poco salió un reporte presentado por el Consejo Nacional de la Investigación (NRC), "Los Efectos de la Variabilidad Solar sobre el Cambio Climático de la Tierra," en el cual se delinearán algunas de las formas sorprendentes y complejas en las que la actividad solar puede hacer sentir sus influencias sobre nuestro planeta.

La comprensión de estos fenómenos se logra solamente mediante el trabajo compartido de personas de muchas disciplinas: física, estudios de plasmas, estudio de la actividad solar, química atmosférica, mecánica de fluidos, física de partículas elementales, etc., y también de expertos en las eras de la tierra y en sus condiciones ambientales. Casi con toda seguridad no hay una persona individual que tenga la gama completa de conocimientos requeridos para resolver el y entender el problema. Por eso cuando surgen temas y estudios nuevos, lo que se hace es convocar a reuniones de expertos a trabajar en talleres para sacar conclusiones en forma interdisciplinaria.

Precisamente eso fue lo que sucedió con el reporte mencionado. Greg Kopp, de la Universidad de Colorado, señaló que las pequeñas variaciones de corto plazo del 0.1 % en la irradiación solar incidente sobre la tierra ya son mayores que todas las otras fuentes de energía combinada que recibe la tierra. Un efecto nada pequeño cuando se mira desde este punto de vista. De importancia singular, señalan los expertos es la denominada radiación extrema ultravioleta (EUV), que alcanza picos durante los años de máxima actividad solar, con variaciones ya no del 0.1 % sino del 10 %, lo cual seguramente afecta la química y la estructura térmica de la atmósfera superior. Se señalaron en la discusión formas en las que tal actividad, puede, luego de influencias variadas y complejas, afectar situaciones de clima a nivel de piso. De hecho, Gerald Meehl del Centro Nacional de Estados Unidos para la Investigación de la Atmósfera presentó evidencia convincente que la variabilidad solar está afectando el clima, especialmente en el Pacífico.

En febrero del presente año, la NASA encendió las alarmas por la presencia de manchas solares de grandes dimensiones. Algunos de los intensos campos magnéticos en la región de manchas solares están apuntando en

direcciones opuestas, lo que es propicio para la actividad solar. Esto puede explicar cambios anormales de temperatura que estaban sucediendo por la época.

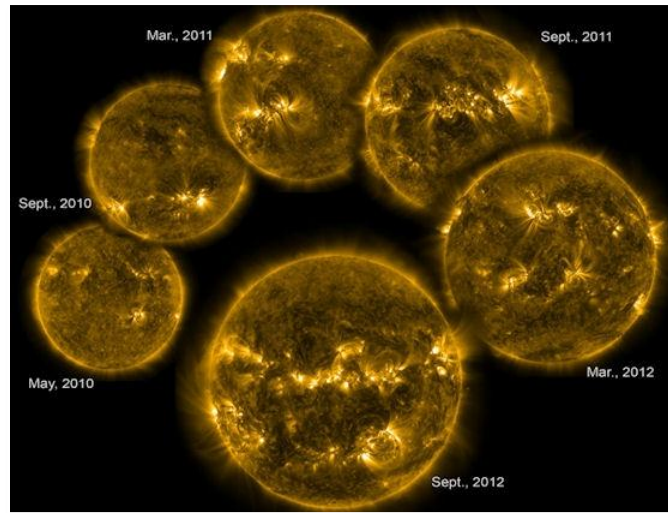


Figura 6. Imágenes UV tomada por el Observatorio de Dinámica Solar de la NASA, muestran cambios de la actividad solar en dirección hacia un pico en el ciclo de manchas solares de 11 años

Todos estos análisis arrojan muchas controversias, como lo señala Raymond Bradley, climatólogo de la Universidad de Massachusetts, el cual afirma que la influencia de la radiación solar sobre el clima radica en los cambios de las precipitaciones, no tanto en la temperatura.

Por otra parte Matt Penn, del Observatorio Solar Nacional, y sus colegas analizaron 13 años de datos de manchas solares tomados por el Telescopio Solar McMath-Pierce de Kitt Peak (Arizona). Descubrieron una tendencia a largo plazo de debilitamiento de las manchas solares que, de continuar, podría provocar que el campo magnético del sol no fuera lo suficientemente fuerte para producir manchas solares durante el próximo Ciclo Solar y no sería raro que en unos pocos años estemos entrando en una nueva pequeña edad de hielo.

La variabilidad de la órbita terrestre

Milutin Milankovitch un astrofísico croata planteó en 1941 que el clima de la tierra varía en función de las variaciones en la órbita celeste de nuestro planeta. Diversos estudios han continuado en esa línea. Se ha señalado que aunque la luminosidad solar se ha mantenido bastante constante a lo largo de millones de años, no ocurre lo mismo con la órbita terrestre. Se sabe que la excentricidad, la inclinación axial, y la precesión de la órbita de la Tierra varían en el transcurso del tiempo y se considera que son las que han causado las glaciaciones del Cuaternario cada 100.000 años.

Las nubes como elemento regulador de temperatura

Los núcleos de condensación son pequeñas partículas presentes en el ambiente que dan pie a la condensación del vapor de agua para así formar las nubes. Estas partículas pueden ser desde partículas de polvo hasta otras sustancias como gases, ácido sulfúrico o demás compuestos en el ambiente.

Nir Shaviv profesor de astrofísica de la Universidad de Jerusalén, plantea que los rayos cósmicos (partículas subatómicas de alta energía) provenientes del espacio, impactan la atmósfera de la tierra y ayudan a facilitar la creación de núcleos condensantes. La revista Nature publicó en Agosto del 2012 los últimos avances del experimento CLOUD del CERN (Organización Europea para la Investigación Nuclear), el cual ha detectado que

efectivamente los rayos cósmicos aumentan significativamente los núcleos condensantes favoreciéndolos hasta diez veces.

Las nubes son un agente regulador de temperatura, estas reflejan gran cantidad de la radiación solar generando consigo una refrescante sombra, pero también pueden actuar como calefactores en la atmósfera, esto dependerá de diferentes factores tales como composición, grosor y altitud.



Figura 4. Diferentes efectos de la intervención de las nubes en la incidencia de los rayos solares- Fuente: NASA-Facts-Understanding Clouds.

Shaviv refuerza su teoría explicando que cuando el sol tiene gran actividad, los vientos solares impiden que los rayos cósmicos ingresen a la atmósfera y con ello se minimiza la formación de nubes, lo cual hace que la radiación solar impacte en la superficie terrestre sin mayores inconvenientes, de esta manera aparece el sol como un elemento vital en el clima..

Los vientos y las corrientes marinas.

Tanto los vientos como las corrientes marinas son elementos que regulan la temperatura terrestre, actúan como medios para la transferencia de calor y como sumideros absorbiendo gran parte de la radiación solar minimizando así los cambios drásticos en la temperatura superficial de la tierra.

Los vientos son originados por las diferencias de temperatura presentados en la tierra, generalmente tienden a moverse entre trópico y los polos, permitiendo la interacción y regulación de temperaturas, de manera similar ocurren con las diferentes corrientes oceánicas.

Los mares tienen una interacción directa con la atmósfera, con constantes intercambio de gases, de hecho el mar es el principal depósito de Carbono y emisor de vapor de agua. Todos estos factores hacen que el mar tenga una gran influencia sobre los climas locales.

El papel del hombre postmoderno

Se puede concluir que no se debería atribuir el calentamiento global que se viene observando a una sola causa, conviene tener una visión más amplia de lo que sucede. La humanidad y la comunidad científica deben encontrar las relaciones entre las diferentes causas postuladas y sus teorías para así ser más estratégicos en el desarrollo de las posibles soluciones.

En la actualidad se considera que las actividades del hombre aportan cerca del 4% de gases de efecto invernadero, lo cual puede parecer como un aporte menor. Pero podría suceder que este aporte actúe a modo de masa crítica que desequilibre la balanza y genera el temido desastre ambiental. Hay que tener conciencia de lo que está ocurriendo y guiar nuestros actos hacia un comportamiento más amigable con el planeta. Es conveniente un compromiso, intervenir en los factores que podemos controlar, en este caso, las emisiones GEI, ya que los efectos naturales no parecen controlables con los medios que poseemos.

Un hecho sencillo y personal es el siguiente: Respirar ya hace que generemos emisiones de CO₂ y vapor de agua, nuestro metabolismo hace que generemos metano y residuos, pero aunque esto parezca inevitable, se puede

reducir, mediante costumbres más tranquilas y un manejo más equilibrado de la respiración y de la alimentación (que dé lugar a menos pérdidas en nuestra cadena alimenticia). Pareciera todo ello insignificante, pero no lo serían nuestros compromisos ni los efectos favorables sobre las necesidades de áreas cultivadas, cría de ganado y por ende menos emisiones de CO₂ y metano.

El IPCC pone como una de sus soluciones la utilización de energías alternativas, pero incluso las llamadas energías limpias tienen un impacto ambiental. Las hidroeléctricas, una de las energías más usadas en Colombia, pueden generar metano y posibles desequilibrios en su entorno gracias a su apropiación de grandes áreas de tierra, la deforestación y la migración e incluso desaparición de especies silvestres. Los paneles solares actuales son todavía ineficientes y requieren grandes áreas para generar energía, y dependen de las condiciones del clima dando una confiabilidad baja, sin mencionar los residuos generados en su ciclo de vida y su elevado costo.

En conclusión, el objetivo es buscar la sostenibilidad, el equilibrio ambiental y no desperdiciar materiales ni recursos, consiguiendo así una mayor eficiencia energética y por ende mayor utilidad en las empresas productoras. La conciencia social debe progresar hacia el compromiso y hacia la convicción y partir de los propios aportes individuales, que aunque pequeños, terminarán siendo muy significativos si llegan a ser colectivos. El llamado es a ir un poco más allá del miedo hacia un futuro desastroso como el que se desprende de las noticias de los medios y encontrar las oportunidades para resolver los problemas, como personas y como sociedad.

Referencia

- IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza.
- Dr. Tony Phillips- Solar Variability and Terrestrial Climate -*Science@NASA Headline News*- (Enero 2013)
- NATIONAL GEOGRAPHIC- Según un estudio el sol se acerca al letargo-2013
- Nir J. Shaviv - The spiral structure of the Milky Way, cosmic rays, and ice age epochs on Earth- *New Astron.* 8 (2002) 39-77
- Milagros Couchoud Gregori -DETECCIÓN Y MEDIDA DE NIVELES DE CO₂ EN LA ATMÓSFERA, PRINCIPALES CONSECUENCIAS-Revista del colegio oficial de físicos-física y sociedad- N°. 15, 2004
- Geoff Brumfiel-Cloud formation may be linked to cosmic rays- *Nature doi:10.1038/news* - Agosto 2011
- http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_es.pdf

NOVEDADES



La **Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos (SAI)** celebrará sus 100 años con dos eventos entre los que se encuentra un congreso internacional y una asamblea de asociaciones de ingeniería.

El Congreso Internacional de Ingeniería y Arquitectura en su versión número 32, Un encuentro con el futuro, contará con la **participación de profesionales de 27 países de América**, y se realizará entre el **21 y el 24 de agosto en Medellín**.

Dentro del marco del congreso se desarrollara con una muestra comercial en la que INDISA S.A., empresa Colombiana de ingeniería, contará con un stand. Los invitamos a visitarnos!

Si usted no recibe esta publicación directamente de INDISA S.A. o si desea recomendarnos a alguien para que la reciba, [presione aquí](#)

Para consultar las ediciones anteriores del boletín INDISA On line, puede entrar a <http://indisaonline.8m.com/>.

En esta página se encuentran todos los boletines en formato de página web, para que usted pueda grabarlos en su computador e imprimirlos.



Tel: (574) 444 61 66
Medellín-Colombia

mercadeo@indisa.com <http://www.indisa.com/>