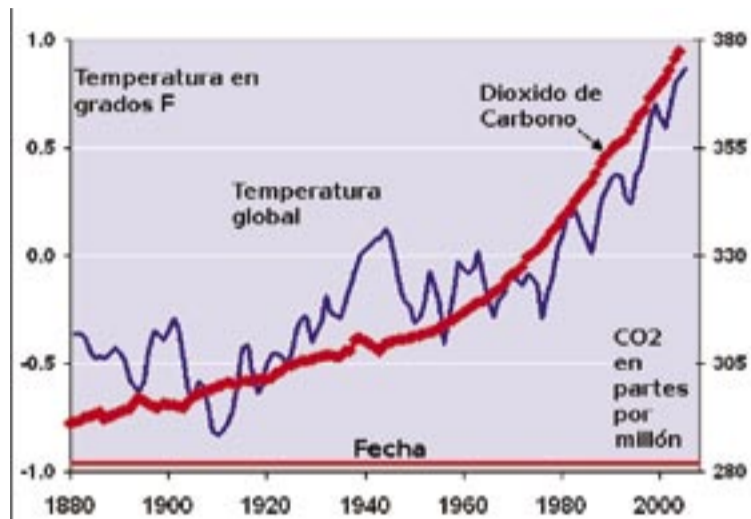


¿Calentamiento o enfriamiento global?



Escala izquierda y línea delgada: temperatura global promedio. Escala derecha y línea gruesa: concentración de CO2 en partes por millón. Escala inferior: los años de observación hasta 2010. Imagen abierta tomada de <http://wattsupwiththat.com/2010/06/09/a-study-the-temperature-rise-has-caused-the-co2-increase-not-the-other-way-around/>

KURT BERNARDO WOLF

• kwolf@fis.unam.mx
 Instituto de Ciencias Físicas, UNAM
 Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

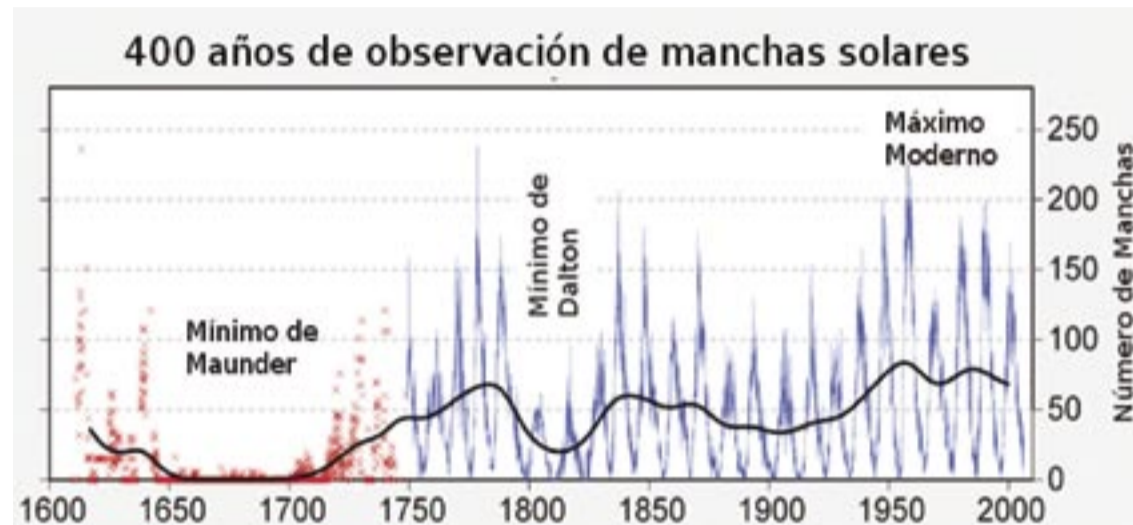
bal" debido al incremento del 40% en dióxido de carbono (CO₂) y otros gases como el metano (CH₄) por la actividad antropogénica a partir del inicio de la era industrial, particularmente por el uso de hidrocarburos fósiles y la crianza masiva de bovinos. Es mejor llamarlo "cambio climático", pues hay factores que pue-

El invierno 2013-2014 ha sido particularmente crudo en Norteamérica. Esto ha atraído voces de escepticismo sobre el llamado "calentamiento glo-

den mover la temperatura de diversas regiones a reaccionar de manera distinta bajo el desequilibrio planetario con el cambio en la composición de su atmósfera. También desde un principio quiero desmarcarme de la política de "sembrar controversia" para diluir el problema, como a veces lo intentan los poderosos entes

petroleros transnacionales para seguir vendiendo su producto, en vez de que los gobiernos opten por desarrollar con urgencia fuentes de energía alternas. El pasado 20 de enero, en entrevista con *La Jornada*, el Dr. José Sarukhan [1], miembro o director de varios organismos nacionales e internacionales que colaboran con el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) [2], advirtió

que el próximo informe anual expresa en términos demasiado blandos la urgencia de cambiar la política energética mundial, donde prevalecen los intereses económicos que sugieren (o dictan) reformas energéticas a su favor. La correlación entre la proporción de CO₂ en la atmósfera y la temperatura global se muestra en la Figura 1. Pero la evidencia más contundente del calentamiento se ve en el océano ártico,



Escala vertical: Número de manchas solares por año. Las observaciones han sido sistemáticas desde 1750, antes sólo existen observaciones dispersas pero confiables. La línea continua es el promedio por décadas. Se marcan los mínimos de Maunder y Dalton. Imagen abierta tomada de http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sunspot_Numbers.png

LOS BÁSICOS DEL AHORRO OXXO

- + Aceite del Marqués
- + Azúcar del Marqués
- + Arroz del Marqués
- + Leche Nutralat
- + Café Soluble Andatti
- + Frijol Pinto del Marqués
- + Huevo Docenero San Juan

\$86⁴⁰

¿HOY QUÉ SE ARMA?

Llévate

- * Cerveza
- * Whisky Passport
- * Botana
- * Agua Mineral
- * Hielo
- * Vasos

O si Prefieres

- * Cerveza
- * Ron Bacardi Oakheart
- * Botana
- * Agua Mineral
- * Hielo
- * Vasos

x sólo \$289⁹⁰

Promociones válidas al 28 de Febrero de 2014. Sujeto a disponibilidad en tienda. 12 pack Cerveza India, Whisky Passport 750 ml 6 bot. Bacardi 750 ml. Botana Bito Tortilla Chip 40g, Agua Mineral Pedrial 2 Lit., Hielo Polvo y Vasos desechables No. 16.

¿Quieres un anuncio Clasificado GRATIS?

Compra tu periódico **La Unión** en las **tiendas OXXO**

llena tu cupón y deposítalo en los buzones ubicados en todas las tiendas oxxo del estado y en nuestras instalaciones.

"Más fácil no se puede"

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx

donde cada verano se registran reducciones en la extensión de la capa de hielo marino; mediciones satelitales registran pérdidas entre 3.5% y 4.1% por década. La nieve refleja la luz solar del verano, pero el agua abierta la absorbe y se calienta. Cuando llega el invierno boreal, la zona de baja presión que normalmente atrapa el vórtice circumpolar de viento (corriente en chorro o *jet stream*) [3] es más débil, y esto permite que se expanda, y que aparezcan más bucles y desprendimientos que invaden los continentes cercanos con frentes fríos como los recientes. De allí la aparente paradoja de inviernos boreales más fríos en un planeta que se ha calentado casi 1°C durante los últimos 100 años. Una temperatura más alta conlleva una mayor evaporación oceánica que alimenta la formación, fuerza y contenido de agua en los fenómenos ciclónicos de latitudes medias, que producen precipitaciones inéditas como el huracán *Manuel* en Guerrero (13-20/09/13) y el super-tifón *Haiyan* (05-09/11/13), que devastó Filipinas. En efecto, se espera que el cambio climático promoverá que estos eventos meteorológicos sean más frecuentes y/o más extremos. Y finalmente, si el aumento de temperatura derrite el *permafrost* de las tundras (suelo congelado rico en materia orgánica) y sublima los *clatratos de metano* (cristales de agua que atrapan metano) del fondo de los mares [4], tendríamos una espiral climática incontrolable.

Hay varios otros factores que inciden sobre el clima. Algunos son cíclicos, de origen astronómico, como la precesión de los equinoccios, donde con un periodo de 25,000 años, alternativamente se ilumina el hemisferio norte o el sur durante el perihelio de su órbita [5], la cual es una elipse cuya proporción de ejes es de 60:61. Otros factores ocurren al azar: erupciones volcánicas como las de Tambora, Krakatoa, Chichonal y Pinatubo, que inyectan ceniza a la estratósfera bajando la temperatura global sensiblemente. El aumento de nubosidad atmosférica también actúa como un freno al calentamiento, aunque sea producto de éste. Y ahora conocemos un posible freno al calentamiento que no fue evidente hasta hace un par de años, y que describiremos aquí: el comportamiento del Sol.

Nuestro Sol es una esfera de plasma que completa una rotación sobre su eje cada 25 días aproximadamente; sus polos rotan un poco más rápido que su región ecuatorial y esto genera poderosísimos campos magnéticos que se expanden como anillos de donas desde su núcleo, donde fusiona hidrógeno en helio, y se mueven a través de la capa

convectiva que llega justo debajo de su superficie (la fotosfera); allí prorrumpen dando lugar a las ráfagas y manchas solares. Éstas emiten energía en forma de radiación electromagnética del ultravioleta hasta rayos X, y partículas del viento solar que no penetran pero sí calientan un tanto la alta atmósfera. Como se aprecia en la Figura 2, durante los últimos 250 años se ha observado un ciclo de aproximadamente 11 años –llamado el *ciclo solar*– en el cual un creciente número manchas solares comienza a aparecer en latitudes solares altas, llega a su máximo a latitudes intermedias, y finalmente decae sobre latitudes bajas. La magnetohidrodinámica de esta oscilación solar es compleja; fue estudiada por Eugene N. Parker (1927-) en los 60s y más recientemente corroborada con diversos modelos computacionales. Lo que nos ocupa sin embargo, es la *disminución* secular de su intensidad observada durante los últimos ciclos solares, detallados en el *blog* de la NASA que se reproduce en la Figura 3. En 2014 estaríamos en el máximo esperado del ciclo solar, pero comparando con la Figura 2, vemos que éste es menor a la mitad del promedio de los máximos del siglo pasado. El Sol se está callando.

Periodos de quiescencia solar han ocurrido en el pasado. Hay registros ópticos sobre el número de manchas solares desde principios del siglo XVII, y por métodos inferenciales se han estudiado

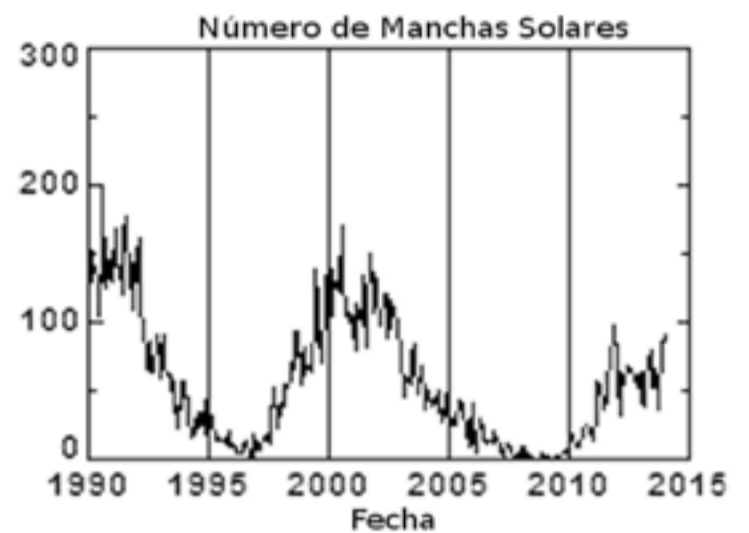
periodos anteriores [6]. Como se ve en la Figura 2, durante la segunda mitad de ese siglo hubo un prolongado silencio que corresponde con las temperaturas inusualmente bajas ilustradas por Brúgel y otros pintores que muestran patinadores sobre canales y lagos congelados, y ferias invernales sobre hielo duro en el Támesis; este lapso se llama el *mínimo de Maunder* [7], por Edward W. Maunder (1851-1928), quien coligió los datos; climáticamente se conoce como “la pequeña edad de hielo” (*little ice age*). Concebiblemente, mínimos anteriores más prolongados podrían corresponder con las eras glaciales del periodo cuaternario.

Difícilmente podemos saber qué sucede en la caótica capa convectiva del Sol y cuál será la intensidad de los máximos del ciclo solar en el futuro próximo. Si la presente disminución continúa y llegamos a otro mínimo ‘de Maunder’, con 50 a 100 años de duración, el problema del cambio climático se reformulará en términos de cuál será el efecto predominante: el calentamiento por gases de invernadero, o el enfriamiento debido a menor actividad solar. La BBC de Londres ha entrevistado astrónomos y climatólogos [8] quienes comentan sobre esta incertidumbre: la moneda está en el aire. Por lo pronto, el calentamiento avanza y el enfriamiento es una hipótesis; pero si ésta se cumple, podremos agradecer a Helios, Ra o Tonatiuh el regalo de unas pocas décadas

más de frágil estabilidad climática, tiempo para enmendar los pecados de usar hidrocarburos en la generación de energía con su CO₂ y de comer tanta carne de bovino con su CH₄. Mis referencias han sido a sitios en la Internet porque en ellos y sus derivados se encuentra la información más actual y relevante para los lectores que quieran explorar el tema a fondo. Encontrarán también *blogs* negacionistas, a veces subsidiados por entes trasnacionales que no quieren y soslayan acatar las urgentes recomendaciones que ha hecho ICPP a los gobiernos del mundo. Aún si un “nuevo mínimo de Maunder” comienza, también tendrá su fin. ¿Y entonces qué?

Referencias:

- [1] <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/01/20/sa-rukhan-se-encubren-datos-sobre-el-cambio-climatico-8225.html>
- [2] <http://www.ipcc.ch/>
- [3] http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_en_chorro
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Clathrate_gas_hypothesis
- [5] <https://www.google.com.mx/#q=milankovitch+cycles>
- [6] <http://en.wikipedia.org/wiki/Sunspot>
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Maunder_Minimum
- [8] <http://www.bbc.co.uk/blogs/paulHUDSON/posts/Real-risk-of-a-Maunder-minimum-Little-Ice-Age-says-leading-scientist>



Número de manchas solares por mes desde 1990. Se observa un descenso en los últimos dos máximos solares. Imagen abierta tomada de <http://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>

LOMAS VISTA HERMOSA
FRACCIONAMIENTO

La zona más exclusiva de Cuernavaca

CASAS Y TERRENOS
Lotes desde 500 m²

312 • 41 • 41