

¡Se viene la era glaciaria!

Los ciclos solares determinan el clima, no el CO₂.

por Zbigniew Jaworowski, M.D. Ph.D., D.Sc

THE ICE AGE IS COMING!

Solar Cycles,
Not CO₂,
Determine Climate

El colega del autor, C. Cielecki, excavando una muestra de hielo de una "chimenea" en la cara del glaciar Jatunjampa, en los Andes Peruanos. Las líneas oscuras marcan el depósito de polvo que se acumula en verano en la parte superior de particulares capas de hielo anuales. La línea negra cercana a la cabeza de Cielecki se formó después de la erupción de 1963 del volcán Gunung Agung, en Bali, Indonesia, y que causara el velo de polvo más denso desde 1895. Las otras líneas negras marcan erupciones de volcanes locales.

Este artículo fue publicado en inglés en la 21st Science & Technology, winter 2003-2004

**¡Saquen los abrigos de piel, porque el enfriamiento global está llegando!
Un científico de la atmósfera, de renombre mundial y montañista, que ha excavado
hielo de 17 glaciares en 6 continentes, en su carrera de 50 años,
le cuenta cómo y por qué.**

Desde los años 80, muchos climatólogos han afirmado que las actividades humanas han causado que la temperatura cercana a la superficie aumente más y más rápido que en ningún otro momento de la historia. Dicen que las emisiones industriales de dióxido de carbono a la atmósfera pronto darán por resultado un desbocado efecto invernadero y un calentamiento de consecuencias catastróficas para la biosfera. Hacia el 2100, dicen ellos, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera se duplicarán, causando que la temperatura media de la Tierra se eleve en 1,9° C a 5,8° C, y en las regiones polares en más de 12° C.

Apenas unos pocos años antes, estos mismos climatólogos habían jurado que la polución industrial nos llevaría a una nueva Edad de Hielo. En 1971, el líder espiritual de los profetas del calentamiento, Dr. Stephen Schneider, del National Center for Atmospheric Research, en Boulder, Colorado, afirmaba que la contaminación muy pronto reduciría a la temperatura media global en 3,5° C. [1] Sus comentarios fueron seguidos por declaraciones más oficiales del National Science Board de la National Science Foundation, ...";El tiempo presente de altas temperaturas debería estar llegando a su fin"; conduciendo a la próxima edad glacial." En 1974, el panel observó, "durante los últimos 20 a 30 años, la temperatura mundial ha caído, de manera irregular al principio pero más pronunciadamente en la última década." [2]

No importa qué suceda, calentamientos o enfriamientos catastróficos, de alguna manera la culpa siempre recae sobre los "pecaminosos" seres humanos y sus civilizaciones - que presuntamente es hostil y ajena al planeta.

En 1989, Stephen Schneider aconsejó: "para capturar a la imaginación pública 'tenemos que' hacer declaraciones simples y dramáticas, y poca mención de cualquier duda que podríamos tener". Cada uno tiene que decidir el correcto balance entre ser efectivo y ser honesto." [3] Esto resultó ser una "efectiva" política: Desde 1991, cada uno de los 2000 climatólogos (sólo 60 de ellos con título doctoral) recibieron un promedio de \$1 millón de dólares anuales para sus investigaciones. [4, 5] En una escala mundial, el presupuesto anual para la investigación del clima alcanza a los 5.000 millones de dólares. [6] Es interesante notar que en los Estados Unidos,

la mayor parte de este dinero va para descubrir el cambio del clima global y sus causas, mientras que los europeos aparentemente creen que el calentamiento global antropogénico ya está en marcha, y gastan el dinero más en estudiar los efectos del calentamiento.

Los gobiernos de muchos países (pero no de los Estados Unidos, Australia o Rusia), firmaron el infame Protocolo de Kyoto, que apunta a la reducción obligatoria de la combustión del petróleo, carbón y gas. Si esta convención fuese universalmente implementada, el descenso de la temperatura sería imperceptible. Pero habría una drástica y muy notoria retracción de la economía. En el 2100, bajo las restricciones obligatorias de emisiones del Protocolo de Kyoto, la temperatura se reduciría en 2° C o, para usar las cifras de los "calentadores globales", con Kyoto, el aumento de la temperatura que experimentaríamos para el año 2094, sería pospuesto hasta el año 2100. De esta manera, el protocolo de Kyoto le compra al mundo seis años. [7]

Pero las pérdidas resultantes del cumplimiento de Protocolo de Kyoto llegarían a los \$400.000 millones - sólo en los Estados Unidos. La reducción del producto bruto interno, cuando se suman a lo largo del siglo, llegaría a \$1,8 Billones de dólares, mientras que los supuestos beneficios por la reducción de emisiones serían de \$0,12 Billones. [8] Para el 2050, en la Europa occidental y Japón, el PBI se reduciría en 0,5% en comparación con 1994; en Europa oriental, esta reducción llegaría al 3%, y en Rusia al 3,4%. [8] Los expertos que trabajan en el gobierno Canadiense llegaron a la conclusión de que la implementación del protocolo de Kyoto haría necesario el racionamiento de energía, lo que haría recordar al racionamiento de la gasolina durante la Segunda Guerra Mundial. [9]

El Cambio Climático Refleja Eventos Planetarios Naturales

De hecho, los recientes desarrollos del clima no son algo desusado, ellos reflejan un curso natural de eventos planetarios. Desde tiempos inmemoriales, los ciclos alternados de frío y calor se han seguido unos a otros, con una periodicidad que va desde decenas de millones a unos pocos años. Los ciclos dependieron, muy probablemente, de los

cambios extraterrestres que ocurrían en el Sol y en sus proximidades.

Cambios a corto plazo - aquellos que ocurren en pocos años - son causados por factores terrestres tales como las grandes erupciones volcánicas, que inyectan polvo a la estratosfera, y el fenómeno El Niño, que depende de las variaciones de las corrientes oceánicas. La energía térmica producida por los radio nucleidos que están presentes en la capa de 1 km de espesor de la corteza terrestre, contribuyeron con unos 117 kilo joules anuales por metro cuadrado de la primitiva tierra. Como resultado del decaimiento de estos radio nucleidos de larga vida, su contribución anual es ahora de sólo 33,4 kilo joules por metro cuadrado. [10] Este calor nuclear, sin embargo, juega un rol menor entre los factores terrestres, en comparación con los "gases de invernadero" causados por algunos gases atmosféricos, y la radiación solar reflejada desde la superficie de la tierra. Sin el efecto invernadero, la temperatura media cercana a la superficie sería de -18°C , y no $+15^{\circ}\text{C}$, como es ahora.

El más importante de estos gases de invernadero es el vapor de agua, que es responsable del casi el 96 al 99% del efecto invernadero. Entre los demás gases de invernadero (CO_2 , CH_4 , CFCs, N_2O , y O_2), el más importante es el CO_2 , que contribuye con sólo el 3% de todo el efecto invernadero.[11, 12] Las contribuciones humanas de CO_2 a este efecto podrían ser de entre 0,05 a 0,25%.[13]



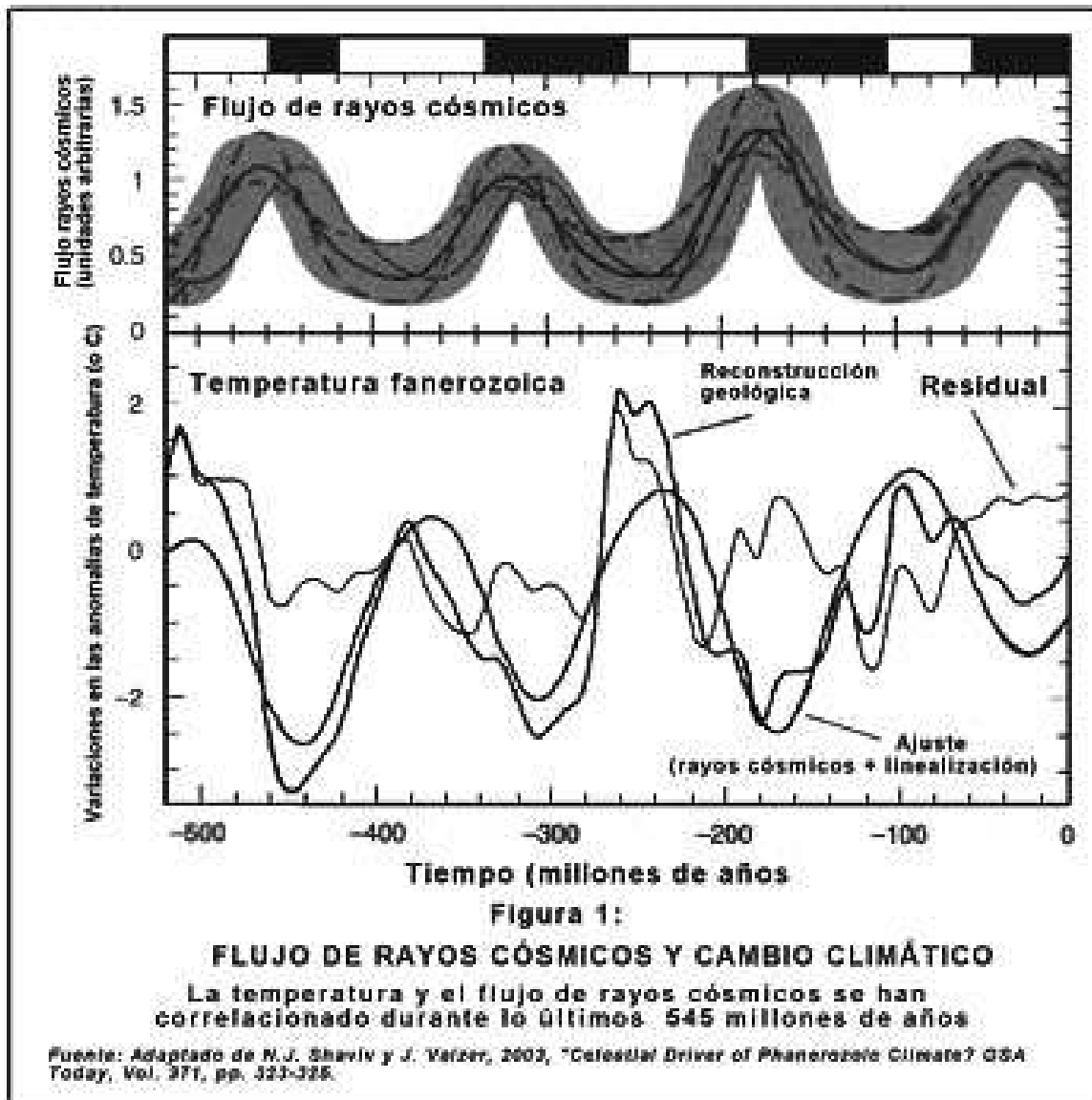
The author (right) working with ion exchange columns in a laboratory tent at Kahiltna Glacier, Alaska, 1977.

¹ Estamos actualmente a la mitad de la vida del Sol, unos 5 mil millones de años desde su formación, y unos 7 mil millones de años antes de su contracción en una caliente enana blanca[14], cuyo calor achicharrará a la Tierra, matando toda la vida sobre ella. Al comienzo de la carrera del Sol, su irradiancia era un 30% más baja que ahora. Esta es con toda probabilidad, una de las razones para los periodos fríos Precámbricos. En 1989, Joseph Kirschvink encontró rocas de 700 millones de años de antigüedad cerca de Adelaide, Australia, que mantenían trazas de los pasados glaciares. Sin embargo, la señal magnética de estas rocas indican que en ese tiempo, los glaciares estaban ubicados en el Ecuador. Esto significa que toda la Tierra estaba entonces cubierta de hielo. En 1992, Kirschvink llamó a esta etapa del planeta la "Tierra Bola de Nieve", y encontró que este fenómeno ocurrió muchas veces en el período Precámbrico. Uno de tales periodos "Tierra Bola de Nieve" apareció hace 2.4 mil millones de años.

Aunque grandes glaciaciones redujeron de manera drástica la productividad biológica, el sucesivo derretimiento de vastas cantidades de hielo oceánico provocó un enorme florecimiento de las cianobacterias, que produjeron inmensas cantidades de oxígeno. éste era altamente tóxico para la mayor parte de los organismos que vivían entonces. En consecuencia, hacen 2.400 millones de años, los organismos vivientes fueron forzados a desarrollar mecanismos de defensa contra los letales efectos de los radicales oxígeno. [15] Estos mismos mecanismos nos protegen de los efectos de la radiación ionizante. Sin estos mecanismos, la vida no podría haberse desarrollado en el pasado, y no podríamos vivir con el actual flujo de daños espontáneos del ADN producidos por los radicales oxidantes que se forman con el metabolismo de este gas. En cada célula de los mamíferos, ocurren espontáneamente unos 70 millones de daños al ADN - anualmente, pero únicamente 5 de esos daños al ADN son el resultado de la radiación natural promedio. [16, 17]

Tanto la atmósfera de oxígeno como el increíblemente eficiente mecanismo protector de reparación del ADN, desarrollado en esta época tan antigua, fueron probablemente inducidos por los dramáticos cambios en el clima. Durante el Fanerozoico, (los último 545 millones de años), la Tierra pasó por ocho grandes ciclos climáticos, cada uno de ellos de

¹ El autor (derecha) trabajando con columnas de intercambio iónico en una carpa laboratorio en el Glaciar Kahilina, Alaska, 1977.



unos 50 a 90 millones de años. Cuatro de ellos ("Iglúes"), fueron unos 40s, Cierdas más secos que los otros, y cuatro más cálidos ("Invertosaurus") [18].

Estos largos intervalos de los cortos periodos interglaciares de unos 10.000 años cada uno, posiblemente causados por pasajes del Sistema Solar a través de los brazos de la espiral de la Vía Láctea. En su trayectoria, el Sistema Solar pasó a través de áreas de intensa creación de estrellas, con frecuentes explosiones de novae y supernovas. En estas regiones, la intensidad de la radiación cósmica galáctica que llegaba a la Tierra era hasta 100 veces más alta que el promedio. El mayor nivel de la radiación cósmica en la troposfera de la Tierra causa mayor formación de nubes, que reflejan la creciente radiación solar de regreso hacia el espacio. Esto da por resultado un clima más frío (ver más abajo). Entonces el Sistema Solar viaja a través de áreas más quietas donde la radiación cósmica es más débil, se forman menos nubes en la troposfera, y el clima se calienta.[18]

Sobre estos ciclos climáticos desmesuradamente (Figura 1) se superponen ciclos más cortos de unos 100.000 años de duración, cada uno de sólo 100.000 años de duración, que se refuerzan o debilitan a los más largos.

Durante los pasados 1000 años, múltiples periodos de 50 años han sido más cálidos que cualquier período análogo del siglo 20, y los cambios han sido mucho más violentos que los que se observan actualmente. Tales son los hallazgos de un análisis de más de 240 publicaciones, realizado por un equipo de científicos de Caltech y la Universidad de Harvard,[19, 20] En este estudio, se examinaron miles de resultados contrastados de los llamados "indicadores proxy de temperatura". Ellos incluyen registros históricos; mediciones del crecimiento anual de anillos de árboles; cambio de los isótopos en las muestras de hielo, sedimentos lacustres, maderas, corales, estalagmitas, fósiles biológicos, y en la celulosa conservada en turberas; cambios en los sedimentos oceánicos, alcance de los glaciares; temperaturas de perforaciones geológicas;

variación de la microfauna en sedimentos; línea del movimiento de los bosques, y así por delante.

También viene evidencia similar de mediciones más directas de las temperaturas preservadas en la cobertura de hielo de Groenlandia (Figura 2). Estos estudios están en franca contradicción con el mucho más pequeño estudio [21b] que muestra una curva tipo "palo de hockey", con la sobresaliente temperatura en el Siglo 20, y una más bien plana y ligeramente decreciente tendencia durante el resto del milenio. El estudio, por Mann et al., está en oposición a la multitud de publicaciones que apoyan la evidencia de que durante los últimos mil años, el fenómeno conocido como el período Cálido medieval, y la pequeña Edad de hielo, tuvieron un alcance global, y que el período contemporáneo no difiere en nada de los previos cambios climáticos naturales.

Las temperaturas se pueden inferir a partir de la relación de los isótopos de carbono (carbono-12 y carbono-13C) y del oxígeno (oxígeno-16) en los esqueletos de los foraminíferos marinos, en los sedimentos del fondo del mar de los Sargazos (Atlántico Norte). Estos indican que en los últimos 3.000 años el clima de la Tierra estuvo cambiando de manera constante, y que el aspecto de los cambios del pasado no difieren con los cambios modernos.

Aquí se muestran el óptimo Medieval ((hacen 1.000 años), el comienzo del óptimo Holocénico (2,500 años atrás), y también la pequeña Edad de Hielo (ca. 500 años atrás), época de la que estamos todavía emergiendo. La temprana Edad Medieval también fueron

testigos de un fuerte enfriamiento climático, que tuvo un impacto sobre la declinación económica y cultural de esa época.

Sin embargo, el estudio de Mann et al., fue incorporado al Informe 2001 (TAR) del IPCC como la principal prueba de que el calentamiento del Siglo 20 no tenía precedentes, y fue usado de manera entusiasta por los aficionados del Protocolo de Kyoto para promover su causa.

En su estudio minucioso, Soon y Baliunas [19, 20] criticaron, al pasar, las publicaciones de Mann et al., por su impropia calibración de la información proxy, y por los errores estadísticos y metodológicos. Críticas mucho más profundas y demoledoras del trabajo de Mann et al., fueron presentadas recientemente por Stephen McIntyre y Ross McKittrick,[22] quienes demostraron que las conclusiones de Mann et al. estaban basadas en cálculos errados, datos incorrectos, y selección sesgada del registro climático. Usando los conjuntos de datos originales suministrados por el autor Michael Mann, McIntyre y McKittrick descubrieron muchos errores en los trabajos de Mann et al. - por ejemplo, adjudicando mediciones a los años equivocados, llenando tablas con números idénticos para proxys diferentes en distintos años; usando información obsoleta que ya había sido revisada por los investigadores originales, y mucho más.

Típico de estos errores era, por ejemplo, detener las series de temperatura de la Inglaterra central, sin explicación, en el año 1739, aun cuando los datos disponibles se remontan hasta el 1659, escondiendo de esta manera un importante período muy frío del Siglo 17. McIntyre y McKittrick no sólo criticaron el trabajo realizado por Mann et al, pero además, después de corregir todos los errores, analizaron el conjunto de datos usando la misma metodología empleada por Mann. El resultado de este estudio de actualización demuestra que las temperaturas del Siglo 20 no han sido excepcionales durante los últimos 600 años. Más aún, demuestra claramente la falsedad de la afirmación del IPCC en su Informe 2001, basado en el estudio de Mann et

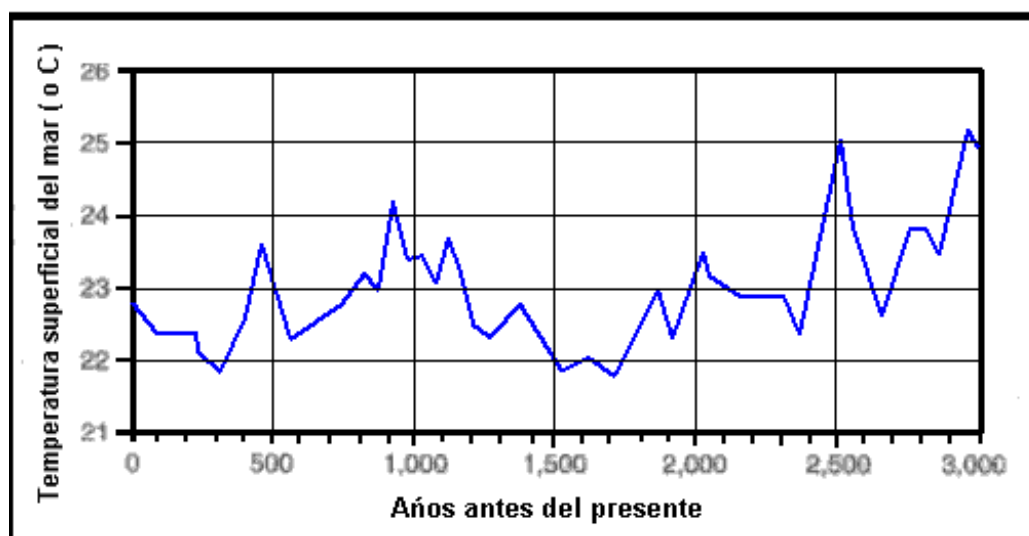


Figura 2: VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LOS ÚLTIMOS 3000 AÑOS.

Fuente: Adaptado de L.D. Keiwin, et al., 1994, "The role of the Deep Ocean in North Atlantic Climate Change between 70 and 130 kyr Ago," Nature, Vol. 271, pp- 323-326.

al., de que la década de 1990 fue "probablemente la más caliente registrada", y que 1998 fue "el año más caliente del milenio" (Figura 3).

El paper de McIntyre y McKittrick fue revisado antes de su publicación por los reconocidos expertos en matemáticas y estadísticas, geología, paleoclimatología, y física (entre los revisores estaban R. Carter, R. Courtney, D. Douglas, H. Erren, C. Essex, W. Kinnmonth, y T. Landscheidt), y había pasado una revisión de "peer-review" por los examinadores de la prestigiosa publicación Inglesa Energy & Environment.

Dos preguntas surgen ahora: ¿Cómo es que el estudio de Mann et al., de 1998, con todos esos errores, pudo pasar el "peer-review" de la revista Nature? Y ¿Cómo pudo haber pasado los procesos de revisión y comprobación del IPCC? Este asunto refleja, tristemente, la calidad de la ciencia que se está practicando en esta organización.

Los estudios de Mann et al., tenían un costado político. Ellos servían de contrapeso a la negativa del presidente George W. Bush de negarse a ratificar el protocolo de Kyoto, por ser "fatalmente errado", y su intento de minimizar la catástrofe económica que induciría Kyoto. Una contribución inesperada vino del presidente Vladimir Putin, de su principal asesor económico, Andrei Illarinov, y de muchos científicos que asistían a la Conferencia Mundial del Cambio Climático que se llevaba a cabo en Moscú entre el 29 de Septiembre y el 3 de Octubre, 2003. Abriendo la conferencia, Putin declaró que le Protocolo de Kyoto estaba "científicamente errado" y que "Aún el 100 por ciento de cumplimiento con el protocolo no revertiría el cambio climático."

Y en respuesta a quienes exigían una rápida ratificación del protocolo de Kyoto, Putin dijo, medio en broma, "Dicen a menudo que Rusia es un país boreal, y si la

temperatura se calentara 2 o 3 grados Celsius, no sería una cosa tan mala. Podríamos gastar menos en abrigos, y los expertos agrícolas dicen que las cosechas de granos se incrementarían aún más."

Putin también declaró que Moscú "sería reacio a hacer decisiones simplemente sobre consideraciones financieras. Nuestra principal preocupación serían los elevados ideales y metas que nos hemos impuesto, y no beneficios a corto lazo" "El gobierno está considerando y estudiando profundamente este asunto, estudiando los complejos y difíciles problemas ligados al mismo. La decisión será hecha después de que este trabajo haya sido completado. Y, por supuesto, tendrá en cuenta los intereses nacionales de la Federación Rusa."

Anfrei Illarinov, principal asesor de Putin, fue más rudo: "El Protocolo de Kyoto



Figura 3:
EL LLAMADO "PALO DE HOCKEY" Y SU VERSIÓN CORREGIDA

La **línea roja** es la curva de las temperaturas que presuntamente muestra a las recientes temperaturas como las más altas desde 1400 (a la derecha). Los autores del estudio, Mann, Bradley et al., (ver Referencia 21), sostienen que "las temperaturas de la segunda parte del siglo 20 no tienen precedentes," y que "hasta los intervalos más cálidos de la reconstrucción palidecen ante las temperaturas de la mitad y final del siglo 20," y que los años 90 "fue la década más caliente." El IPCC adoptó el estudio de Mann et al., y llamó a 1998 "el año más caliente del milenio"

La **línea azul**, es la curva corregida de las temperaturas, derivada de la misma información y datos usados por Mann et al., y que muestra que las temperaturas del siglo 20 son más frías que las que hubo alrededor del siglo 15, y que estamos realmente emergiendo de la Pequeña Edad de Hielo a principios del siglo 20.

Fuente: Adaptado de S. McIntyre, R. McKittrick, "Corrections to the Mann et al. (1998) Proxy Data Base and Northern Hemisphere Temperature Series," Energy & Environment, Vol. 14, No. 6, pp. 751-771.

pondrá frenos al crecimiento económico. Condenará a Rusia a la pobreza, debilidad, y atraso." Para los expertos reunidos en Moscú, Illarinov presentó 10 preguntas bien enunciadas, todas las cuales hacen estremecer a la hipótesis del calentamiento global inducido por el hombre. Los proponentes del calentamiento global no pudieron dar respuestas satisfactorias. Tampoco fueron respondidas ni las básicas preguntas hechas por el presidente del comité organizador, Profesor Yuri Izrael. "¿Qué está realmente sucediendo en este planeta: calentamiento o enfriamiento?" y "¿La ratificación del Protocolo de Kyoto - mejorará al clima, lo estabilizará, o lo empeorará?", preguntó.

Al final de la conferencia, dos cosas quedaron muy claras: (1) El mundo científico está muy lejos de algún "consenso", tan a menudo proclamado por IPCC, acerca del calentamiento producido por el hombre. (El presidente de la conferencia reconoció que los científicos que cuestionan al consenso de Kyoto representaban el 90% de los asistentes.) (2) Sin la ratificación de Rusia, el protocolo de Kyoto colapsará.

A partir de lo que dijo el presidente Putin en la Conferencia de Moscú, parece que Rusia no sucumbirá ni a las lucrativas propuestas a corto plazo de vender sus cuotas de emisión de CO₂ por un total de \$8.000 millones de dólares, como tampoco a las veladas amenazas de la Comisionada Ambiental de la Unión Europea, Margot Wallstrom, que advirtió a Rusia que "podría perder política y económicamente si no ratificaba el Protocolo de Kyoto." Parecería que Rusia podría detener ahora las restricciones globales a las emisiones de CO₂, y salvar al mundo de lo que Sir Fred Hoyle definía correctamente en 1996 como "arruinando las industrias del mundo y regresándonos a todos al Oscurantismo."

A la Naturaleza le gusta Cálido

Los períodos fríos siempre han significado calamidades para los humanos y desastres para los ecosistemas. Por ejemplo, el último período frío, la llamada pequeña Edad de Hielo, trajo hambrunas y epidemias a Europa y Finlandia, que contribuyeron a la extinción de dos tercios de la población. Por otro lado, durante los períodos cálidos, plantas, animales y comunidades humanas florecieron y prosperaron.

Por muchos años, se nos ha enseñado que el calentamiento global causará una serie de desastres: ascenso del nivel de los mares, desastre ecológico en el ártico, sequías e inundaciones, catástrofes agrícolas, creciente

número, frecuencia y violencia de los huracanes, epidemias de enfermedades infectocontagiosas y parasitarias, y más todavía. Los impactos del calentamiento, parece ser, deben ser siempre negativos, nunca positivos. Pero, ¿es tan así?

Echemos una mirada al ártico. A pedido del Grupo Climático Inter Departamental del gobierno Noruego, junto con tres colegas del Norsk Polar Institute, yo estudié el impacto de un posible calentamiento climático sobre la flora y la fauna ártica, en la región de Svalbard. Especial preocupación se centraba en la posible extinción de los osos polares. Nuestro informe [23] declara que en el período de 1920 hasta 1998, la temperatura en Spitsbergen y en la adyacente isla Jan Mayen, había descendido casi 2° C, al revés de las predicciones del Dr. Stephen Schneider y sus seguidores.

Por la salud del estudio, sin embargo, hicimos la suposición que, por algún milagro, el clima del ártico se calentaría algunos grados Celsius, con una mayor concentración de CO₂ en la atmósfera. Bajo esta suposición, investigamos la suerte de las plantas, el plankton marino, los peces, osos, renos, focas, y millones de aves que habitan esta región. Resultó que, a mayor concentración de dióxido de carbono, y mayores temperaturas, la productividad del sistema ecológico del ártico siempre se incrementa. Los registros históricos y las estadísticas modernas muestran que en los períodos cálidos se han capturado más peces en el Mar de Barents, y las poblaciones de renos, aves, focas y osos también se expandieron. Sobre la tierra firme, aumentó la masa de vegetación para los renos, y en el mar el plankton se hizo más abundante. Esto permitió que aumentara la población de peces, se expandieran los recursos de alimentos para las aves y las focas, que a su vez son el alimento de los osos. En conclusión: El calentamiento del clima sería beneficiosos para todo el sistema de vida en el ártico, y los osos polares serían más numerosos que hoy. Nuestros patrocinantes interdepartamentales nos dieron entonces una muestra de su pensamiento: "Esa no es la manera de conseguir fondos para investigación!" Tenían razón.

La Propaganda del Miedo

Los miedos más fuertes de la gente se relacionan con el derretimiento de los glaciares de montaña y partes de los glaciares continentales de Groenlandia y de la Antártida, que supuestamente llevarían a un aumento del nivel de los mares de 29 centímetros para el 2030, y de 71 cm en el

2070. Algunas predicciones aseguran que este aumento del nivel de los mares podría llegar incluso a 36,7 metros.[24] Bajo esta óptica, islas, regiones costeras, y grandes ciudades portuarias serían inundadas, y naciones enteras se verían forzadas a emigrar.

El 10 de octubre de 1991, el New York Times anunció que tan pronto como el 2000, los crecientes niveles del mar provocarían la emigración de algunos millones de personas. Los Profetas del Apocalipsis que predicán los horrores del calentamiento no están preocupados por el hecho que en la Edad media, cuando durante unos cuanto cientos de años fue más caliente que ahora, ni el atolón de las Maldivas ni los archipiélagos del Pacífico se inundaron. Los niveles globales del mar han estado subiendo durante algunos cientos o miles de años, (las causas de este fenómeno no están claras). En los últimos 100 años, este aumento fue de 10 a 20 cm,[24] pero no parece haberse acelerado durante el calentamiento del Siglo 20. Resultó ser que, durante los climas más cálidos, se evapora más agua de los océanos (y en consecuencia cae más nieve sobre Groenlandia y la Antártida) que la cantidad de agua que fluye al mar proveniente del derretimiento de los glaciares de montaña.[17]

Desde los años 70, los glaciares del ártico, Groenlandia y la Antártida, han dejado de retirarse, y han comenzado nuevamente a crecer. El 8 de enero de 2002, la revista Science publicó los resultados de los estudios realizados mediante radares en los satélites y las muestras de probetas o cilindros hielo perforados en Groenlandia y la Antártida. Este estudio fue hecho por científicos del Caltech Jet Propulsion Laboratory y la Universidad de California en Santa Cruz. Estos resultados indican que el flujo del hielo en la Antártida se ha frenado, y algunas veces detenido, y que esto ha dado por resultado el espesamiento de los glaciares continentales a una tasa de 26,8 mil millones de toneladas por año.[25]

En 1999, un estudio de la Academia de Ciencias de Polonia fue preparado como una

fuerza de material para un informe titulado: "Pronóstico de las condiciones de Defensa para la República de Polonia en 2001-2020." Este estudio implicaba que el aumento de la precipitación atmosférica en un 23 por ciento en Polonia, que presuntamente sería causado por el calentamiento global, sería perjudicial. (¡Imagine declarar esto en un país donde el 38 por ciento de su área sufre de un permanente déficit de agua!). Este mismo estudio también estimó que la extensión del periodo de crecimiento de la vegetación de entre 60 a 120 días era un desastre. Verdaderamente, la posibilidad de duplicar la rotación de cultivos,

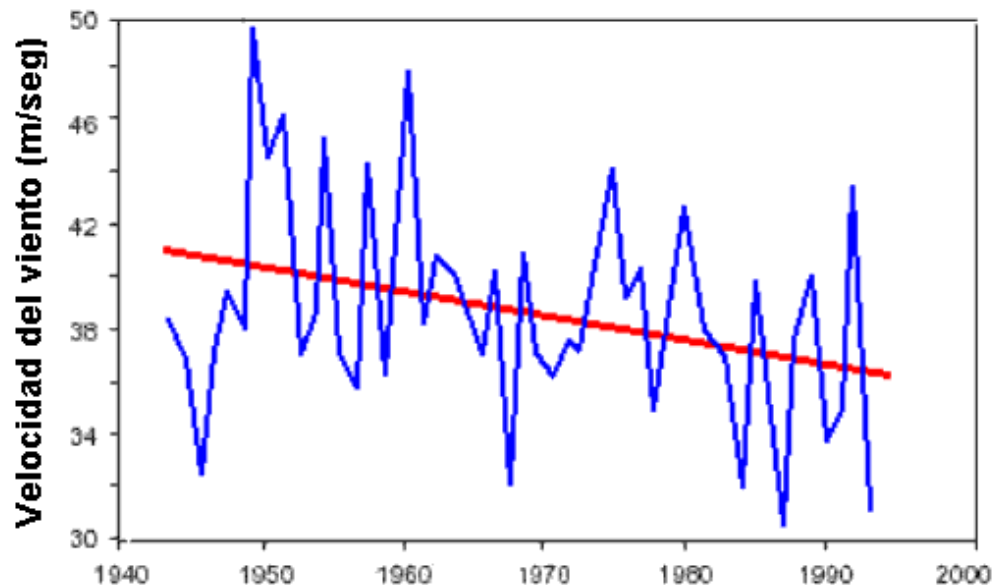


FIGURA 4:
VELOCIDAD MÁXIMA PROMEDIO DEL VIENTO DE HURACANES DEL ATLÁNTICO

La velocidad máxima del viento en los huracanes del Océano Atlántico entre 1940 y 1993 ha disminuido en 5 km por hora, es decir, en un 12%. La línea roja muestra la tendencia.

Fuente: Adaptado de C.W. Landsea et al., 1996, "Downward Trends in the Frequency of Intense Atlantic Hurricanes During the Past Five Decades," Geophysical Research Letters, Vol. 23, No. 13, pp. 1697-1700.

o aún de prolongar en cuatro meses la cosecha de remolachas, se convierte en una visión horrorosa en la mente de los autores de este estudio.

Los diarios escriben continuamente sobre la creciente frecuencia y potencia de las tormentas. Los hechos, sin embargo, dicen otra cosa diferente. Cito aquí sólo alguna información de Polonia, pero existe mucha información de todas partes del mundo. En Cracovia, entre 1896 y 1995, la cantidad de tormentas con granizo y lluvias excediendo los 20 milímetros, ha disminuido de manera constante, y después de 1930, el número total de tormentas ha disminuido.[26] Desde 1823 hasta 1994, la frecuencia y magnitud de las inundaciones del Río Fístula, en Cracovia, no

sólo no aumentaron sino que, desde 1940 han disminuido de manera significativa.[27] También, las mediciones en puerto de Kolobzreg, en el Mar Báltico, indican que el número de tormentas no se incrementó entre 1901 y 1990.[28] Observaciones similares se aplican a los huracanes del Océano Atlántico durante el Siglo 20 (Figura 4), y en todas partes del mundo.

Zozobran las Predicciones de las Computadoras

Al revés de las predicciones computarizadas de "los calentadores", las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera, el más importante entre los gases de invernadero producidos por el hombre, estaban fuera de fase con los cambios de las temperaturas del aire cercanas a la superficie, no sólo recientes sino también en el pasado distante. Esto se ve muy claramente en las muestras de hielo extraídas de Groenlandia y la Antártida, donde las altas concentraciones de CO₂ en las burbujas de aire preservadas en el hielo polar aparecen de 1.000 a 13.000 años después de un cambio en la composición isotópica de H₂O, señalando el calentamiento de la atmósfera.[29]

En tiempos remotos, la concentración de CO₂ de la atmósfera ha sido mucho más alta que ahora, sin ningún impacto dramático sobre la temperatura. En el período Eoceno, (hacen 50 millones de años), esta concentración era 6 veces más alta que ahora, pero la temperatura era de apenas 1,5° C más alta. Durante el Período Cretáceo (90 millones de años atrás), la concentración de CO₂ era 7 veces más altas que hoy, y durante el Carbonífero, (340 millones de años), el CO₂ era casi 12 veces más abundante.[30] Cuando las concentraciones de CO₂ eran 18 veces más altas que hoy, 440 millones años atrás (durante el Ordovícico), los glaciares existían en los continentes de ambos hemisferios.

A finales del Siglo 19, la cantidad de CO₂ descargada a la atmósfera por la industria mundial era 13 veces menor que hoy.[31] Pero el clima de esa época se había calentado como resultado de causas naturales emergiendo de una Pequeña Edad de Hielo de 500 años, que prevaleció desde el 1350 hasta el 1880, aproximadamente. Esto no fue un fenómeno regional Europeo, sino que se extendió a lo largo y ancho del mundo.[19, 20] Durante esta época la temperatura media global era de 1° C menos que ahora. Se organizaban festivales sobre el Río Támesis congelado, y la gente viajaba desde Polonia hasta Suecia, cruzando el Mar Báltico en trineos y permaneciendo en

las noches en tabernas construidas con hielo, sobre el mar helado.

Esta época está bien ilustrada en las pinturas de Pieter Breughel y Hendrick Avercamp. En las montañas de Escocia la línea de nieve se extendía hasta 300 y 400 metros más abajo que hoy. En la vecindad de Islandia y Groenlandia, el hielo marino estaba tan extendido que el acceso a la colonia vikinga de Groenlandia, establecida en 985, se interrumpió completamente, la colonia finalmente fue aplastada por la Pequeña Edad de Hielo.



Arriba: La Pequeña Edad de Hielo de 500 años de duración prevaleció desde 1350 hasta 1880, en toda la Tierra, con temperaturas medias 1° C menores que las actuales. El Mar Báltico podía cruzarse en trineos desde Polonia a Suecia, pernoctando en tabernas construidas en el hielo. Las pinturas de Pieter Breughel y Hendrick Avercamp ilustran al período. Aquí, "Los Cazadores" de Breughel.

Todo esto fue precedido por el Calentamiento Medieval, que duró más de 300 años (900 al 1100), durante el cual la temperatura alcanzó su máximo (1,5° C más alta que hoy) hacia el año 900. Tanto la Pequeña Edad de Hielo como el Período Cálido Medieval, no fueron fenómenos regionales como lo implica el estudio de Mann y sus coautores [32], sino que fueron globales y fueron observados en el Océano Atlántico Norte, en Europa, Asia, Sud América, Australia, y la Antártida. [33, 34]

Durante el Calentamiento Medieval, las fronteras boscosa de Canadá llegaba 130 kilómetros más al norte que hoy, y en Polonia, Inglaterra, Holanda, y Escocia, florecieron los viñedos para fabricar vinos de Misa -sólo para ser destruidos por la pequeña Edad de Hielo. Más temprano todavía, de 3.500 a 6.000 años atrás, ocurrió un duradero Calentamiento Holoceno, cuando la temperatura del aire excedía a la actual en 2° C (Ver figura 5).

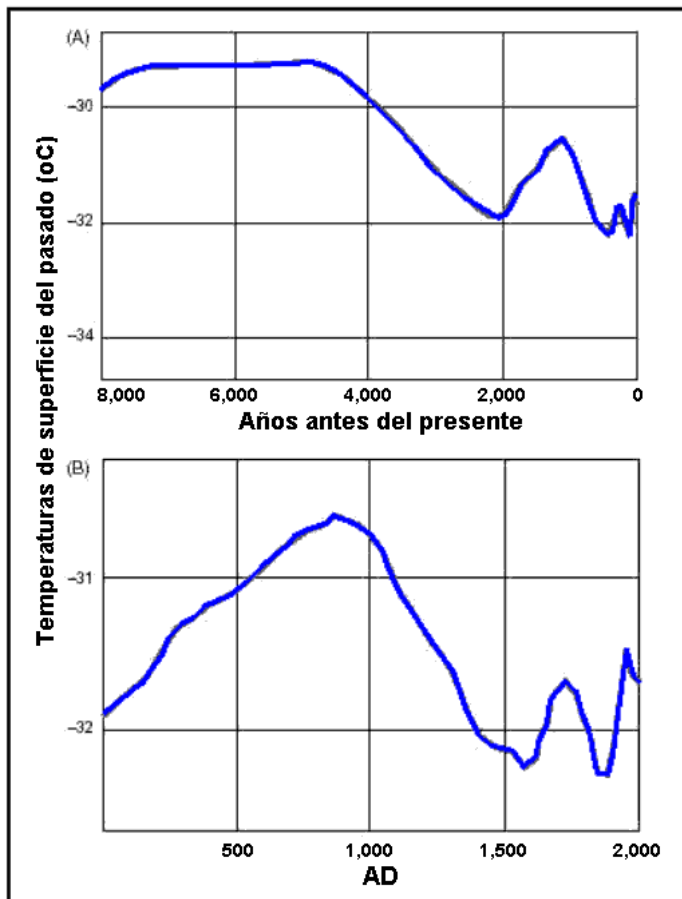


FIGURA 5:
TEMPERATURAS DIRECTAS MEDIDAS EN LA
PERFORACIÓN DE UN GLACIAR DE
GROENLANDIA

Los copos de nieve que caen a través de la atmósfera tienen la misma temperatura del aire circundante. El hielo formado por estos copos de nieve conduce muy mal a la temperatura, y su temperatura original es retenida durante miles de años. Se muestra en (A) La temperatura del aire sobre Groenlandia en los últimos 8.000 años, donde es visible el llamado Calentamiento Holocénico (3.500 a 6.000 años atrás).

(B) Nuestra época, mostrando el Calentamiento medieval, (900-1100) y la Pequeña Edad de Hielo (1350-1880).

Fuente: D. Dahl-Jensen, et al., 1998, "Past Temperatures Directly from the Greenland Ice Sheet," Science, Vol. 282, No. 9, (October), pp. 268-271.

Después de 1975, las mediciones de las estaciones meteorológicas indicaban que la temperatura media global había comenzado a subir nuevamente, a pesar de la declinación de las emisiones de CO₂ "humanas". Sin embargo, resulta ser que es muy probable que se trate de una triquiñuela de medición, producida por el crecimiento de las ciudades y el resultante "efecto de isla de calor urbano". Las estaciones meteorológicas, que acostumbraban a estar fuera de las ciudades, fueron absorbidas por éstas, en donde la temperatura es más alta que en los campos aledaños.

Fuera de las ciudades de los Estados Unidos y Europa, la temperatura observada es más baja que alta, como lo demuestran los registros y datos del Goddard Institute de la NASA, recientemente revisados por John Daly.[37]

Lo mismo es cierto para las regiones polares, en donde los modelos predicen los mayores aumentos en la temperatura del aire. Como lo declaró Rajmund Przybylak, un climatólogo de la Universidad Nicolaus Copernicus, en Torun, Polonia, en las regiones polares "las épocas de calentamiento y enfriamiento se debería de ver muy claramente y debería ocurrir más temprano que otras partes de la Tierra." Por consiguiente, dice él, "estas regiones deberían jugar un rol muy importante en la detección del calentamiento global." [38]

Przybylak recogió datos que cubren el período desde 1874 hasta el 2000, de 46 estaciones árticas y sub-árticas manejadas por institutos meteorológicos Daneses, Noruegos, Americanos, Canadienses, y Rusos. Su estudio demuestra lo siguiente:

- (1) En el ártico, las temperaturas más altas ocurrieron claramente en los años 30;
- (2) Aún en los años 50, la temperatura era más alta que en los años 90;
- (3) Desde mediados de los años 70, la temperatura anual no muestra ninguna tendencia clara; y
- (4) La temperatura en Groenlandia en los últimos 10 a 20 años es similar a la observada durante el siglo 19.

Estos hallazgos son similares a los cambios de temperatura en el ártico presente en la información recogida por la NASA,[37, 38] y en anteriores estudios revisados por Jaworowski. [13]

En un Nuevo estudio que cubre información sobre la temperatura del aire de superficie y la presión a nivel del mar de 70 estaciones en la región que circunda al ártico, al norte de los 62°N, durante el período desde 1875 al 2000, Polyakov et al.,[39] descubrieron que la información de la temperatura consiste en dos fases frías y dos fases cálidas de una variabilidad multidecanal, en una escala de tiempo de 50 a 80 años, superpuestas sobre un fondo de una larga tendencia al calentamiento. Esta variabilidad parece tener origen en el Atlántico Norte, y muy probablemente sea inducida por lentos cambios en la circulación termohalina oceá-

nica, y en las complejas interacciones entre el Océano ártico y el Atlántico Norte.

Los dos periodos cálidos ocurridos en el ártico hacia fines de los años 30 hasta principios de los 40, y en los 80 hasta los años 90. El periodo más temprano fue más caliente que las dos últimas décadas. Desde 1875, el ártico se ha calentado en 1,2° C, y para todo el registro histórico de temperatura, el calentamiento fue de 0,094° C por década. Para el siglo 20, la tendencia fue de 0,65° C por década. Porque la temperatura en los años 30-40 fue más alta que en las décadas recientes, la tendencia calculada para el periodo 1920 al presente muestra un enfriamiento.

El Océano ártico Cambia

El estudio de Plyakov (Referencia 39) también llega a la conclusión que la tendencia al calentamiento, por sí sola, no puede explicar el retroceso del hielo del ártico observado en los años 80 y 90, que fue probablemente causado por el cambio de los patrones de la presión atmosférica de anticiclónicos a ciclónicos.

El mecanismo de los cambios del hielo marino es increíblemente complejo, y es sumamente difícil diferenciar a la más bien corta influencia antropogénica del fondo natural de fenómenos, que son tanto de corto y largo plazo. Dependiendo del periodo de tiempo estudiado, los registros que contienen de sólo unos pocos años a unas pocas décadas de datos, rinden tendencias diferentes. Por ejemplo, Winsor [40] informó que seis viajes de submarinos entre 1991 y 1997, cruzando la Cuenca Central ártica desde 76°N a 90°N y alrededor del Polo Norte (encima de 87°N), encontró una ligera tendencia al aumento del espesor del hielo marino. En 1999, 2001 y 2003, Vinje [41, 43] revisó observaciones de la extensión del hielo en los mares Nórdicos, mediciones hechas en abril de 1864-1998, y también hacia atrás en el tiempo 400 años completos.

La extensión del hielo marino ha disminuido un 33 por ciento durante los últimos 135 años. Sin embargo, casi la mitad de esta disminución fue observada durante el periodo 1864-1900. la primera mitad de esta declinación ocurrió durante un periodo cuando la concentración de CO₂ en el aire creció sólo 7 partes por millón en volumen (ppmv), mientras que la segunda parte de la declinación, el contenido de CO₂ creció más de 70 ppmv. Esto sugiere que el crecimiento del contenido de CO₂ en el aire no tiene nada que ver con la cobertura del hielo marino. Vinje



[42] afirma que "los derretimientos anuales de la magnitud observada después de 1930 no se han observado en el Mar de Barents desde el óptimo de temperatura del siglo 18," que fue seguido de "una caída de las temperaturas medias del hemisferio norte de unos 0,6° C durante las últimas pocas décadas del siglo 18," temperatura que ha sido recientemente borrada por "un crecimiento de unos 0,7° C durante el periodo 1800-2000."

En consecuencia, el Hemisferio Norte no parecería ser más caliente ahora (y la extensión de la cobertura de hielo del Mar de Barents no mucho menor ahora) que lo que fue durante los años del 1700s, cuando las concentraciones de CO₂ se afirma que eran de 90 a 100 ppmv más bajas que ahora. (La validez de esta afirmación fue criticada por Jaworowski en las Referencias 29 y 44.)

Aún las determinaciones de alta sensibilidad de corto plazo de la temperatura de la superficie o de la cobertura del hielo marino, cubriendo una o dos décadas (por ejemplo, las observaciones satelitales entre 1981 y 2001, que aparecen en la edición del Journal of Climate de Nov. 1, 2001, mostrando una declinación del 9 por ciento por década del hielo marino), no so la mejor base para la determinación del impacto provocado por el hombre en el clima de las regiones polares. Esto es válido también para los estudios Antárticos, donde durante los pasados 18 años la tendencia neta del borde medio del hielo

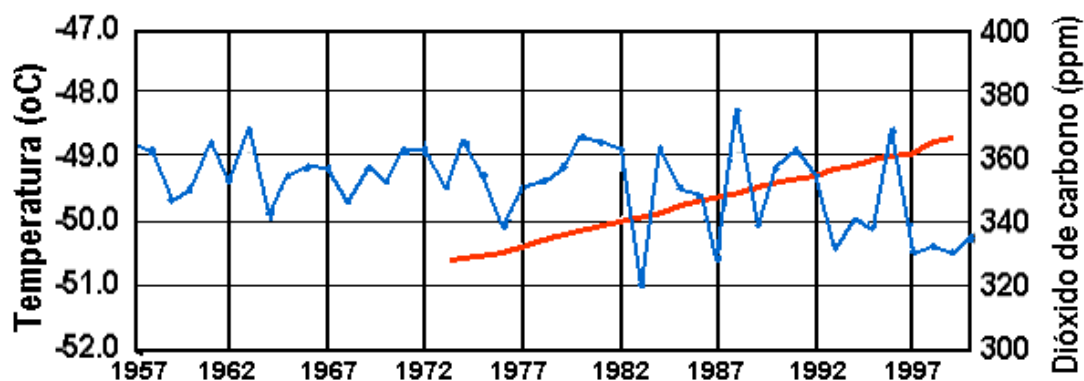


FIGURA 7:
TEMPERATURA DE SUPERFICIE Y DIOXIDO DE CARBONO EN EL POLO SUR,
1957-2000

¿Cuál es la conexión entre CO₂ y temperatura en el Polo Sur? Enfriamiento o ninguna correlación. La línea azul muestra la variación de temperatura en la base Amundsen-Scott, entre 1957 y el 2000. La línea roja que comienza hacia 1973 grafica la concentración de CO₂ en la atmósfera entre 1973 y 1999.

Fuente: J. Daly, 2003, "What the Stations Say".

marino se ha expandido hacia el norte en 0,01 grado de latitud por año, indicando que la extensión global del hielo marino puede estar en aumento.[45]

Enfriamiento Antártico

También, en las regiones interiores de la Antártida, después de 1841, se ha observado un enfriamiento o sino ninguna tendencia. En la base Amundsen-Scott del Polo Sur, desde 1957 a 2000, la temperatura disminuyó aproximadamente 1,5° C, [37, 46] aunque la concentración de CO₂ aumentó durante este periodo desde 313,7 ppmv [31] hasta menos de 360 ppmv (Figura 7). La disminución de la temperatura puede estar relacionada con la Oscilación de El Niño,[47] y con la declinación en la cantidad de radiación solar que llega a la Antártida (0,28 watt/m² anuales entre 1959 y 1988).[48]

En la escala global, las mediciones más objetivas de la temperatura del aire en la baja troposfera, conducidas desde 1979 por los satélites norteamericanos (sin interferencias de las "islas de calor urbano"), indicaron hasta 1998 que no había un calentamiento del clima, sino un modesto enfriamiento. (-0,14° C

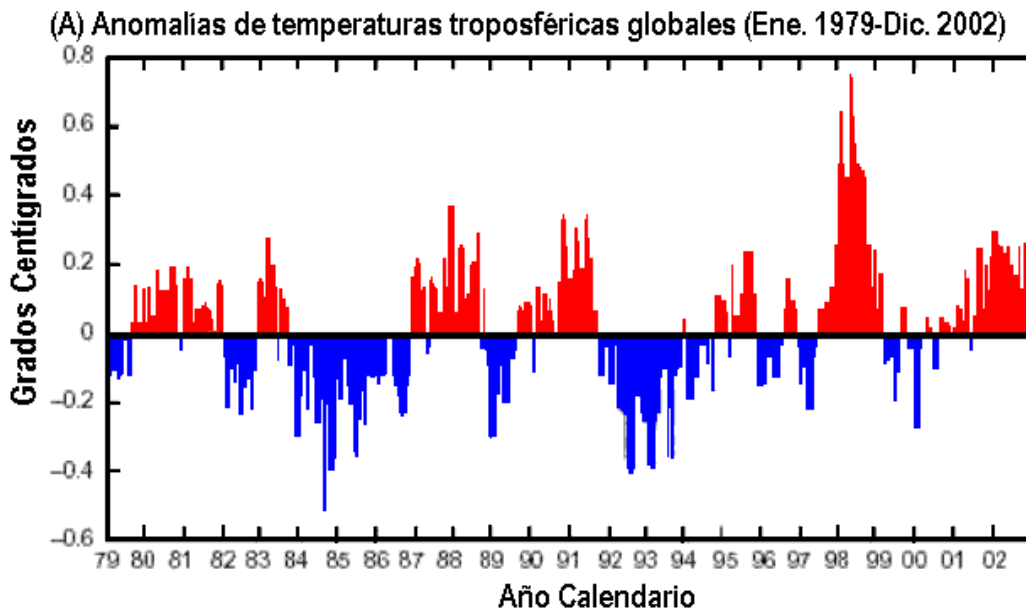
por década - ver Figura 8). En 1999, la temperatura subió a causa del El Niño de 1998 (variaciones cíclicas en la corriente marina que fluye de la Antártida, a lo largo de Chile y Perú, hacia el Ecuador), cambiando la tendencia 1979-2003 a un ligero calentamiento. Sin embargo, desde 1994, la información de los

satélites muestra un fuerte enfriamiento de la estratosfera.

La Conexión Rayos Cósmicos

Las variaciones de la temperatura atmosférica no siguen los cambios de las concentraciones de CO₂ y otros gases insignificantes en la atmósfera. Sin embargo, las variaciones son consistentes con los cambios en la actividad del Sol, que discurre en ciclos de 11 años y 90 años de duración. Esto ha sido conocido desde 1820, cuando se notó que en el periodo 1000 a 1950, la temperatura del aire siguió de manera muy estrecha la actividad cíclica del Sol. [49] Información de 1865 hasta 1985, publicada en 1991, exhibió una asombrosa correspondencia entre la temperatura del hemisferio Norte y el ciclo de 11 años de la aparición de manchas solares, que son una medida de la actividad del Sol. [50, 51] Las variaciones en la radiación solar observadas entre 1880 y 1993 pueden tomar cuenta del 71% de la variación en la temperatura media global (comparada con el 51% de la parte de sólo los gases de invernadero), y corresponde a una variación global de la temperatura de unos 0,4° C. [34]

FIGURA 8 A



ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA TROPOSFÉRICA GLOBAL (ENERO 1979-DICIEMBRE 2002)

Desde 1979, el equipamiento desplegado por la NASA en los 9 satélites TITOS-N ha cumplido con 270.000 mediciones diarias de la temperatura de la baja tropósfera (desde la superficie de la Tierra hasta los 8 km de altura) y en la baja estratósfera (de 14 a 22 km). Las mediciones se toman cada 12 horas, virtualmente cubriendo todo el globo terráqueo, sin perturbaciones de efectos locales, como las "islas de calor urbano".

El gráfico muestra las temperaturas mensuales de la baja tropósfera, que se ha enfriado y calentado de manera alternada, durante los últimos 24 años. La subida de temperatura más importante fue la del año 1998, provocada por El Niño de ese año. En el periodo entero se observa un débil enfriamiento de $-0,06^{\circ}\text{C}$ por década.

Sin embargo, en 1997 se hizo súbitamente aparente que el decisivo impacto sobre el clima y los cambios en la fluctuación no proviene del Sol sino de la radiación cósmica. Esto vino como una gran

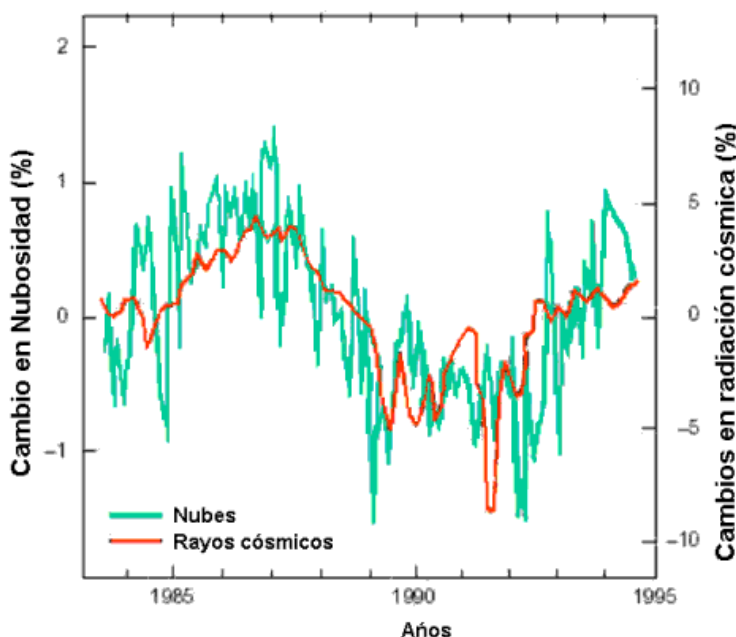


FIGURA 9

VARIACIONES EN LA INTENSIDAD DE RAYOS C6SMICOS Y LA COBERTURA NUBOSA (1984-1994)

La radiación cósmica proviene de las profundidades del universo, ionizando los átomos y moléculas en la troposfera, permitiendo así la formación de las nubes. Cuando la actividad del Sol es mayor, el campo magnético del Sol (viento solar) aleja a los rayos de la Tierra, se forman menos nubes en la tropósfera, y la Tierra se calienta.

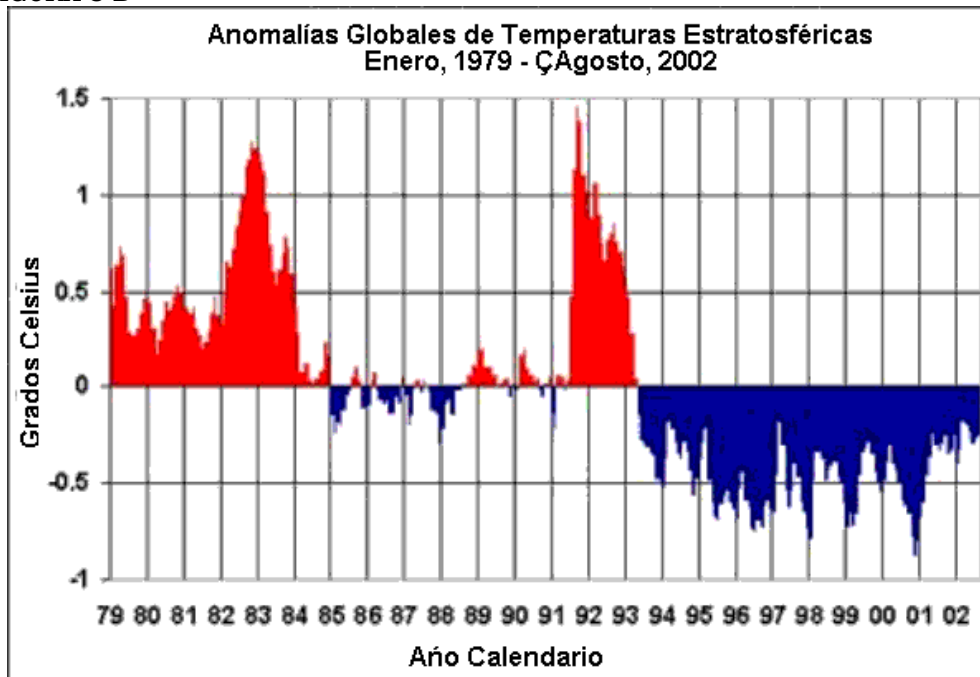
La figura muestra un asombrosa coincidencia entre los cambios en la cobertura nubosa de la tropósfera y los cambios en la intensidad de la radiación cósmica, en el periodo 1984-1994.

sorprende porque la energía traída a la Tierra por los rayos cósmicos es mucho menor que la de la radiación solar. El secreto reside en las nubes. El impacto de las nubes sobre el clima y la temperatura es más de cien veces más grande que el del dióxido de carbono. Aún si se duplicaran las concentraciones de CO_2 de la atmósfera, su efecto sería cancelado por un mero aumento del 1% de la nubosidad: la razón simplemente es que la mayor nubosidad significa una mayor deflexión de la radiación solar que llega hasta la superficie de nuestro planeta. (Ver Figura 9).

En 1997, los científicos Daneses H. Seemmark y E. Friis-Christensen notaron que los cambios en nubosidad medidos por satélites geostacionarios coincidían perfectamente con los

cambios en la intensidad de los rayos cósmicos que llegaban a la troposfera: mientras más intensa la radiación, mayor la formación de nubes. [52] Los rayos cósmicos ionizan las moléculas de aire,

FIGURA 8 B



ANOMALIAS DE LA TEMPERATURA ESTRATOSFÉRICA GLOBAL (ENERO 1979-DICIEMBRE 2002)

El gráfico muestra la desviación de las temperaturas desde el promedio ajustado estacionalmente en la baja estratósfera. la subida de la temperatura de 1982 fue causada por la contaminación de la estratósfera con los aerosoles de ácido sulfúrico de la erupción del volcán El Chichón. De manera similar, la subida de 1991 fue casuada por la erupción del Pinatubo, en las Filipinas. El mes más frío registrado en la estratósfera ocurrió en Septiembre de 1996.

Estas mediciones están en serio conflicto con las mediciones obtenidas por las estaciones de tierra, que indican una fuerte subida de la temperatura, y con los modelos computarizados, que predicen que la baja tropósfera se calentará más que la superficie de la Tierra.

Fuente: Adaptado de R. Spence y J. Christy, 2003, "What Microwaves Tech Us About the Stratosphere," <http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/overview/microwave.html> 2003

transformándolas en núcleos de condensación para el vapor de agua, donde los cristales de hielo - de las que son creadas las nubes - se forman.

La cantidad de radiación cósmica que llega a la Tierra desde nuestra galaxia y desde el espacio profundo, está controlado por los cambios en el llamado viento solar. Está creado por el plasma caliente eyectado de la corona del Sol a una distancia de varios diámetros solares, transportando partículas ionizadas y líneas de campos magnéticos.

El viento solar, fluyendo hasta los confines del sistema Solar, empuja a los rayos cósmicos galácticos lejos de la Tierra y los debilita. Cuando el viento solar se hace más fuerte, llegan menos rayos cósmicos desde el espacio, se forman menos nubes, y la Tierra se calienta. Cuando el viento solar disminuye, la Tierra se enfría. De esta manera, el Sol abre y cierra un paraguas de nubes sobre nuestras cabezas que controla al clima. Sólo en años recientes los astrofísicos y físicos

especializados en la investigación de la atmósfera estudiaron este fenómeno y sus mecanismos, en un intento de comprenderlos mejor. Quizás algún día aprenderemos a gobernar a las nubes.

El clima está cambiando de manera constante. Ocurren con alguna regularidad alternados ciclos de largos períodos fríos, y más cortos períodos interglaciares. El largo típico de los ciclos climáticos en los últimos 2 millones de años fue de unos 100.000 años, divididos en 90.000 años de Edad de Hielo y 10.000 años de períodos cálidos, los interglaciares. Dentro de un ciclo determinado, la diferencia en temperatura entre las fases frías y cálidas es de 3° C a

7° C. La actual fase cálida está probablemente llegando a su fin - la duración promedio de tales fases ha sido ya excedida en 500 años. Los períodos de transición entre las fases de climas fríos y cálidos son dramáticamente cortas: duran sólo 50, 20, o aún 1 a 2 años, y ellas aparecen sin virtualmente ningún calentamiento.

¿Cuál Será el Destino de la Tierra?

Es difícil de predecir al advenimiento de una nueva Edad de Hielo - el momento en que las masas de hielo continentales comenzarán a cubrir Escandinavia, la Europa del Norte y del Centro, Asia, Canadá, los Estados Unidos, Chile, y Argentina con una capa de hielo de cientos o miles de metros de espesor, cuando los glaciares de montaña en el Himalaya, los Andes, Alpes, en África e Indonesia, descenderán una vez más a los valles. Algunos climatólogos pronostican que esto sucederá en 50 a 150 años.[53, 54]

¿Cuál suerte le aguarda al Mar Báltico, los lagos, los bosques, animales, ciudades, naciones, y a toda la infraestructura de la civilización moderna? - Serán barridos por el hielo en avance y luego cubiertos por colinas de morenas. Este desastre será incomparablemente más calamitoso que todas las profecías Apocalípticas de los proponentes de la hipótesis del calentamiento global.

De manera similar, como muestra el estudio de Friis-Christensen y Larssen, [40] las observaciones en Rusia establecieron una muy alta correlación entre la potencia promedio de los ciclos de actividad solar (de 10 a 11,5 años de duración) y la temperatura del aire en superficie, y "deja muy poco lugar para el impacto antropogénico sobre el clima de la Tierra." [55] Bashkirtsev y Mashnich, físicos Rusos del Instituto de Física Solar-Terrestre, en Irkutsk, descubrieron que entre 1882 y el 200, la respuesta de la temperatura venía retrasada de los ciclos solares en aproximadamente 3 años en Irkutsk, y en 2 años sobre el todo el planeta. [56] Ellos descubrieron que las temperaturas más bajas a principios del 1900 correspondían a la actividad solar más baja, y que otras variaciones de temperatura, hasta final del siglo 20, siguieron las fluctuaciones de la actividad solar.

El actual ciclo de manchas del Sol es más débil que los ciclos anteriores, y los dos próximos ciclos serán aún más débiles. Bashkirtsev y Mishnich esperan que el mínimo del ciclo secular de actividad del Sol ocurrirá entre 2021 y 2026, lo que dará por resultado la mínima temperatura global del aire en superficie. El cambio de clima cálido al clima frío podría haber comenzado ya. La temperatura media anual en Irkutsk, que se correlaciona bien con la temperatura media global del aire en superficie, llegó a su máximo de +2,3° C en 1997, y luego comenzó a decrecer a +1,2° C en 1998, a +0,7° C en 1999, a +0,4° C en 2000. Esta predicción está en concordancia con los grandes cambios observados actualmente en la biota del océano pacífico, asociados con un ciclo oscilante de una periodicidad de 50 años. [57]

La nueva Edad de Hielo que se aproxima, impone un reto real para la humanidad,

mucho más grande que todos los otros retos que haya enfrentado en la Historia. Antes de que llegue - gocemos del calor, este benigno regalo de la naturaleza, e investiguemos vigorosamente la física de las nubes. F. Hoyle y C. Wickramasinghe [58] declararon recientemente que "Sin algunos medios artificiales de darle realimentaciones positivas al clima" parece inevitable una eventual caída a condiciones de una Edad de Hielo." Estas condiciones "harían que una gran porción de las mayores áreas de producción de alimentos se vuelvan inoperables, y llevaría de manera inevitable a la extinción de la mayor parte de la población." De acuerdo a Hoyle y Wickramasinghe, "Aquellos que se dedicaron a asustar de manera indiscriminada a la gente acerca de un realzado efecto invernadero, que llevará a la temperatura de la tierra a crecer en uno o dos grados, deberían ser vistos como equivocados y peligrosos.", porque el problema del presente "es una caída hacia la Edad de Hielo, y no hacia un calentamiento."



Izquierda: Recogiendo muestras de hielo del Glaciar Helena, un tributario del Glaciar Ruwenzori, Uganda, a 4.755 metros sobre el nivel del mar.

¿Será capaz la Humanidad de proteger a la biosfera contra el próximo retorno de la Edad de Hielo? Depende del tiempo que nos quede. Yo no creo que en

los próximos 50 años adquiramos el conocimiento ni los recursos suficientes para manejar al clima a una escala global. Seguramente no detendremos el enfriamiento global mediante el aumento de las emisiones de CO₂ industrial. Aún con la duplicación de los niveles de CO₂ atmosféricos, el aumento de la temperatura del aire en superficie sería insignificante. Sin embargo, no parece muy probable que la duplicación permanente del CO₂ atmosférico, aún usando todas nuestras reservas de carbono, será alcanzable por las actividades humanas.[29] (Ver también Kondratev, Referencia 59)

Además, no parece posible que jamás lleguemos a ejercer influencia sobre la actividad del Sol. Sin embargo, yo creo que en los próximos siglos aprenderemos a controlar las corrientes marinas y las nubes, y esto es suficiente para gobernar el clima de nuestro planeta.

El siguiente "experimento de pensamiento" ilustra cuan valiosa es nuestra civilización y la existencia del intelecto humano, para la biosfera terrestre. Mikhail Budyko, el finado gran climatólogo Ruso, predijo en 1982 un drástico déficit de CO₂ en

la atmósfera para el futuro, y afirmó que uno de los próximos períodos de Edad de Hielo podría dar por resultado en un total congelamiento de la superficie de la Tierra, incluyendo a los océanos. Los únicos nichos de vida, dijo, sería sobrevivir en los bordes de los volcanes activos.[60]

La hipótesis de Budyko sigue siendo controvertida, pero 10 años después se descubrió que hace 700 millones de años, la Tierra pasó por un desastre semejante, cambiando al estado de "tierra Bola de Nieve", cubierta de blanco desde Polo a Polo, con una temperatura media de 40° grados centígrados bajo cero.[15]

Sin embargo, vamos a suponer que Budyko estaba en lo cierto, y que todo, hasta el mismo fondo de los océanos, se congele a fondo. ¿Sobrevivirá la humanidad? Yo creo que sí, podría hacerlo. La actual tecnología de energía nuclear, basada en la fisión del uranio y el torio, podrían asegurar calor y electricidad para 5.000 millones de personas durante unos 10.000 años. Al mismo tiempo, el stock de hidrógeno en los océanos, para futuros reactores basados en la fusión de átomos, sería suficiente para 6.000 millones de años más. Nuestras ciudades, plantas industriales, invernaderos productores de alimentos, nuestro ganado, y también zoológicos y jardines botánicos convertidos en invernaderos, podrían ser calentados virtualmente para siempre, y podríamos sobrevivir, junto a muchos otros organismos, en un planeta que se ha convertido en un glaciar gigantesco. Yo creo, sin embargo, que una solución "pasiva" de ese tipo, no haría honra al genio de nuestros futuros descendientes, y ellos aprenderían la manera de restablecer un clima cálido para nosotros y para todo lo que vive sobre la Tierra.

El profesor Zbigniew Jaworowski es el presidente del Consejo Científico del Laboratorio Central de protección Radiológica, en Varsovia, Polonia. En el invierno de 1957-58, él midió la concentración de CO₂ en la atmósfera de Spitsbergen. Desde 1991 a 1992, investigó la historia de la contaminación en de la atmósfera global, midiendo el polvo preservado en 17 glaciares, en las Montañas Tatra de Polonia, en el ártico, la Antártida, Alaska, Noruega, los Alpes, el Himalaya, las Montañas Ruwenzori de Uganda, y en los Andes peruanos. Ha publicado unos 20 estudios científicos sobre el clima, la mayoría concernientes a la medición de CO₂ en las muestras de hielo.



Courtesy of Polityka magazine

Este artículo, en una forma más abreviada, apareció en el semanario Política, el 12 de julio , 2003.

Referencias:

1. S.I. Rasool and S.H. Schneider, 1971. "Atmospheric Carbon Dioxide and Aerosols: Effects of Large Increases on Global Climate." *Science*, Vol. 173 (July 9), pp. 138-141.
2. J. Schlesinger, 2003. "Climate Change: The Science Isn't Settled." *The Washington Post*, (July 7).
3. Stephen H. Schneider, 1989. In an interview in *Discover*, (October), pp. 45-48.
4. P.J. Michaels, 1997. "Holes in the Greenhouse Effect?" *The Washington Post* (June 30).
5. S.F. Singer, 1996. "A Preliminary Critique of IPCC," in *The Global Warming Debate*, ed. J. Emsley. (London: The European Science and Environmental Forum), pp. 1146-1157.
6. F. Bottcher, 1996. "Climate Change: Forcing a Treaty," in *The Global Warming Debate*, ed. J. Emsley. (London: The European Science and Environmental Forum), pp. 267-285.
7. B. Lomborg, 2001. "The Truth about the Environment." *The Economist* (April 8).
8. W.D. Nordhaus and J.G. Boyer, 1999. *Requiem for Kyoto. An Economic Analysis of the Kyoto Protocol*, Cowles Foundation Discussion Paper No. 1201, Yale University, pp. 1-46.
9. P.J. Georgia, 2001. "Canadian Government Split on Kyoto," *Competitive Enterprise Institute*, Vol. 5, No. 24, pp. 1-6.
10. I.G. Draganic, Z.D. Draganic, and J.-P. Adloff, 1993. *Radiation and Radioactivity on Earth and Beyond*. (Boca Raton, Fla.: CRC Press).
11. R.G. Ellingson, J. Ellis, and S. Fels, 1991. "The Intercomparison of Radiation Codes Used in Climate Models: Long Wave Results." *Journal of Geophysical Research*, Vol. 96 (D5), pp. 8929-8953.
12. R.G. Ellingson, 1999. Water vapor—private communication.
13. Z. Jaworowski, 1999. "The Global Warming Folly." *21st Century* (Winter), pp. 64-75.
14. S.L. Solanki, 2002. "Solar Variability and Climate Change: Is There a Link?,"

- Astronomy and Geophysics, Vol. 43 (October), pp. 5.9-5.13.
15. J.L. Kirschvink, et al., 2000. "Paleoproterozoic Snowball Earth: Extreme Climatic and Geochemical Global Change and Its Biological Consequences," *Proc. Nat. Acad. Sci.*, Vol. 97, No. 4, pp. 1400-1405.
 16. D. Billen, 1990. "Spontaneous DNA Damage and Its Significance for the 'Negligible Dose' Controversy in Radiation Protection," *Radiation Research*, Vol. 124, pp. 242-245.
 17. R.D. Terry, 1998. "There's No Truth to the Rising Sea-level Scare," *21 Century* (Summer,) pp. 66-73.
 18. N.J. Shaviv and J. Veizer, 2003. "Celestial Driver of Phanerozoic Climate?" *GSA Today* (July 2003), pp. 4-10.
 19. W. Soon et al., 2003. "Reconstructing Climatic and Environmental Changes of the Past 1,000 Years: A Reappraisal," *Energy & Environment*, Vol. 14, pp. 233-296.
 20. W. Soon, and S. Baliunas, 2003. "Proxy Climatic and Environmental Changes of the Past 1,000 Years," *Climate Research*, Vol. 23, pp. 89-110.
 21. (a) Mann et al., 1998. "Global-scale Temperature Patterns and Climate Forcing over the Past Six Centuries," *Nature*, Vol. 392, pp. 779-787.
 - (b) M.E. Mann, R.S. Bradley, and M.K. Hughes, 1999. "Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations," *Geophysical Research Letters*, Vol. 26, No. 6, pp. 759-762.
 22. S. McIntyre and R. McKittrick, 2003. "Corrections to the Mann et al. (1998) Proxy Data Base and Northern Hemispheric Average Temperature Series," *Energy & Environment*, Vol. 14, No. 6, pp. 751-771.
 23. A.I. Kverndal et al., 1990. *Virkningen av klimaendringer i polaromradene—Bidrag til den interdepartementale klimautredningen* (Oslo: Norsk Polarinstitt).
 24. IPCC, 1990. *Climate Change, The IPCC Scientific Assessment*, eds. J.T. Houghton and J.J. Ephraums (New York: Cambridge University Press).
 25. Joughin and S. Tulaczyk, 2002. "Positive Mass Balance of the Ross Ice Streams, West Antarctica," *Science*, Vol. 295 (Jan. 18), pp. 476-480.
 26. Z. Bielec, 2001. "Long-term Variability of Thunderstorms and Thunderstorm Precipitation Occurrence in Cracow, Poland, in the Period 1896-1995," *Atmospheric Research*, Vol. 56, pp. 161-170.
 27. L. Starkel, 2002. "Change in Frequency of Extreme Events As the Indicator of Climatic Change in the Holocene (in Fluvial Systems)," *Quaternary International*, Vol. 91, pp. 25-32.
 28. Wroblewski, 2001. "A Probabilistic Approach to Sea Level Rise up to the Year 2100 at Kolobrzeg, Poland," *Climate Research*, Vol. 18, pp. 25-30.
 29. Z. Jaworowski, T.V. Segalstad, and N. Ono, 1992. "Do Glaciers Tell a True Atmospheric CO₂ Story?" *The Science of the Total Environment*, Vol. 114, pp. 227-284.
 30. C.J. Yapp, and H. Poths, 1992. "Ancient Atmospheric CO₂ Pressures Inferred from Natural Geothites," *Nature*, Vol. 355, No. 23 (Jan.) pp. 342-344.
 31. T.A. Boden, P. Kanciruk, and M.P. Farrel, 1990. *TRENDS '90: A Compendium of Data on Global Change* (Oak Ridge, Tenn.: Oak Ridge National Laboratory), pp. 1-257.
 32. M.E. Mann, et al. (12 co-authors), 2003. "On Past Temperatures and Anomalous Late 20th Century Warmth," *EOS: Transactions, American Geophysical Society*, Vol. 84, No. 27 (July 9), pp. 256-258.
 33. H.H. Lamb, 1965. "The Early Medieval Warm Epoch and Its Sequel." *Paleoclimatology, Paleocology*, Vol. 1, pp. 13-37.
 34. Editorial, 2003. "Roman Warm Period—Dark Ages Cold Period" (Summary), in *CO₂ Science Magazine*, Center for Study of Carbon Dioxide and Global Change (Aug. 27), pp. 1-9.
 35. E. Andren, T. Andren, and G. Sohlenius, 2000. "The Holocene History of the Southern Baltic Sea As Reflected in a Sediment Core from the Bornholm Basin," *Boreas*, Vol. 29, pp. 233-250.
 36. H. Jiang et al., 2000. "Late-Holocene Summer Sea-surface Temperatures Based on Diatom Record from the North Icelandic Shelf," *The Holocene*, Vol. 13, pp. 137-147.
 37. J.L. Daly, 2003. "What the Stations Say." <http://www.vision.net.au/~stations/stations.htm>
 38. R. Przybylak, 2000. "Temporal and Spatial Variation of Surface Air Temperature over the Period of Instrumental Observations in the Arctic," *International Journal of Climatology*, Vol. 20, pp. 587-614.
 39. I.V. Polyakov, et al., 2003. "Variability and Trends of Air Temperature and Pressure in the Maritime Arctic, 1875-2000," *Journal of Climate*, Vol. 16 (June 15), pp. 2067-2077.
 40. P. Winsor, 2001. "Arctic Sea Ice Thickness Remained Constant during the 1990s," *Geophysical Research Letters*, Vol. 28, pp. 1039-1041.

41. T. Vinje, 2003. "Multi-decadal Variability of Ice Extent in the Barents Sea," *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 5, p. 00088.
42. T. Vinje, 2001. "Nordic Sea-ice Variations: The Need for a Proper Perspective in Attempting to Explain Them," *Journal of Climate*, Vol. 14, pp. 255-267.
43. T. Vinje, 1999. "Barents Sea Ice Edge Variation over the Past 400 Years," in *Extended Abstracts, Work-shop on Sea-Ice Charts of the Arctic* (Seattle, Wash.: World Meteorological Organization).
44. Z. Jaworowski, 1994. "Ancient Atmosphere—Validity of Ice Records," *Environ. Sci. & Pollut. Res.*, Vol. 1, No. 3, pp. 161-171.
45. X. Yuan and D.G. Martinson, 2000. "Antarctic Sea Ice Extent Variability and Its Global Connectivity," *Journal of Climate*, Vol. 13, pp. 1697-1717.
46. O. Humlum, 2003. *Antarctic Temperature Changes during the Observational Period*, Universitetet i Svalbard.
47. M.L. Savage, C.R. Steams, and G.A. Weidner, 1988. "The Southern Oscillation Signal in Antarctica," in *Second Conference on Polar Meteorology and Oceanography*, American Meteorological Society.
48. G. Sanhill and S. Cohen, 1997. "Recent Changes in Solar Irradiance in Antarctica," *Journal of Climatology*, Vol. 10, pp. 2078-2086.
49. T. Landscheidt, 1983. "Solar Oscillations, Sunspot Cycles, and Climatic Change," in *Weather and Climate Responses to Solar Variations* (Boulder, Colo.: Associated University Press).
50. E. Friis-Christensen and K. Lassen, 1991. "Length of the solar cycle: An Indicator of Solar Activity Closely Associated with Climate," *Science*, Vol. 254, pp. 698-700.
51. W.H. Soon, E.S. Posmentier, and S.L. Baliunas, 1996. "Inference of Solar Irradiance Variability from Terrestrial Temperature Changes, 1880-1993: An Astrophysical Application of the Sun-Climate Connection," *The Astronomical Journal*, Vol. 472, pp. 891-902.
52. H. Svensmark and E. Friis-Christensen, 1997. "Variation of Cosmic Ray Flux and Global Cloud Cover-age—A Missing Link in Solar-Climate Relationship," *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, Vol. 59, No. 11, pp. 1225-1232.
53. W.S. Broecker, 1995. "Chaotic Climate," *Scientific American* (November), pp. 62-68.
54. R.A. Bryson, 1993. "Simulating Past and Forecasting Future Climates," *Environmental Conservation*, Vol. 20, No. 4, pp. 339-346.
55. V.A. Dergachev and O.M. Rasporov, 2000. "Long-term Processes of the Sun Controlling Trends in the Solar Irradiance and the Earth's Surface Temperature," *Geomagnetism i Aeronomia*, Vol. 40, pp. 9-14.
56. V.S. Bashkirtsev and G.P. Mashnich, 2003. "Will We Face Global Warming in the Nearest Future?," *Geomagnetism i Aeronomia*, Vol. 43, pp. 124-127.
57. C. Idso and K.E. Idso, 2003. "Is the Global Warming Bubble about to Burst?," *Editorial, CO₂ Science Magazine*, Vol. 6, No. 37, pp. 1-3.
58. F. Hoyle and C. Wickramasinghe, 2001. "Cometary Impacts and Ice-Ages," *Astrophysics and Space Science*, Vol. 275, pp. 367-376.
59. K.Y. Kondratyev, 1988. *Climate Shocks: Natural and Anthropogenic* (New York: John Wiley & Sons).
60. M.I. Budyko, 1982. "The Earth's Climate: Past and Future." *International Geophysical Series*, Vol. 29, ed. W.L. Donn (New York: Academic Press), p. 307.