

---

## EDITORIAL

# HISTORIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO O CALENTAMIENTO GLOBAL

Rosa Compagnucci

El Calentamiento Global, también llamado Cambio Climático, ha generado un gran impacto en la opinión pública. Nos estamos volviendo concientes que el accionar humano afecta el planeta en que vivimos. Indudablemente hay un sinnúmero de impactos producidos en el ecosistema tales como la tala de bosques, la pérdida de flora nativa y el efecto que esto tiene sobre la fauna, la caza indiscriminada, la contaminación del agua y el suelo, entre otros. Sin embargo, el periodismo y la opinión pública se han focalizado particularmente en el llamado Calentamiento Antropogénico, o sea el aumento de la temperatura global producida desde mediados del siglo diecinueve y atribuida principalmente al incremento del CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) debido a la quema de combustibles fósiles.

La historia del proceso a partir del cual se llega a la idea actual del Cambio Climático producto del Calentamiento Global Antropogénico resulta sumamente importante para comprender los procesos sociales involucrados.

Hasta hace muy pocas décadas, algunos científicos estaban preocupados por el enfriamiento global y a mediados de los '70 se pronosticaba el comienzo de una nueva edad de hielo. El dibujo-ficción de New York sepultada por un gigantesco alud que apareció en la tapa de la revista Science News de marzo de 1975 produjo alarma. El *New York Times* del 8 de abril de 1977 con un pingüino sobre montañas de hielo en la portada, anunciaba la nota "Como sobrevivir a la Edad de Hielo que viene" y proponía "51 cosas que usted puede hacer para marcar la diferencia". Esta preocupación rápidamente quedó reducida a una pequeña porción de la sociedad, ya que otros temas producirían inquietud tanto a los políticos como al ciudadano común. El periodismo se dedicaba a la fallida guerra de Vietnam que en esa época llegaba a su fin, la guerra fría, la amenaza de una posible guerra atómica y la crisis del petróleo.

Ya a fines de los '70 las temperaturas comenzaron a subir en la mayor parte del mundo y la amenaza de un futuro gélido fue rápidamente olvidada. En el hemisferio

norte el verano del '78 resultó uno de los más cálidos en décadas. Entonces, la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos convenció al presidente Carter de reunir una comisión para el estudio del cambio en la temperatura. El informe decía que el aumento del  $\text{CO}_2$  produciría cambios climáticos no despreciables. En el Reino Unido, Margaret Thatcher, por entonces Primer Ministro, presionada por las huelgas de los mineros del carbón y el descomunal aumento del petróleo, decidió dar impulso a la producción de energía mediante centrales nucleares.

En 1988 ocurrió otro verano muy caluroso en el Hemisferio Norte y James Hansen, director del Instituto Goddard de la NASA declaró, ante una comisión del Senado de los Estados Unidos, que estas temperaturas estarían siendo causadas por el incremento de  $\text{CO}_2$  y que, de seguir la quema de combustibles fósiles, las consecuencias climáticas serían catastróficas. La Central de Inteligencia Americana (CIA) también produjo sus propios informes y pidió que se incrementara la investigación del tema dado su influencia geopolítica. Margaret Thatcher, química de profesión, conocía el efecto invernadero del  $\text{CO}_2$  y encontró así la posibilidad de encausar su proyecto nuclear. Le encargó a Sir Crispin Tickell, embajador del Reino Unido en la Organización de las Naciones Unidas, una asesoría sobre la relación entre cambio climático, política y economía (Caparrós, 2010). Como respuesta se creó el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) que en 1990 produjo su primer informe.

Esta reconstrucción produjo grandes controversias en el ambiente científico. La pregunta clave era: ¿el calentamiento del siglo XX es inusual o ya ocurrieron en el pasado episodios similares? Durante el llamado Período Cálido Medieval (800-1300 d. C.) los Vikingos se expandieron a Islandia, Groenlandia y el norte de Norteamérica como lo indican los asentamientos arqueológicos. ¿Durante ese período las temperaturas fueron inferiores al promedio 1961-90 como lo sugeriría el “palo de hockey”?

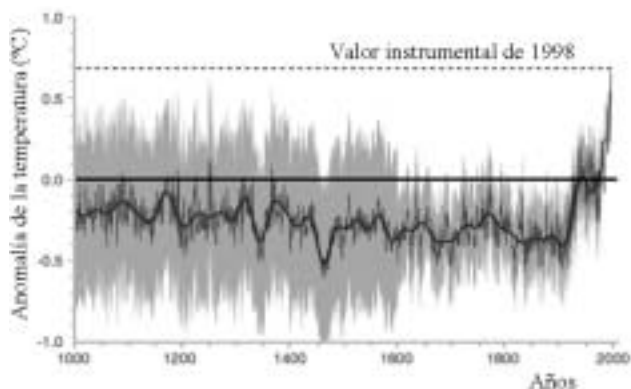


Fig 1: Reconstrucción de las anomalías medias anuales del Hemisferio Norte (línea gris oscuro), valores suavizados (línea curva negra) relativas a la media del período 1961-1990 (línea recta negra en 0.0), valores medios anuales con datos instrumentales (línea gris oscuro entre los años 1850 y 2000) y error de dos desvíos estándar (área sombreada gris claro). Adaptada de Mann et al. (1998) y publicada por el IPCC (2001\_figura 2.20).

¿Tienen los niveles de temperatura del siglo veinte precedentes históricos por causas naturales?. Mientras la mayoría científica producía otras reconstrucciones similares al “palo de hockey” y resultados afines, otro grupo los refutaba, criticaba los datos empleados y la metodología usada en esa reconstrucción generándose así una gran controversia (Esper et al, 2002; McIntyre y McKittrick, 2003 y 2005; von Storch y Zorita, 2005; McIntyre, 2005; Huybers, 2005).

A fines del 2006 Paramount Home Entertainment publicó el DVD de la ampliamente difundida película *-Una verdad incómoda-* de Al Gore, que a comienzos de 2007 fue seguida por el cuarto informe del IPCC (2007). El Premio Nobel otorgado a ambos exacerbó al periodismo agudizando la opinión pública sobre el efecto nocivo que el aumento del CO<sub>2</sub> producido por el hombre está causando al planeta. Durante ese año 2007 las controversias se incrementaron cuando apareció la película de la BBC de Londres “El Gran Fraude del Calentamiento Global” que, polémicamente, presenta al Cambio Climático como un efecto natural de la variación de la actividad del Sol y los rayos cósmicos galácticos. A la vez, el “trailer” de ficción-científica “El día después de mañana” y la película “La última hora” continuaban con el efecto alarma.

Es interesante considerar que ya en 2007 los pronósticos del informe IPCC (2001) estaban lejos de cumplirse. La temperatura media global dejó de ascender desde principios del siglo XXI y según la información de algunas bases de datos, incluso mostró un leve descenso, a pesar del continuado incremento del CO<sub>2</sub>.

El famoso “Climategate” de 2009 podría ser considerado la cúspide del enfrentamiento ocurrido cuando se violaron las cuentas de correo electrónico del Climatic Research Unit (CRU) que es la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de East Anglia (Norwich, Inglaterra), de la cual era director Phil Jones, científico líder del IPCC, y se hacen públicos sus contenidos en un intento de sabotear la Conferencia sobre el Cambio Climático de la ONU 2009 en Copenhague. Uno de los correos más discutidos fue el intercambio realizado entre Phil Jones y Kevin Trenberth, del Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR) de los Estados Unidos, donde ellos discuten el inesperado cambio en la tendencia de temperaturas hacia una meseta durante la última década. Otro correo se referiría al intento de Mann de “enmascarar” el Calentamiento Cálido Medieval para que no resalte como un período cálido por causas naturales.

Después del informe de 2001 del IPCC, las revistas especializadas empezaron a publicar otras reconstrucciones de temperatura de los últimos 1000 y hasta 2000 años que difieren notoriamente del “palo de jockey” (Esper et al, 2002; Soon y Baliunas, 2003; Cook et al, 2004; Moberg et al, 2005; Loehle y McCulloch 2008). Un ejemplo es la reconstrucción reciente producida por Ljungqvist (2010) (Fig. 2), que muestra temperaturas similares a las del calentamiento actual en los dos primeros siglos de la era cristiana y en la época de expansión de los imperios vikingos entre los años 1000-1200. La actividad solar parecería ser un responsable importante de estos cambios, ya que durante el período frío conocido como la “Pequeña Edad de Hielo” entre el 1300 y 1820, ocurrieron mínimos en el número de manchas solares (Tobias y Weiss, 2000). También el enfriamiento que alarmó a la humanidad durante los ‘70 fue precedido

y coincidente con la disminución de la irradiancia solar (Krivova y Solanki, 2003). Investigadores del Instituto Max Planck presentaron resultados que indicarían como inusualmente elevada la actividad solar del siglo veinte y que tendría precedentes similares sólo 8000 años antes del presente (Solanki et al, 2004).

La reciente reconstrucción de temperaturas de Mann et al, (2009), a diferencia del “palo de hockey”, presenta anomalías positivas de temperatura para el Período cálido Medieval aunque estas aparecen notoriamente inferiores a las del siglo XX. Los resultados fueron rápidamente criticado por Mc Intyre (2009) en la nota del 27 de noviembre de su “blog” Climate Audit y por la editorial de CO<sub>2</sub> Science (2010).

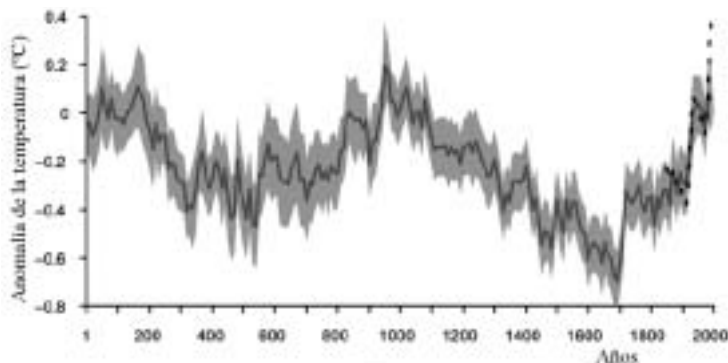


Fig. 2: Reconstrucción de las anomalías medias decadales de temperatura para el extra-tropical del Hemisferio Norte (90-30°N) relativas a la media del período instrumental 1961-1990 (línea negra) y valores medios decadales del período 1850-1999 a partir de las bases CRUTEM3+HadSST2 (línea cortada negra en el extremo derecho del gráfico) con barras de error de dos desvíos estándar (área sombreada gris). Adaptada de Ljungqvist (2010). Los datos están disponibles en [ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/contributions\\_by\\_author/ljungqvist2010/ljungqvist2010.txt](ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/contributions_by_author/ljungqvist2010/ljungqvist2010.txt)

En los últimos años la sociedad parece haberse dividido en creyente y escépticos. ¿Sería deslealtad para con el futuro de la humanidad mostrar resultados científicos que potencialmente puedan debilitar la teoría que sostiene al incremento del CO<sub>2</sub> antropogénico como causa casi exclusiva del aumento de la temperatura global, la cual estaría condenada a aumentar indefinidamente de no revertirse las concentraciones de CO<sub>2</sub>? Los más radicales sostienen que aún suspendiendo totalmente las emisiones, el efecto tardaría bastante en revertirse por la permanencia de los gases en la atmósfera.

Es científicamente indiscutible, dentro de la teoría del Cambio Climático, que la quema de combustibles fósiles inyecta CO<sub>2</sub> a la atmósfera incrementando los niveles naturales de la concentración del gas. El CO<sub>2</sub> forma parte de los gases invernadero que, dentro de la composición de la atmósfera son los que permiten sostener niveles de temperatura del planeta apta para la vida que conocemos ya que sin su presencia, la temperatura media global sería unos 33 °C menor que la actual.

En Vostok (Antártida) se ha podido determinar la temperatura y las concentraciones de  $\text{CO}_2$  de los últimos 400.000 años a partir de los testigos de hielo. Esta información nos enseña que el planeta estuvo dominado por sucesivos períodos glaciares con clima muy frío interrumpidos aproximadamente cada 100.000 años por períodos interglaciares con un clima similar al actual. Estas marcadas oscilaciones de la temperatura son, en su mayoría, debidas a cambios cíclicos que tiene el movimiento de la Tierra alrededor del Sol. También fue posible establecer que siempre que aumentó la temperatura se incrementaron los niveles de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, pero es muy importante aclarar que el cambio del  $\text{CO}_2$  ocurrió posteriormente al de temperatura, y en algunos casos hasta con un par de miles de años de atraso. También es cierto que por primera vez en la historia se incrementó el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera en forma artificial y eso lleva a suponer que este aumento es el responsable del “inusual” ascenso de la temperatura durante el siglo veinte.

En la actualidad el Calentamiento Global dejó de discutirse y es aceptado ampliamente, pero como vemos aún queda bajo discusión las causas del mismo.

Los medios que generalmente utilizan los científicos para determinar la influencia del incremento del  $\text{CO}_2$  antropogénico y de los factores naturales son las simulaciones del clima mediante modelos numéricos. Estos modelos son cada vez más complejos y los actuales simulan el clima con más precisión que los usados a comienzos del IPCC. Pero, de acuerdo con Lorenz, el padre de la teoría del caos, las reales ecuaciones que rigen el clima carecen de resolución analítica por lo cual jamás podrán modelarse con precisión absoluta (Lorenz, 1964). En el libro *Caos un nuevo paradigma* de James Gleick (1987) consta una entrevista en la que Lorenz manifestó la indudable influencia sobre el clima del incremento de  $\text{CO}_2$ , pero también dijo que el ser humano nunca sabrá cuál es realmente el efecto que está causando ya que los modelos son incapaces de reproducir con certeza el clima que tendríamos sin estos niveles de  $\text{CO}_2$ .

Las ecuaciones del clima son parcialmente simplificadas en los modelos que son usados para encontrar los llamados diferentes “escenarios” futuros, principalmente para cambios del  $\text{CO}_2$ , de otros gases antropogénicos y, en algunos modelos, el cambio de la actividad solar. Los escenarios presentados en el informe del IPCC (2007) sólo consideran los cambios pronosticados por el incremento en las emisiones de los gases antropogénicos. Estos modelos aún son incapaces de reproducir fielmente variabilidades entre décadas producidas por El Niño/Oscilación Sur y la Oscilación Decadal del Pacífico Norte (siglas en inglés: ENSO y PDO), fenómenos que influyen notoriamente en el clima y en particular en los valores de temperatura media a escala global (IPCC, 2007). De hecho, durante la primera década de este nuevo siglo se sucedieron inviernos muy crudos en el Hemisferio Norte y las temperaturas globales continúan decreciendo levemente mientras los niveles de  $\text{CO}_2$  se disparan a valores cada vez más altos. ¿Qué está ocurriendo?. Por una parte, hubieron cambios en las condiciones del Océano Pacífico tropical; de eventos El Niño fuertes y frecuentes se pasó, a principios del siglo XXI, a una situación opuesta con más frecuencias de La Niña. Por otra parte, a partir del año 2000 en que ocurrió el número máximo de manchas solares del ciclo 23, estas comenzaron a disminuir y, contra todo pronóstico, a

partir de mediados del 2007 se tiene un largo y profundo mínimo que aún se desconoce cuanto durará. Según algunos geofísicos podría ser el prelude de un período de gran mínimo como el de Dalton (1790 a 1820) (Livingston y Penn, 2009; Woollings et al, 2010; Duhau y de Jager, 2010).

Por todo lo anterior podemos concluir que en la actualidad coexisten dos predicciones opuestas respecto al futuro del clima. Por un lado el IPCC (2007) pronostica aumentos de temperatura entre 1,5 °C y 3,5 °C, mientras que por otro algunos científicos interpretan las condiciones actuales como el comienzo de una nueva “Pequeña Edad de Hielo” (de Jager y Duhau, 2009; Agee et al, 2010; Wang et al, 2010).

## Referencias

- Agee E. M., Cornett. E., Gleason. K., (2010), An Extended Solar Cycle 23 with Deep Minimum Transition to Cycle 24: Assessments and Climatic Ramifications. *J. Climate*, 23, pp. 6110-6114.
- Caparrós M. (2010). Contra el cambio: un hiperviaje al apocalipsis climático, *Anagrama*, 278 p.
- CO<sub>2</sub> Science, (2010). “Mann and Company Still Malign the Medieval Warm Period”, Editorial del Volumen 13, Número 3, del 20 de Enero (<http://www.co2science.org/articles/V13/N3/EDIT.php>)
- Cook, E. R.; Esper, J. y D'Arrigo, R. D. (2004). Extra-tropical Northern Hemisphere land temperature variability over the past 1000 years. *Quaternary Science Reviews*, 23: 2063-2074.
- de Jager, C. y Duhau, S. (2009). Forecasting the parameters of sunspot cycle 24 and beyond. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, vol. 71, pp. 239-245.
- Duhau S. and de Jager, C. (2010). The Forthcoming Grand Minimum of Solar Activity. *Journal of Cosmology*, 2010, 8, 1983-1999.
- Esper, J., Cook, E. R., Schweingruber, F. H., (2002). Low-frequency signals in long tree-ring chronologies for reconstructing past temperature variability. *Science*, 295: 2250-2253.
- Gleick, J. (1987). *Caos: La creación de una ciencia*, Seix Barral, 358p.
- Huybers, P. (2005). Comment on “Hockey sticks, principal components, and spurious significance” by S. McIntyre and R. McKittrick, *Geophys Res Lett*, 32, L20705.
- IPCC, (2001). Intergovernmental Panel on Climate, Third assessment report: Working Group I “The Physical Science Bases”, Cambridge University Press (disponible en: <http://www.ipcc.ch/>)
- IPCC, (2007). Intergovernmental Panel on Climate, Fourth assessment report: Working Group I “The Physical Science Bases”. (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>)
- Krivova, N. A. y Solanki, S. K. (2003). Solar total and spectral irradiance: Modelling and a possible impact on climate. *ESA SP-535*, 275-284.
- Livingston, W. y Penn, M. (2009). Are Sunspots Different During This Solar Minimum?, *Eos Trans. AGU*, 90(30), doi:10.1029/2009EO300001.

- Ljungqvist, F. C. (2010). A new reconstruction of temperature variability in the extratropical Northern Hemisphere during the last two millennia. *Geogr. Ann.*, 92A, 339–351.
- Loehle, C. y McCulloch, J. H. (2008). Correction to: A 2000-year global temperature reconstruction based on non-tree ring proxies. *Energy and Environment*, 19, 93–100.
- Lorenz, E. (1964). The problem of deducing the climate from the governing equations. *Tellus*, 16, 1–11.
- Mann, M. E.; Zhang, Z.; Rutherford, S.; Bradley, R. S.; Hughes, M. K.; Shindell, D.; Ammann, C.; Faluvegi, G. y Ni, F. (2009). Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly. *Science*, 326: 1256–1260.
- Mann, M. E., Bradley, R. S., Hughes, M. K., (1998). Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries, *Nature*, 392: 779–787.
- Mann, M. E.; Bradley, R. S. y Hughes, M. K. (1999). Northern hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties, and limitations, *Geophys. Res. Lett.*, 26(6), 759–762.
- Mc Intyre, S. (2009). <http://climateaudit.org/2009/11/27/yet-another-upside-down-mann-out/>
- McIntyre, S. (2005). Reply to comment by von Storch and Zorita on “Hockey sticks, principal components, and spurious significance”, *Geophys Res Lett.*, 32, L20714.
- McIntyre, S., McKittrick, R., (2005). Hockey sticks, principal components, and spurious significance, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L03710, doi:10.1029/2004GL021750.
- McIntyre, S., McKittrick, R. (2003). Corrections to the Mann *et al.* (1998). Proxy data base and Northern Hemispheric average temperature series. *Energy and Environment*, 14: 751–771.
- Moberg, A.; Sonechkin, D. M.; Holmgren, K.; Datsenko, N. M. y Karlén, W. (2005). Highly variable Northern Hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxydata. *Nature*, 433: 613–617.
- Solanki, S. K.; Usoskin, I. G.; Kromer, B.; Schüssler, M. y Beer, J. (2004). An unusually active Sun during recent decades compared to the previous 11,000 years. *Nature*, 431, 7012:1084–1087.
- Soon, W., Baliunas, S., (2003). Proxy climatic and environmental changes of the past 1000 years, *Clim. Res.*, 23, 89–110.
- Tobias, S. M. y Weiss, N. O. (2000). Resonant interactions between solar activity and climate. *Journal of Climate* 13: 3745–3759.
- von Storch, H. y Zorita E. (2005). Comment on “Hockey sticks, principal components, and spurious significance” by S. McIntyre and R. McKittrick, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L20701, doi:10.1029/2005GL022753.
- Wang, S. W.; Wen, X. Y. y Huang, J. B. (2010). Global cooling in the immediate future? *Chinese Sci Bull*, 55: 3847–3852, doi: 10.1007/s11434-010-4177-1.
- Woollings, T.; Lockwood, M.; Masato, G.; Bell, C. y Gray, L. (2010). Enhanced signature of solar variability in Eurasian winter climate, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L20805, doi:10.1029/2010GL044601.