

## Huracanes y calentamiento global ¿Hay conexión?

Stefan Rahmstorf, Michael Mann, Rasmus Benestad, Gavin Schmidt y Wilian Connolelly

El lunes 29 de agosto, el huracán Katrina devastó Nueva Orleans, Luisiana y Mississippi, dejando un rastro de destrucción a su paso. Tomará tiempo hasta que la suma total de los daños pueda ser evaluada, pero el impacto humano y ambiental son ya obviamente devastadores.

Katrina ha sido uno de los eventos meteorológicos más temidos, un enorme huracán tocando tierra en una zona altamente poblada y situada en una región por debajo del nivel del mar. Como resultado de su devastación, muchos han preguntado si el calentamiento global pudiera haber contribuido al desastre. ¿Pudiera ser Nueva Orleans la primera gran ciudad destruida por el cambio climático influenciado por el hombre?

La respuesta correcta es que no hay forma de probar que Katrina fuera o no afectado por el calentamiento global. Para un simple evento, a pesar de ser tan extremo, tal atribución es fundamentalmente imposible. Solo tenemos una Tierra, y seguirá solo una, de un infinito número de secuencias meteorológicas posibles. Es imposible saber si este evento hubiera o no tenido lugar si no hubiéramos incrementado la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera de la forma que lo hemos hecho. Los sucesos meteorológicos siempre resultan de la combinación de factores deterministas (incluyendo el forzamiento de los gases invernadero o ciclos climáticos naturales lentos) y factores estocásticos (pura casualidad).

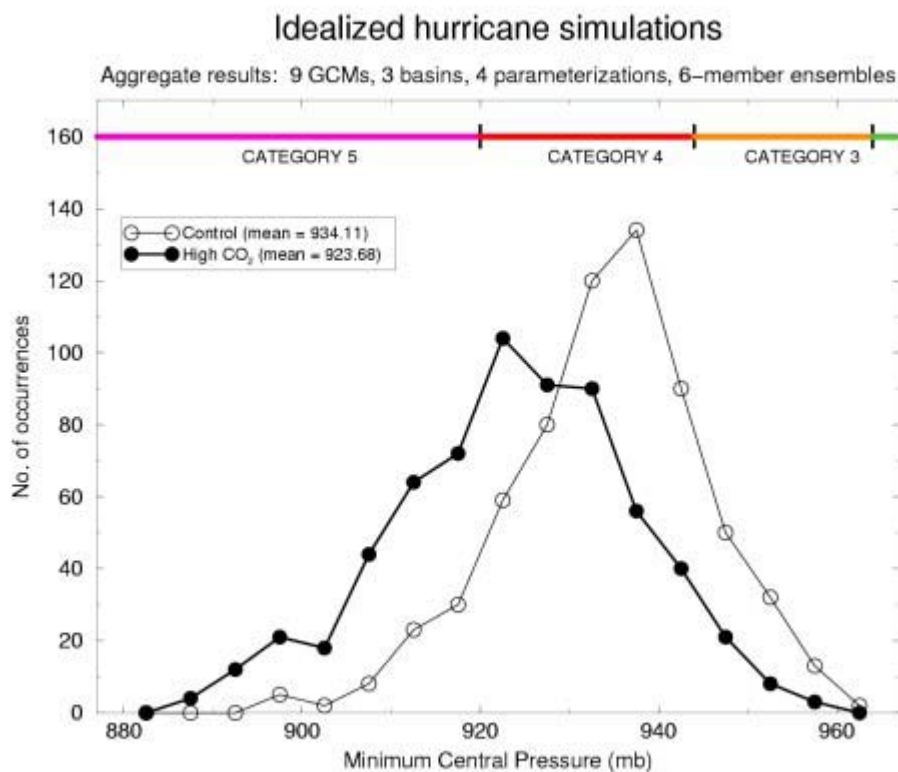
Debido a esta naturaleza semi-aleatoria de la meteorología, es equivocado culpar a cualquier evento como el Katrina específicamente al calentamiento global - y por supuesto es justo tan indefendible culpar al Katrina de un ciclo natural a largo plazo del clima.

Pero, esto no es la forma correcta de encuadrar la cuestión. Como ya hemos indicado, podemos realmente señalar algunas importantes conclusiones sobre la conexión entre la actividad de los huracanes y el calentamiento global en un sentido estadístico. La situación es análoga a la de un dado cargado rodando; Uno podría, si estuviera dispuesto, a construir un conjunto de dados donde los seises ocurrieran el doble de lo normal. Pero si fueras a buscar un seis usando este dado, no podrías culpar específicamente al hecho de que el dado había sido cargado. Cargarlos simplemente dobla las probabilidades. De la misma manera, no podemos obtener una conclusión firme sobre un único huracán, podemos indicar algunas conclusiones sobre huracanes de forma más general. En particular, la evidencia científica disponible indica, que es probable, que el calentamiento global hará y posiblemente ya está haciendo- estos huracanes más destructivos de lo que, de otra manera, hubieran sido.

La conexión clave está entre la temperatura superficial del mar (TSM) y la energía de los huracanes. Si entrar en detalles técnicos sobre la dinámica y la termodinámica involucradas en un huracán y en tormentas tropicales, la conexión básica entre los dos es realmente simple: Agua cálida y la inestabilidad en la baja atmósfera que es creada por ella, es la fuente de energía de los huracanes. Esta es por lo que solo crecen en los trópicos y durante la estación cuando la TSM es más alta (De junio a noviembre en la zona tropical del Atlántico Norte).

TSM no es la única influencia para la formación de huracanes. La fuerte cizalla en los vientos atmosféricos, es decir, cambios en la fuerza y en la dirección del viento con la altura, inhiben el desarrollo de la estructura muy organizada que es necesaria para que se forme un huracán. En el caso de huracanes Atlánticos, el Niño/Oscilación del sur tiende a producir viento de cizalla vertical, y esto, sucesivamente, al número de huracanes que tienden a formarse en el citado año. Muchas otras características del proceso del desarrollo de huracanes y fortalecimiento, sin embargo, están ligados a la TSM.

Los modelos de previsión de huracanes (los mismos que fueron usados para predecir la trayectoria de Katrina) indican una tendencia a huracanes más intensos (pero no más frecuentes en promedio) cuando se ejecutan para escenarios climáticos diferentes. (fig 1)



Tue Apr 6 12:37:02 2004

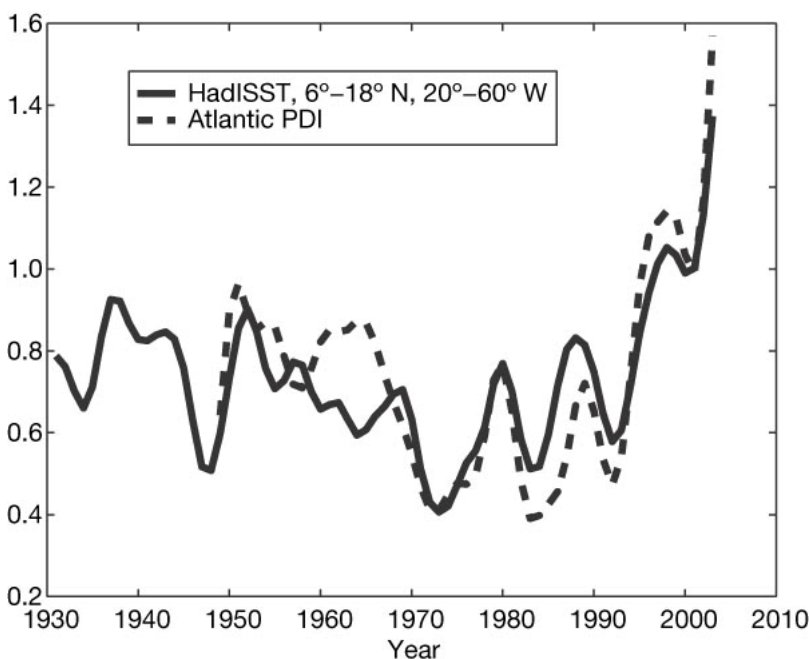
**Figura 1.** Simulación de la tendencia de los huracanes (Knutson et al, 2004)

En la simulación particular mostrada, la frecuencia de los huracanes mas fuertes (categoría 5) casi se triplican en un escenario de cambio climático antropogénico en relación al de control. Esto sugiere que los huracanes podrían realmente convertirse en mas destructivos (1) en una TSM calida debido a los impactos antropogénicos.(2)

Pero, ¿Qué hay del pasado? ¿Que muestran realmente las observaciones del siglo pasado? Algunos estudios pasados (Ej: Goldenberg et al, 2001) afirman que no hay evidencia de algún incremento a largo plazo en las medidas estadísticas de la actividad de huracanes en el Atlántico tropical, a pesar del calentamiento global en curso. Estos estudios, sin embargo, se han centrado en la frecuencia de todas las tormentas tropicales (juntando

las débiles a las fuertes) en lugar de una medida de los cambios en la intensidad de las tormentas. Como hemos discutido (3), las medicas estadísticas que se centran en las tendencias de las tormentas con la categoría mas alta, vientos máximos y cambios en presión central mínima, sugieren un sistemático incremento en las intensidades de estas tormentas. Este descubrimiento es consistente con las simulaciones de los modelos.

Un estudio reciente en Nature por Emanuel (2005) examina por primera vez, un medida estadística de la energía de disipación asociada con la pasada actividad de huracanes (El Índice de Disipación de Energía, IDI--Fig 2). Emanuel encontró una correlación cercana entre los incrementos en esta medida de la actividad de huracanes (Que es probablemente una mejor medida del potencial destructivo de las tormentas que medidas usadas previamente) y el incremento en la TSM, consistente con lo que una esperaría de la base teórica. Como se ha incrementado la TSM durante las pasadas décadas, así lo ha hecho el poder destructivo de los huracanes.



**Figura 2.** Medida de la energía total disipada anualmente por ciclones tropicales en el Atlántico Norte (IDI) comparado a la TSM de septiembre (Emanuel, 2005)

La cuestión clave es: ¿Por que se ha incrementado la TSM en los trópicos? ¿Es este incremento debido al calentamiento global (que es de forma casi segura en gran parte debido al impacto humano sobre el clima)? ¿O este incremento es parte de un ciclo natural?

Se ha dicho (3) que el reciente aumento en la actividad de huracanes es debido a un ciclo natural, la llamada Oscilación Multidecadal del Atlántico (OMA). El nuevo resultado de Emanuel (Fig. 2) argumenta contra esta hipótesis siendo la única explicación: El incremento reciente en la TSM (al menos para septiembre como se muestra en la figura) esta fuera, de forma clara, del rango de cualquier oscilación anterior. Emanuel, por tanto, concluye en su informe que “El gran alza en la última década no tiene precedentes, y probablemente refleja el efecto del calentamiento global.” Sin embargo, la precaución es necesaria con los nuevos resultados científicos hasta que han sido ampliamente discutidos por la comunidad científica, apoyados o refutados, por más análisis. Los análisis previos de OMA y los modelos de

oscilación natural en el Atlántico (Delworth y Mann, 2000, Kerr, 2000) sugieren que la amplitud de las variaciones de la TSM promediadas sobre los trópicos es de 0.1-0.2 °C, así una oscilación desde la fase mas fría a la más cálida podría explicar hasta un calentamiento de ~0.4°C.

¿Qué pasa con la hipótesis alternativa: la contribución de los gases invernadero antropogénicos al calentamiento tropical de la temperatura superficial del mar? ¿Cuanto de fuerte esperamos que sea? Una forma de estimar esto es usar modelos climáticos. Conducidos por forzamientos antropogénicos, estos muestran un calentamiento de la TSM tropical en el Atlántico de 0.2~0.5°C. Globalmente, TSM se ha incrementado en ~0.6°C (4) en lo pasados cien años. Esto mayormente refleja la respuesta a los forzamientos radiativos globales, que están dominados por forzamientos antropogénicos durante el siglo XX. Modos regionales de variabilidad, como OMA, anula y hace una contribución muy pequeña a los cambios en la media global de la TSM.

Por tanto, podemos concluir que un ciclo natural (OMA) y el forzamiento antropogénico podrían haber igualmente hecho una gran contribución al calentamiento del Atlántico tropical durante las pasadas décadas, con una atribución exacta imposible de medir hasta ahora. El calentamiento observado es probable que sea el resultado de un efecto combinado: Los datos sugieren firmemente que la OMA ha estado en una fase de calentamiento durante las pasadas dos o tres décadas, y también sabemos que el calentamiento global antropogénico esta ocurriendo.

Finalmente, volvemos a Katrina. Esta tormenta tenía categoría 1 de huracán cuando cruzó Florida y solo gano fuerza después sobre las aguas cálidas del golfo de México. Entonces, la cuestión que hay que preguntar es: ¿Por que esta el golfo de México tan caliente en este momento? ¿Cuanto puede ser atribuido al calentamiento global y cuanto a la variabilidad natural? Análisis mas detallados de los cambios en la TSM en estas regiones y comparaciones con las predicciones de los modelos, probablemente arrojarán más luz sobre esta cuestión en el futuro. En este momento, sin embargo, las evidencias científicas de las que se dispone sugieren que sería prematuro afirmar que el comportamiento anómalo reciente puede ser atribuido por completo a un ciclo natural.

Por último, la respuesta a lo que causo Katrina es de poco valor práctico. Katrina es el pasado. Muchos más importante es aprender algo para el futuro, para poder ayudar a reducir el riesgo de futuras tragedias. Una mejor protección contra los huracanes será un punto de discusión obvio los próximos meses, a lo que los climatólogos no estamos especialmente cualificados a contribuir. Pero la climatología puede ayudar a comprender como las acciones humanas tienen influencia sobre el clima. Las actuales y corroboradas evidencias sugieren que:

- (a) Los huracanes tienden a convertirse en mas destructivos cuando la temperatura del océano sube.
- (b) Un aumento descontrolado de la concentración de gases invernadero probablemente incrementará mas las temperaturas del mar, finalmente sobrepasando cualquier oscilación natural.

Los escenarios para el calentamiento global futuro muestran a la TSM tropical subiendo en unos pocos grados, no décimas de grado (6) y las implicaciones mostradas en Fig 1. Este es

el mensaje importante desde la ciencia. Lo que necesitamos discutir no es lo que causo Katrina, sino la probabilidad de que el calentamiento global haga a los huracanes incluso peor en el futuro.

ARTÍCULO ORIGINAL: <http://www.realclimate.org/index.php?p=181>

TRADUCCIÓN. Mario Cuellar

## NOTAS

1. Por destructivo, nos referimos solo a la habilidad intrínseca de un huracán de dañar su medioambiente debido a su fuerza. El incremento del potencial que discutimos se aplica solo a esta medida meteorológica intrínseca. No tenemos en cuenta el potencial para una destrucción incrementada (y coste) debido al incremento de la población o las infraestructuras humanas.
2. [http://www.realclimate.org/RC\\_HadCM3\\_tropical-SST.gif](http://www.realclimate.org/RC_HadCM3_tropical-SST.gif)
3. <http://www.realclimate.org/index.php?p=140>
4. <http://www.noaanews.noaa.gov/stories2005/s2484.htm>
5. [http://www.realclimate.org/tar\\_fig\\_2\\_6.gif](http://www.realclimate.org/tar_fig_2_6.gif)
6. [http://www.realclimate.org/RC\\_HadCM3\\_tropical-SST.gif](http://www.realclimate.org/RC_HadCM3_tropical-SST.gif)

## SOBRE LOS AUTORES

Stefan Rahmstorf, Físico y Oceanógrafo,

Michael Mann, Doctor en Geología y Geofísica, Licenciado en Física y Matemática Aplicada.

Rasmus Benestad, Doctor en Física

Gavin Schmidt, Doctor en Matemática aplicada y climatólogo

Wiliam Connolelly, Climatólogo y matemático

## REFERENCIAS

Delworth, T.L., Mann, M.E., Observed and Simulated Multidecadal Variability in the Northern Hemisphere, *Climate Dynamics*, 16, 661-676, 2000.

Emanuel, K. (2005), Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature*, online publication; published online 31 July 2005 | doi: 10.1038/nature03906

Goldenberg, S.B., C.W. Landsea, A.M. Mestas-Nuñez, and W.M. Gray. The recent increase in Atlantic hurricane activity. Causes and implications. *Science*, 293:474-479 (2001).

Kerr, R.A., 2000, A North Atlantic climate pacemaker for the centuries: *Science*, v. 288, p. 1984-1986.

Knutson, T. K., and R. E. Tuleya, 2004: Impact of CO<sub>2</sub>-induced warming on simulated hurricane intensity and precipitation: Sensitivity to the choice of climate model and convective parameterization. *Journal of Climate*, 17(18), 3477-3495.