

## Influencia del cambio climático en la circulación atmosférica planetaria

Desde hace años los científicos han estado debatiendo una idea compleja y potencialmente explosiva acerca de cómo el calentamiento del planeta alterará el panorama del tiempo atmosférico en la Tierra que, si es correcta, tendría profundas implicaciones para el hemisferio norte y especialmente en sus latitudes medias, donde viven miles de millones de personas.

La idea es que el cambio climático no sólo aumentaría la ocurrencia general de sucesos como olas de calor o el volumen de lluvias, sino que también cambiaría los mismos patrones de tiempo atmosférico. Al alterar los flujos usuales de circulación del aire a escala planetaria como las corrientes en chorro, que fluyen ondulatoriamente de oeste a este, el calentamiento global puede hacer que determinadas situaciones meteorológicas se vuelvan más estacionarias, lo que provocaría sequías extremas, olas de calor, precipitaciones intensas y otros sucesos que se harían más persistentes en algunas zonas de la Tierra.

Esos sucesos que se harían más persistentes en algunas zonas de la Tierra.

Esa idea básica se sigue debatiendo por la vanguardia científica y en un artículo publicado en *Nature Scientific Reports* el pasado 27 de marzo, Michael Mann de la Universidad Estatal de Pensilvania y un grupo de colegas de institutos de investigación de los Estados Unidos, Alemania y los Países Bajos muestran que, al

menos en la primavera y el verano, el flujo a gran escala de la atmósfera está, en efecto, cambiando, de forma que las situaciones de tiempo asociado se “atascan” con más frecuencia. Debido a su extensión nos hemos limitado a traducir el Resumen del artículo, al que puede accederse

libremente en la referencia que incluimos al pie de página.

“Se ha demostrado que episodios persistentes de fenómenos meteorológicos extremos en el verano del hemisferio norte están asociados con la presencia de ondas de Rossby de gran amplitud y casi estacionarias dentro de un rango de longitud de onda particular (número de ondas zonales 6-8). El mecanismo subyacente involucra el fenómeno de la amplificación cuasi-resonante (QRA) de las ondas de escala sinóptica en ese rango de números de onda, que quedan atrapadas en una guía de onda atmosférica en las latitudes medias. Un trabajo reciente sugiere un aumento en las últimas décadas de la aparición de condiciones favorables a la QRA y al tiempo extremo asociado, posiblemente relacionado con el calentamiento amplificado del Ártico y, por tanto, con la influencia del cambio climático. En este trabajo, aislamos una señal característica específica del perfil de temperatura media zonal en superficie que se asocia con condiciones favorables para la QRA. En el estado actual de la técnica (“CMIP5”), las simulaciones de los modelos del clima histórico sujetas a forzamiento antropogénico muestran un aumento en la proyección de esta señal característica que se ve reflejada en múltiples conjuntos de datos observados de temperatura superficial. Tanto los modelos como las observaciones sugieren que esta señal sólo ha emergido recientemente del ruido de fondo de la variabilidad natural.”

El estudio, como escriben sus autores, “aumenta el peso de la evidencia de una influencia humana en la ocurrencia de episodios devastadores como la ola de calor europea de 2003, las inundaciones de Pakistán y la ola de calor en Rusia de 2010, la ola de calor de Tejas en 2011 y las recientes inundaciones en Europa”.

El artículo de Mann y sus colegas ha tenido una repercusión inmediata en la comunidad científica y están apareciendo bastantes comentarios al mismo. Ofrecemos aquí unos párrafos de los publicados por Chris Money en *Energy and Environment* (ver referencia al final)



Onda de la corriente en chorro asociada a una ola de calor en Europa occidental

## “El Niño costero” está afectando a Perú, Ecuador y Colombia

Las fuertes lluvias que se registran en el norte de Perú, Ecuador y recientemente en el sur de Colombia desde fines de enero están dejando un gran número de muertes -que en el momento de redactar esta noticia ya se contaban por centenares- y una cantidad mucho mayor de afectados, causando además importantes daños en viviendas e infraestructuras. Durante un típico fenómeno de El Niño, aumenta la temperatura del agua en toda la franja ecuatorial del océano Pacífico, hasta la costa norte de Estados Unidos, y los efectos se transmiten vía teleconexiones a todo el mundo: lluvias monzónicas más débiles en India, inviernos más fríos en Europa, tifones en Asia y sequías en Indonesia y Australia, entre otras calamidades. Pero cuando el calentamiento -como es este caso- ocurre solo en la zona costera

Inundaciones en Perú 2017 (foto de agencia)



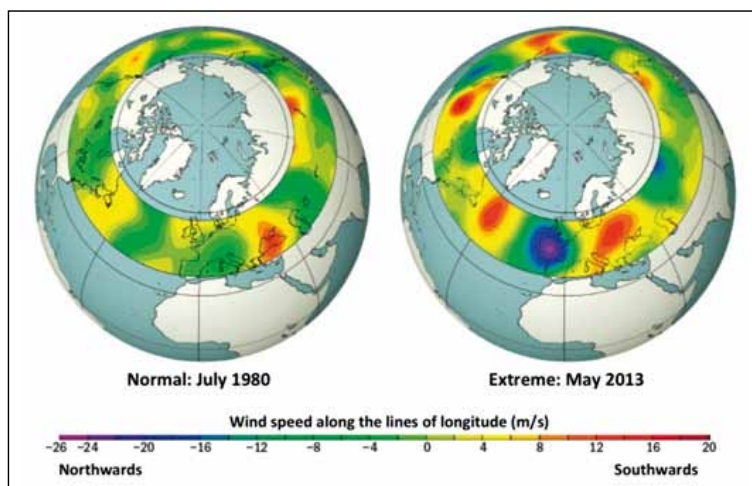
“Pero, ¿qué se quiere decir con que el calentamiento global altera la corriente en chorro? Las ideas básicas en juego aquí se complican rápidamente. Por ejemplo, el estudio en sí se refiere a la “amplificación cuasi-resonante (QRA) de las ondas de escala sinóptica” como el mecanismo clave por el cual los investigadores creen que esto está sucediendo –una terminología que seguro extenderá el terror en los no científicos de todo el mundo. Sin embargo, en parte no es tan complicado. La corriente en chorro del hemisferio norte fluye con un patrón ondulatorio de oeste a este, impulsada por la rotación de la Tierra y la diferencia de temperaturas entre el ecuador y el polo norte. El flujo es más fuerte cuanto mayor sea esa diferencia de temperatura.”

“Pero cuando el Ártico se calienta más rápido que el ecuador –lo que forma parte de la definición fundamental del calentamiento global y ya está ocurriendo- el flujo de la corriente de chorro puede debilitarse y alargarse y es entonces cuando pueden aparecer los extremos meteorológicos resultantes.”

“Es como si se confina una onda electromagnética en un cable coaxial; entonces no se pierde energía, sino que ésta está siendo contenida completamente en ese cable y enviada a tu televisor”, dice Mann. “Estas ondas no pierden energía, por lo que se amplifican cada vez más y también se quedan atrapadas en un lugar.”

John Fyfe, del Centro Canadiense de Modelización y Análisis del Clima en Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá, comentó el documento de Mann por correo electrónico: “Está bien establecido que ha habido una influencia humana en la circulación atmosférica a gran escala y en la temperatura del hemisferio norte. Mann y sus colaboradores avanzan una teoría para vincular esos cambios a los cambios en el espectro de las ondas de menor escala de la atmósfera, que son responsables de nuestro tiempo atmosférico. No creo que esta teoría esté plenamente desarrollada o que las implicaciones hayan sido totalmente exploradas, pero creo que el estudio de Mann y colaboradores es un muy buen comienzo”.

En el comentario de Chris Money se informa también que Michael Mann ha sido invitado este mes al Congreso de Estados Unidos para intervenir en una sesión dedica-



da principalmente a la severidad del cambio climático y antes comentó que “Eso va a ser un debate falso. Es aquí (en el tema de su artículo) donde está el verdadero debate”.

**REFERENCIAS:**

**Influence of Anthropogenic Climate Change on Planetary Wave Resonance and Extreme Weather Events**, Michael E. Mann, Stefan Rahmstorf, Kai Kornhuber, Byron A. Steinman, Sonya K. Miller & Dim Coumou, *NATURE Scientific Reports*, published on line 2017/03/27. <http://www.nature.com/articles/srep45242>

**One of the most troubling ideas about climate change just found new evidence in its favor**, Chris Money, *Energy and Environment*. [https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2017/03/27/one-of-the-most-troubling-ideas-about-climate-change-just-found-new-evidence-in-its-favor/?utm\\_term=.dc0b06b1dce8](https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2017/03/27/one-of-the-most-troubling-ideas-about-climate-change-just-found-new-evidence-in-its-favor/?utm_term=.dc0b06b1dce8)

**Changing winds due to climate change are causing more floods and heatwaves**, Kelly Paik, *FANVIVE* -March 30, 2017. <http://fanvive.com/2017/03/30/changing-winds-due-to-climate-change-causing-floods-and-heatwaves/>

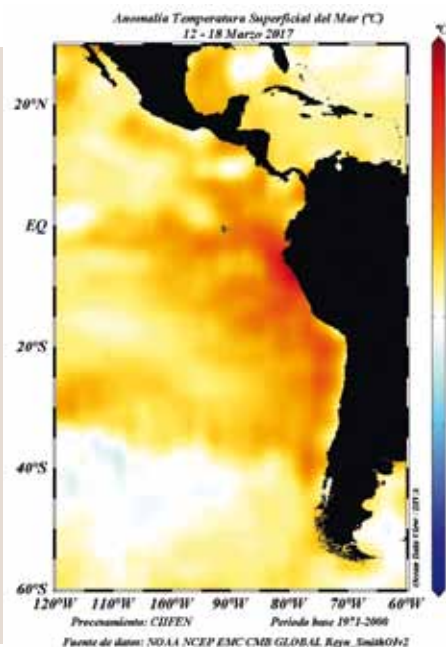
\* N. del T.: CMIP5 es la fase 5 del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados. Estos modelos han participado en el 5º Informe de Evaluación del IPCC, más conocido por sus siglas en inglés (AR5).

A la izquierda, una imagen del patrón de circulación global en un día normal. A la derecha, imagen de la circulación global cuando ocurren extremos meteorológicos: existen velocidades de viento extremas hacia el norte y el sur, mientras que en el patrón normal (a la izquierda) las velocidades del viento son moderadas tanto en dirección norte como sur. Crédito: Michael Mann, Penn State

de Perú y Ecuador, las anomalías (lluvias torrenciales) se restringen a estos territorios. Los expertos peruanos llaman a este fenómeno local “El Niño costero”.

Un requisito para que las autoridades peruanas confirmen la presencia de El Niño costero es que las anomalías se mantengan durante tres meses consecutivos, como mínimo. Mientras que el fenómeno de El Niño se predice actualmente con bastante pericia por parte de los modelos numéricos, no sucede lo mismo con el Niño costero, que por ser un fenómeno de tipo local su ocurrencia no puede preverse con meses de anticipación. Meteorólogos peruanos señalan que en 1925 se produjo un episodio de magnitud parecida que afectó a las costas del norte peruano. La probabilidad de que este episodio local finalmente se convierta en un episodio de El Niño, y que por lo tanto tenga impactos globales, se sitúa a partir de las estimaciones hechas por modelos y por análisis experto en el rango 50-60%.

El calentamiento anómalo del mar en la zona costera empezó a mediados de enero y ha causado que el agua alcance temperaturas pico de 29 °C en Perú, y de 28 °C en Ecuador, es decir alrededor de cuatro grados por encima de lo normal.





## Los ordenadores del Centro Europeo de Predicción se trasladarán probablemente a Italia

Gran parte del éxito histórico del Centro Europeo de Predicción meteorológica a Plazo Medio (ECMWF) proviene de haber estado a la cabeza de los centros mundiales que se dedican a la Predicción Numérica, no solo por su liderazgo en investigación aplicada, sino por sus recursos informáticos. Desde su fundación, hace más de cuarenta años, el Centro renueva con frecuencia sus máquinas para seguir también a la cabeza en esa herramienta fundamental para explotar modelos numéricos y otras aplicaciones, tales como el mejor archivo mundial de datos atmosféricos. Para ello, la potencia de cálculo disponible ha ido aumentando de forma exponencial.

Hace ya más de cinco años que el Centro avisó a los estados miembros que lo financian que la nueva instalación informática prevista hacia 2018 no tendría cabida en la sede del Centro situada desde 1979 en las afueras de Reading (Reino

del Reino Unido. Tras cierta preocupación inicial sobre la legalidad de situar recursos del Centro fuera del país donde se encuentra la sede, se admitió esa posibilidad y el año pasado empezaron a estudiarse con detenimiento las ofertas recibidas de los gobiernos de Holanda, Finlandia, Islandia e Italia, junto con la del mismo Reino Unido que proponía su desplazamiento a Exeter en las instalaciones del Servicio Meteorológico británico.

Finalmente en una sesión extraordinaria del Consejo del ECMWF, celebrada el 1 de marzo de 2017, se ha anunciado el mandato dado al Director General para preparar un acuerdo de alto nivel con el Gobierno italiano, y concretamente con la región de Emilia-Romagna, a fin de alojar el nuevo centro de proceso de datos en el parque tecnológico "Tecnopolo" de Bolonia, Italia.



Vista aérea de la sede del ECMWF en Reading. El centro de proceso de datos actual ocupa todo el bloque a izquierda de la foto.

Unido). A los problemas de instalación allí de ordenadores de última generación, se unían los derivados del aumento de personal, sobre todo después del contrato con la Comisión Europea para encargarse de dos de los principales proyectos del programa Copernicus de los que el ECMWF se hizo cargo en 2014. Desde hace tiempo parte del personal trabaja desde otras instalaciones también en la ciudad de Reading.

Empezaron entonces intensas discusiones sobre cómo dar solución al problema y el debate se ha extendido durante cinco años, con una especial preocupación sobre cómo financiar un traslado que exige una inversión muy importante. El problema se agravó ante la negativa del Gobierno británico a financiar, al menos en una parte considerable, las nuevas instalaciones, lo que no responde a una norma escrita pero sí a una tradición arraigada en los países que acogen organismos internacionales, ya que indirectamente se benefician ampliamente de ello.

A final de 2015 el debate fue decantándose hacia una solución mixta que, sin descartar otras, resultaba más económica: trasladar solamente el centro de proceso de datos. La tecnología actual de las comunicaciones permite perfectamente que las máquinas puedan ser alojadas a distancia con solamente un personal reducido establecido allí para encargarse de su mantenimiento in situ. Al poco tiempo empezaron a recibirse ofertas por parte de varios países miembros distintos

La decisión se ha tomado a partir del dictamen previo de un grupo de expertos internacionales y representantes de los estados miembros que revisaron las distintas ofertas en base a criterios financieros, aspectos técnicos, impacto medioambiental y la capacidad para cubrir las necesidades previstas. No es un secreto que algunas de las ofertas superaban a la italiana en alguno de esos criterios, por ejemplo, la instalación en un país nórdico permitiría importantes ahorros de energía en la refrigeración de los ordenadores. Sin embargo, la oferta italiana incluye una financiación de la nueva instalación por parte de su Gobierno que supera con creces la ofrecida por los demás candidatos y facilitará que la inversión a realizar por los demás países miembros, como España, sea mínima.

Los próximos meses se dedicarán a discutir con más detalle los aspectos legales, financieros y técnicos de la propuesta y el acuerdo a formalizar será sometido a la aprobación del Consejo del ECMWF en junio. Por tanto, la decisión no es realmente definitiva todavía, pero todo apunta a que dentro de poco este centro de élite, que sigue siendo fundamental para las operaciones e investigaciones de los servicios meteorológicos nacionales y de muchas otras instituciones, tendrá su sede dividida entre la actual de Reading y la ciudad italiana donde se creó la primera universidad europea, en la que se alojarán los recursos informáticos del Centro.