

# La evolución del clima en respuesta a la actividad humana

por Jean Jouzel<sup>1</sup>



**Conviene recordar lo que han dicho los científicos acerca de la evolución del clima como respuesta al creciente efecto invernadero causado por la actividad humana.** He de mencionar, por tanto, las conclusiones del Cuarto Informe del Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC) publicado en 2007 (AR4) y del Informe especial sobre eventos extremos (SREX)<sup>2</sup>. Dichas conclusiones presentadas en el documento-resumen para las instancias decisorias titulado *La gestión de los riesgos de eventos extremos y desastres para anticipar la adaptación al cambio climático*, que se aprobaron en la primavera de 2011, parecen ser especialmente relevantes en el contexto de nuestro simposio.

El cuarto informe del IPCC confirma algunas verdades sobre el cambio climático, pero también reitera que quedan interrogantes y que hay serias incertidumbres sobre muchos aspectos de nuestro clima.

En primer lugar, podemos estar seguros de esto: la composición de la atmósfera se ve indudablemente afectada por las actividades humanas. Desde 1750, la cantidad de metano en el aire se ha multiplicado por 2,5, debido esencialmente a la intensificación de la agricultura y la ganadería. El uso de combustibles fósiles, junto con la deforestación, es en gran parte responsable del aumento observado en el dióxido de carbono, el cual desde el principio de la era industrial (hacia 1750) hasta 2012 se ha incrementado en un cuarenta por ciento. Asimismo, los combustibles fósiles, junto con las prácticas agrícolas, han causado casi un veinte por ciento de aumento del óxido nitroso. Al absorber la radiación infrarroja, dichos gases intensifican el efecto invernadero, ya agravado por otros compuestos como el ozono y los clorofluorocarbonos. No hay duda

sobre el origen humano de los cambios observados, que están muy bien documentados (el vapor de agua también es un gas de efecto invernadero, pero su concentración en la atmósfera no se ve directamente afectada por las actividades humanas).

La segunda conclusión del AR4 es también una certeza: “el calentamiento del sistema climático es inequívoco”. Con la excepción de 1996, cada año desde 1995 hasta 2007 ha sido más cálido que cualquier otro en más de 140 años. Este calentamiento global se ha producido en dos etapas: de 1910 a 1945, y la segunda que comenzó en 1976. Desde entonces las temperaturas han aumentado en proporción tres veces más rápida que la registrada en el resto del siglo XX. El estancamiento observado en los últimos diez años no cuestiona el calentamiento global: 2010 fue el año más cálido registrado y aunque las temperaturas cayeron ligeramente en 2011, esto se debió a un episodio significativo de La Niña (Figura 1). Una serie de fenómenos observados —como el calentamiento de los océanos, el incremento del vapor de agua en la atmósfera, el rápido deshielo de la mayoría de los glaciares de montaña, el aumento del nivel del mar debido también al deshielo en Groenlandia y el Antártico occidental, y la retracción de la cubierta de nieve en el hemisferio norte y de la superficie de hielo en el océano Ártico— confirman inequívocamente que la Tierra se está calentando.

Esta doble afirmación, el efecto invernadero está creciendo y el calentamiento global es real, no implica una relación causa-efecto. Para establecer una conexión entre calentamiento global y actividad humana, debemos distinguir entre los cambios en el clima debidos a causas naturales, que siempre han existido y siempre existirán, y los posiblemente provocados por las actividades humanas. ¿Hemos cambiado ya el clima de la Tierra? El IPCC ha estudiado esta cuestión y la respuesta ha evolucionado con cada nuevo informe, tras la confirmación del calentamiento global y gracias a una mejor comprensión de sus causas en la comunidad científica. No se estableció ninguna conexión en el primer informe publicado en 1990, pero se insinuó por primera vez en 1995: “una serie de factores sugieren una influencia perceptible de la actividad humana en el

<sup>1</sup> Investigador en el Laboratorio del Clima y Ciencias Medioambientales (LSCE/IPSL, CEA Saclay, 91191, Gif-sur-Yvette, Francia), y presidente de la Sociedad meteorológica de Francia.

<sup>2</sup> Informe especial del Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático: “Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation” [La gestión de los riesgos de eventos extremos y desastres para anticipar la adaptación al cambio climático] (SREX).

clima global". Este diagnóstico se confirmó en 2007: "La mayor parte del incremento registrado en las temperaturas medias mundiales desde mediados del siglo XX es muy probable que se deba al aumento observado en las concentraciones de gases de efecto invernadero causado por las acciones humanas". Cabe una pequeña duda, pero la comunidad científica meteorológica no tiene reparo en reconocer que estamos viviendo en un mundo donde las actividades humanas ya han cambiado el clima.

Otra certeza: el clima continuará haciéndose más cálido. Sin subestimar el impacto de otros compuestos, no podemos dejar de señalar que la radiación neta de la Tierra depende en gran medida de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Además de ser la principal causa del aumento del efecto invernadero, el dióxido de carbono permanece en la atmósfera durante largo tiempo. Los economistas han propuesto diferentes escenarios futuros que tendrían en cuenta todos los gases de efecto invernadero y aerosoles sulfurosos cuyo efecto radiativo es negativo. En 2100, el escenario con las emisiones más bajas mostraría un calentamiento medio de aproximadamente 1,8 °C; cifra que aumentaría hasta 4 °C en el escenario con las mayores emisiones. Con respecto a un escenario económico específico, permanecen ciertas incertidumbres debido a nuestro, todavía, limitado conocimiento de ciertos procesos climáticos. Por lo tanto, en el escenario con las mayores emisiones el calentamiento medio estaría entre 2,4 y 6,4 °C, mientras que el rango completo de predicción iría de 1,1 a 6,4 °C.

Aunque sabemos que el calentamiento global es inevitable, todavía hay muchas cosas que no entendemos sobre cómo ocurrirá. Muchos aspectos siguen sin estar claros: el papel de los aerosoles, las características regionales del cambio climático y de la variabilidad del clima, la aparición de sucesos extremos, la importancia de la subida del nivel del mar, el riesgo de fenómenos climáticos desconocidos y la interacción entre los ciclos biogeoquímicos y el cambio climático. Sin embargo, el IPCC considera fiables las proyecciones de otras variables climáticas: aumento de la precipitación en latitudes altas y disminución en las regiones subtropicales, cambios en los vientos, una probable intensificación de los ciclones tropicales, olas de calor, lluvias torrenciales, retracción de la cubierta de nieve, disminución de los hielos marinos, aumento irreversible del nivel del mar... si no somos prudentes así será nuestro mundo al final del siglo y en los años siguientes. El nivel del mar podría así subir 60 cm o más en 2100.

Los múltiples efectos de estos cambios aumentarán al incrementarse las temperaturas, y lo mismo harán algunos fenómenos extremos que causarán grandes daños. Las primeras conclusiones del SREX, que se centra en los eventos extremos, se basan en las observaciones realizadas desde 1950. Sugieren, si bien con un grado de certeza limitado, que algunos valores extremos están cambiando. Así, a escala global, el número de noches y días fríos ha decrecido, mientras que el de noches y días cálidos ha aumentado y, dependiendo de la región, se han observado más olas de calor, más sequías intensas y un número mayor de

## La información hidrometeorológica: ¿una herramienta para el desarrollo socioeconómico?

La Sociedad meteorológica de Francia celebró un simposio internacional en la sede de la OMM durante los días 21 y 22 de marzo, denominado "Información hidrometeorológica: ¿una herramienta para el desarrollo socioeconómico?"

Estudios recientes han remarcado que la información hidrometeorológica puede producir beneficios sociales y económicos, así como mejoras en términos de seguridad y calidad de vida. Esto es cierto tanto para los países industrializados, como para los emergentes y los que están en vías de desarrollo. Sin embargo, tanto la predicción meteorológica como la información hidrológica, que forman parte de la vida diaria en los países industrializados, están en gran parte ausentes en los países en desarrollo. Así, invertir en el sector hidrometeorológico sería un modo de acelerar el desarrollo y crecimiento económico, y de aliviar la pobreza.

El simposio reunió a expertos y gerentes de operaciones para debatir los recursos financieros y técnicos necesarios para producir información hidrometeorológica cualificada (observaciones y predicciones) y valorar los beneficios sociales y económicos de estos servicios a los diversos sectores económicos, tales como salud, gestión de riesgos, seguros, industria, energía y agricultura. Las ponencias también examinaron las soluciones y opciones para desarrollar servicios hidrometeorológicos sostenibles.



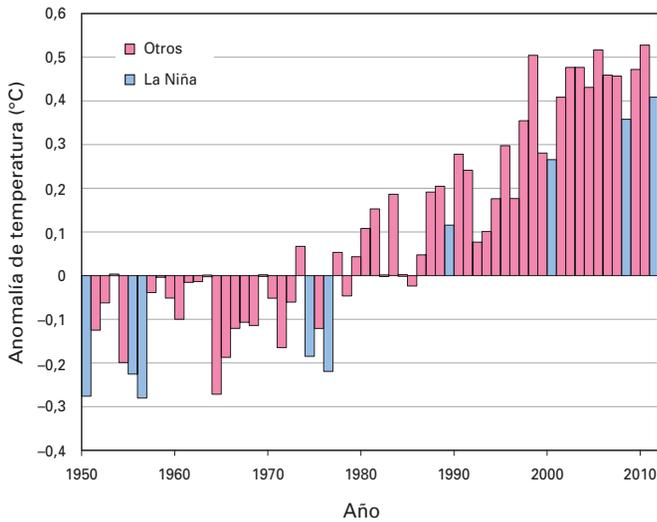


Figura 1 – Anomalías de la temperatura (con respecto al período 1961-1990) para los años 1950 a 2011. En azul figuran los años que empezaron con episodios de La Niña (moderados o fuertes) ya activos.

episodios de lluvias torrenciales. Además, el SREX indica que hay razones para creer que algunos de estos cambios se deben a las actividades humanas.

Una parte significativa del informe abarca tendencias futuras de los fenómenos extremos climáticos para diferentes escenarios de emisión. De esta forma, los modelos predicen una subida notable de las temperaturas extremas

lo que resulta en el aumento de la duración, frecuencia y/o intensidad de las olas de calor. Como muestra la Figura 2, un día sumamente caluroso, que solía producirse cada 20 años, ocurrirá cada dos a partir de ahora hasta fin de siglo (escenarios A1B y A2). Por entonces la frecuencia de precipitaciones intensas o lluvias torrenciales probablemente se habrá incrementado en la mayoría de las regiones, mientras que en otras áreas se acentuarán las sequías en ciertas estaciones debido a la disminución de las precipitaciones y/o al aumento de la evapotranspiración. También aumentará, probablemente, la máxima velocidad media del viento asociada a los ciclones tropicales.

El SREX no solo se ocupa de las observaciones y proyecciones relacionadas con los acontecimientos climáticos extremos. También mira hacia su impacto sobre sectores relacionados estrechamente con el clima, tales como los recursos hídricos, las producciones agrícolas y de alimentos, la silvicultura, la salud y el turismo, así como a las pérdidas que producirán los desastres causados por aquellos fenómenos extremos. Finalmente, el informe menciona las numerosas estrategias para adaptarse al calentamiento global y controlar el riesgo de los extremos climáticos y los desastres.

Como conclusión, me gustaría mencionar que los peligros inducidos por el calentamiento global y los fenómenos extremos subsiguientes deberían ser más fáciles de manejar, ya que seremos capaces de controlar el calentamiento futuro adoptando en todo el mundo una ambiciosa estrategia para contener y, posteriormente, suprimir las emisiones de gases de efecto invernadero.

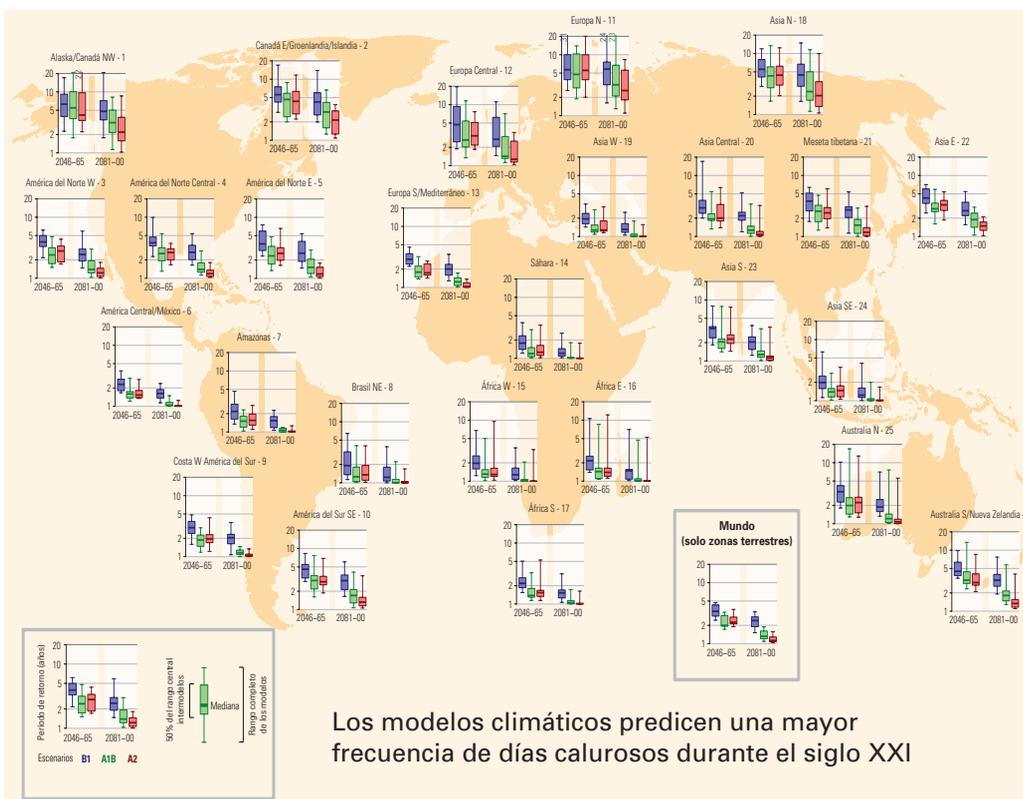


Figura 2 – En muchas zonas el período de 20 años entre días excepcionalmente calurosos se acortará.