

MODELOS CLIMÁTICOS UN CALENTAMIENTO IMPARABLE

AUNQUE SE DETENGAN LAS EMISIONES HOY, EL PLANETA SEGUIRÁ CALENTÁNDOSE COMO CONSECUENCIA DE LO YA VERTIDO A LA ATMÓSFERA. LA ÚNICA DIFERENCIA ENTRE LAS CUATRO PROYECCIONES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO ES SI LO HARÁ 0,9°C O 5,4°C

DAVID BARRIOPEDRO
Instituto de Geociencias. CSIC

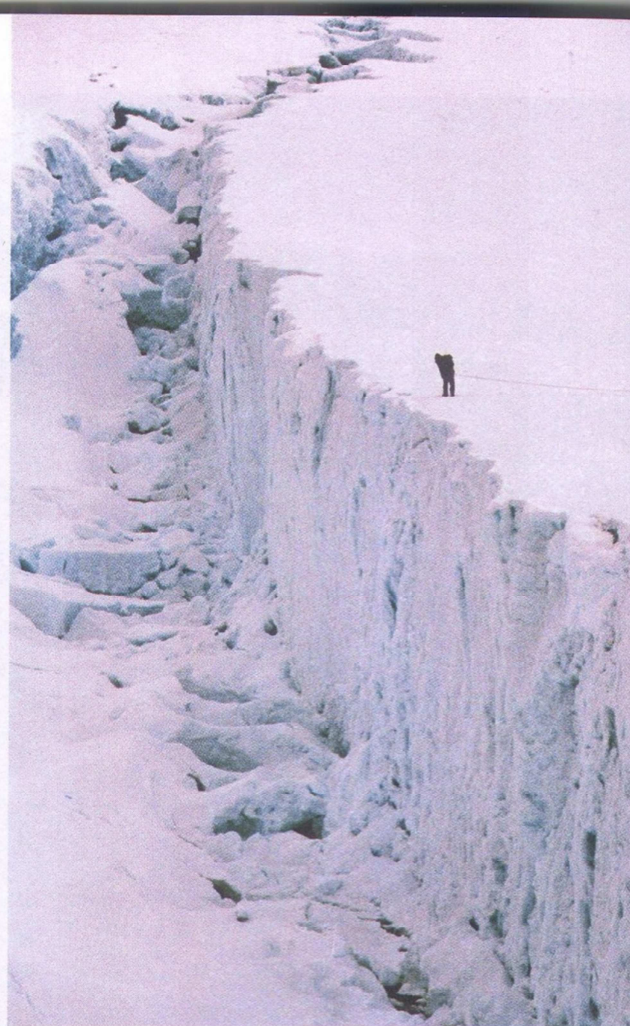
En la Conferencia de París sobre el Clima (COP21) de 2015, 195 países firmaron el primer acuerdo vinculante sobre el cambio climático con el objetivo de “mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C sobre los niveles preindustriales”, y más concretamente limitarlo a 1.5 °C. El acuerdo se construye sobre las evidencias del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), que desde 1990 viene advirtiendo de las causas e impactos del calentamiento global. Su quinto informe, en el que participaron más de 830 científicos de 85 países, concluye que “el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y (...) la influencia humana es clara”. Para comprender las implicaciones de este acuerdo es inevitable hablar del sistema climático, los factores que le afectan y cómo podemos detectar, atribuir y prever sus cambios.

El sistema climático y sus componentes (atmósfera, océano, mantos de hielo, etc.) experimentan continuos cambios que se reflejan en la temperatura global del planeta. Estos pueden tener un origen interno, como el fenómeno de El Niño, y ser perceptibles durante años o décadas. Es lo que se conoce como variabilidad interna o “ruido”, porque en escalas climáticas es caótica e impredecible. Existen también agentes “externos” que fuerzan respuestas

globales en escalas de tiempo muy diversas. Algunos tienen un origen natural: los cambios en los parámetros orbitales de la tierra determinan los ciclos glaciares e interglaciares; la inactividad solar durante el Mínimo de Maunder coincidió con un periodo inusualmente frío; las cenizas del volcán Tambora (1815) causaron el “año sin verano” en Europa, etc. Por último, existen forzamientos externos de origen antrópico, fruto de las actividades humanas (quema de combustibles fósiles, cambios en el uso de suelo, etc.), asociados al aumento en la concentración de gases de efecto invernadero, que ha alcanzado niveles sin precedentes.

Una velocidad de cambio acelerada

Las evidencias del cambio climático son irrefutables: desde principios del siglo XX el planeta se ha calentado 0.85 °C y el nivel medio del mar ha crecido 0.2 m. Los océanos se acidifican, la masa de hielo y nieve ha caído a mínimos históricos, y la ocurrencia de temperaturas récord ha aumentado un 75%. Muchos de estos cambios y la velocidad con la se están produciendo no han tenido precedentes. El cambio climático está aquí, y ha venido para quedarse. Pero, ¿podemos identificar sus causas? Para ello contamos con los modelos climáticos, millones de líneas de código informático que resuelven



numéricamente las ecuaciones físicas por las que se rigen los procesos que tienen lugar en el sistema climático.

Dividiendo el planeta en una rejilla tridimensional, es posible aplicar estas ecuaciones a cada elemento de volumen. Aunque algunos fenómenos no se conocen suficientemente o tienen dimensiones inferiores a la rejilla del modelo (como las nubes convectivas), se pueden aproximar mediante relaciones empíricas llamadas parametrizaciones. Al igual que el sistema climático, un modelo consta de submodelos que simulan los procesos de los subsistemas y sus interacciones bajo determinadas “condiciones de contorno”, dadas por la evolución de los forzamientos durante el periodo que se desea simular.

Modelos imperfectos, pero capaces

Existen diferencias estructurales entre los modelos en función de los procesos que simulan, su resolución espacial o el tratamiento de las parametrizaciones. Además, las simulaciones se ven afectadas por el “ruido” inherente a la variabilidad interna del sistema. Como consecuencia de estas incertidumbres, los modelos climáticos son imperfectos y sus simulaciones no coinciden plenamente. A pesar de ello, son capaces de reproducir el calentamiento observado del periodo industrial tanto a escala global, como hemisférica e incluso continental.

Si en las simulaciones se elimina el aumento de las concentraciones de CO₂, los modelos no son capaces de reproducir el calentamiento observado desde mediados del siglo XX, lo que constituye una prueba incontestable de que las actividades humanas son la causa principal del calentamiento. De manera análoga, se ha detectado una influencia humana en el calentamiento del océano, la subida del nivel del mar, la pérdida de hielo, los cambios del ciclo del agua y en numerosos fenómenos extremos: el aumento de olas de calor, precipitaciones intensas o sequías. Las actividades humanas han duplicado la probabilidad de episodios como la megaola de calor que afectó a Europa Occidental en 2003 causando 70.000 fallecidos.

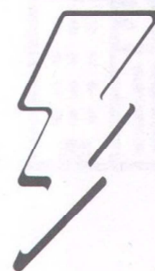
Además, los modelos permiten hacer proyecciones de cambio climático para los próximos siglos. Puesto que se desconocen las condiciones futuras, se han contemplado cuatro posibles escenarios. Sus diferencias radican en las trayectorias que seguirán las emisiones se-

gún diferentes estimaciones socioeconómicas y las políticas de mitigación. Las proyecciones para finales de siglo indican un calentamiento global de entre 0.9 °C y 5.4 °C por encima de la temperatura preindustrial. Esta gran incertidumbre proviene sobre todo del escenario elegido. Así, en un mundo “verde” el calentamiento oscilaría entre 0.9 °C y 2.3 °C, mientras que en uno fuertemente carbonizado lo haría entre 3.2 °C y 5.4 °C. En todos los escenarios, el océano se seguirá calentando y acidificando, y el nivel medio del mar continuará subiendo.

Los cuatro escenarios experimentarían un calentamiento similar en las próximas décadas. Esto está relacionado con la inexorabilidad del cambio climático: aunque cesaran hoy las emisiones, el planeta seguirá calentándose durante décadas por lo ya emitido. A partir de mediados de siglo, las proyecciones de los escenarios divergen según el grado de carbonización.

Solo en el mundo “verde” la temperatura global se estabilizaría antes de 2100 y, aún así, se mantendría constante durante siglos antes de volver a niveles preindustriales. La necesidad de limitar el calentamiento global se refuerza por el hecho de que algunas entidades críticas del planeta (Groenlandia, el Amazonas) podrían verse alteradas o destruidas si se superan ciertos umbrales críticos. Por encima del límite de 2 °C que establece París entraríamos en un escenario encaminado al deshielo del hemisferio norte, poniendo en peligro a ciudades costeras e islas.

Contener el cambio climático dentro de unos umbrales de salvaguarda pasa irremediablemente por una reducción sustancial de las emisiones. Si se quiere cumplir con París, el total de emisiones acumuladas desde la era industrial no debería exceder las 2.900 gigatoneladas netas de CO₂. De ellas, casi dos tercios ya se habían emitido en 2011, lo que deja un margen de 1000 gigatoneladas; solo el mundo “verde” cumpliría estas expectativas. Para alcanzar el objetivo de estabilización de 1.5 °C solo podríamos emitir 400 gigatoneladas, esto es, unos 10 años con las tasas de emisión actuales. Algunos científicos argumentan que el objetivo de París es inalcanzable, otros que solo será factible mediante la captura de CO₂ de la atmósfera y los más optimistas abogan por una nueva “revolución industrial” basada en una reconversión tecnológica exponencial a energías limpias. En cualquier caso, es el mayor reto al que se ha enfrentado nuestra civilización.



Si en las simulaciones se elimina el aumento de las concentraciones de CO₂, los modelos no son capaces de reproducir el calentamiento de la tierra, prueba irrefutable de que la actividad humana es la causa principal del calentamiento