



Azares del Clima

POR JOSÉ ANTONIO LÓPEZ DÍAZ

El zarpazo del frío

La histórica nevada de los días 8 y 9 de enero en gran parte del centro y sur peninsulares ha hecho desde luego honor al nombre de esta columna ya que se ha tratado de un muy notable azar del clima. En la capital hay que remontarse muchos decenios para encontrar otra similar. Desde el punto de vista sinóptico se ha relacionado con un debilitamiento del vórtice circumpolar que ha provocado una circulación meridiana intensa con el desplome de una masa fría que ha chocado con una borrasca cálida y húmeda. Desde el punto de vista climático entroncaría con el aumento de los extremos climáticos, no solo cálidos, que provoca el aumento de concentración de los gases de efecto invernadero, algo que se viene señalando desde hace unos años en los informes del IPCC.

Según esas proyecciones climáticas lo que sucede es que variables como la temperatura no solo aumentan en términos de la media de la distribución, sino que también aumenta su desviación estándar (sigma). Aunque con un aumento de la temperatura media la probabilidad de sucesos extremos fríos obviamente se reduce frente al clima pre-industrial, si la sigma aumenta también lo suficiente puede incluso aumentar esa probabilidad.

Para visualizar la interrelación entre ambos procesos, aumento de media y de sigma, y su repercusión en el riesgo de sucesos extremos, puede ser ilustrativo hacer algunos cálculos con un modelo sencillo. Supongamos que el clima base viene representado por una variable con distribución normal gaussiana estándar, esto es, con media 0 y sigma 1, y que el clima modificado conlleva un aumento de la media igual a 1. En cuanto a la variación de sigma consideremos tres supuestos: variación nula, aumento del 20 % y aumento del 30 %. Estos tres casos corresponden a las tres filas de la tabla adjunta. Para cada supuesto se ha calculado la razón de riesgo RR para suceso extremos, tanto fríos como cálidos. La RR para un suceso extremo dado es el cociente entre la probabilidad del suceso en clima modificado y en clima base. Los sucesos extremos en la tabla se definen en función de su periodo de retorno, que es el inverso de la probabilidad del suceso. Así el suceso cálido/frío con $T = 1000$ consiste en rebasar/no alcanzar el cuantil 0,999/0,001 del clima base, un suceso que en el clima base ocurre en promedio una vez cada mil años.

T	FRÍO			CÁLIDO		
	10000	1000	100	100	1000	10000
$s' = 0\%$	0.01	0.02	0.04	9.2	18.3	32.7
$s' = 20\%$	0.42	0.33	0.28	13.4	40.7	117.3
$s' = 30\%$	1.42	0.83	0.53	15.4	53.9	182.4

Tabla de RR para probabilidades de excedencia de valores extremos bilaterales.

En la primera fila, en que el clima modificado tiene la misma sigma que el base, vemos que el incremento de la media hace que la RR crezca de forma muy pronunciada con la extremosidad del suceso cálido, y simétricamente decrezca con la extremosidad del evento frío. Por ejemplo para la pareja de sucesos con $T = 100$ vemos que el evento frío extremo tiene con clima modificado solo un 4 % de la probabilidad de ocurrencia que con el clima base; en cambio el evento cálido en clima alterado es más de 9 veces más probable que con el clima base. Si aumentamos la sigma del clima alterado un 20 % (2ª fila de la tabla), lo primero que se observa es un importante aumento de todas las RR respecto al caso anterior. Esto es fácil de explicar ya que la sigma es un parámetro de escala para la distribución normal, y esto significa que una normal "mide" la distancia a un evento cualquiera sobre el eje X en unidades de su sigma. Al aumentar la sigma un 20 % el clima modificado "ve" todos los sucesos extremos un 20 % más próximos al origen, y por tanto menos extremos, lo que aumenta su probabilidad. Pero hay otro efecto más sutil y notable del aumento de sigma, y es que para los eventos fríos la RR deja de decrecer de forma acusada con la extremosidad, sino que la RR para el evento $T=1000$ es 0.33, pero para el evento $T=10000$ es mayor, 0.42. Esto quiere decir que el aumento de probabilidad de los extremos causado por el aumento de sigma llega a ser mayor que la disminución de probabilidad debida al desplazamiento de la media para sucesos suficientemente extremos. Estas propiedades se acentúan en la 3ª fila, que corresponde a un aumento de sigma del 30 %. Aquí sucede incluso que para el suceso frío con $T=10000$ la RR del clima modificado es superior a la unidad (1.42), lo que significa que ese suceso es ya un 42 % más probable con clima modificado que con clima base. En resumen, el aumento de la media de la distribución hace que la RR crezca desde los eventos más fríos en que es muy inferior a la unidad a los más cálidos en que toma valores de decenas de forma monótona, mientras que el aumento de sigma aumenta la RR en los dos sentidos, tanto frío como cálido, y además de forma más acentuada cuanto mayor es la extremosidad, llegando a dominar el efecto de la media. De hecho si designamos por T_0 y s_0 la media y sigma del clima base respectivamente, por M el aumento de media del clima modificado, y por $s_1 = s_0(1+s')$ su sigma, un cálculo simple da que para el evento frío correspondiente a no alcanzar una temperatura igual a $T_0 - M/s'$, la RR vale justo 1, y para eventos más fríos la RR es ya mayor de la unidad. Este punto de equilibrio de la RR con suceso frío está, como muestra la fórmula, tanto más próximo al valor medio del clima base (y por tanto es tanto menos extremo) cuanto mayor es s_1/s_0 y cuanto menor es M , en consonancia con las reflexiones anteriores.

Las anteriores consideraciones ponen de manifiesto que es crucial aquilatar el aumento de la sigma que presumiblemente provoca el aumento de gases de efecto invernadero si queremos valorar con alguna precisión el riesgo de los sucesos extremos fríos. Es pues fundamental analizar el resultado de los estudios de atribución que se hagan de este episodio muy frío, y que permitirán valorar la RR que los modelos climáticos asignan a este evento con el cambio climático. Si el resultado fuera una RR significativamente inferior a la unidad, es decir, que con el clima modelizado modificado su probabilidad es significativamente menor que con el clima anterior, esto puede apuntar a debilidades importantes en la modelización que la ciencia del clima deberá lógicamente afanarse en corregir en la medida de lo posible.