

Azares del Clima

por José Antonio López Díaz

EL ECOSISTEMA DE LOS MODELOS GLOBALES DEL CLIMA



Los modelos globales del clima son la herramienta básica de la climatología presente para la predicción del clima. Como es sabido son enormemente complejos, no tanto como el clima en sí, pero casi. De hecho son pocos los países con capacidad investigadora y técnica suficiente como para desarrollar y mantener este tipo de modelos. Cada modelo global integra una gran cantidad de conocimiento científico sobre el clima y sus procesos. Si este conocimiento del clima y sus procesos se obtuviese a partir de leyes físicas independientes y contrastadas estaría determinado en cada momento de forma universal, al menos en teoría, y los modelos solo se diferenciarían en detalles de arquitectura. Pero la realidad es más compleja, y los procesos y sus ecuaciones contienen numerosas aproximaciones, parámetros asignados empíricamente, y otros por el estilo que hacen que exista un variado sistema de variantes vigentes en cada momento.

Así que en la realidad los modelos globales funcionan de forma parecida a un ecosistema, con unas pocas “especies”, que serían las grandes familias de modelos afines. Estas se definirían por compartir partes esenciales de sus procesos o de su arquitectura básica, de modo que los individuos de cada especie se parecen más que los individuos de especies distintas. La supervivencia de los individuos/modelos en este ecosistema de modelos vendría determinada por su capacidad de simular el clima. Los biólogos saben que la salud de un ecosistema no se mide solo por la presencia de muchos individuos bien adaptados a las circunstancias presentes, sino que es muy importante que haya variedad genética: solo esta garantiza que en condiciones muy diferentes de las actuales el ecosistema pueda continuar. Cuando un gigantesco meteorito impactó con la Tierra hace unos 65 millones de años los dinosaurios se extinguieron, aunque dominaban el ecosistema terrestre. Pero fueron unos pequeños animales aparentemente marginales en aquel ecosistema, los mamíferos, los que acabaron reinando.

Pero ¿qué relación puede todo esto tener con la simulación del clima? Consideremos cómo combinar los modelos. Me refiero a que para tener predicciones concretas, digamos sobre la temperatura media planetaria bajo un determinado escenario de emisiones, o sobre su función de densidad probabilística, es preciso valorar en conjunto los resultados, divergentes, de todo el ecosistema de modelos tal como está en un determinado momento. Para ello se pondera cada modelo según una medida de su idoneidad. Es decir, los modelos se tratan de forma individual, pero no se tiene en cuenta el número de especies de modelos. En lenguaje probabilístico, lo que se omite en esta valoración es el grado de correlación en-

tre los modelos, pues un grado de correlación alto entre dos modelos correspondería a la pertenencia a una misma especie en nuestra analogía biológica. La analogía biológica nos apunta los riesgos de este enfoque parcial.

El peligro en las valoraciones rutinarias es que estas sean sesgadas, al resultar dominadas por las “especies” más numerosas, con errores similares en cada una, y que por tanto acaban escorando el resultado final en esa dirección. Ilustremos estas ideas con un ejemplo idealizado, pero con concreción matemática. Supongamos que hay C especies de modelos, cada una con un número N_i de miembros, $i = 1, 2, \dots, C$. Los miembros de cada especie tienen una correlación $R_i > 0$ con cada uno de los otros miembros de su misma especie, pero correlación nula con los de otras especies. Pues bien, en este caso puede demostrarse que para obtener una valoración óptima (en el sentido de error cuadrático mínimo) de una variable que cada modelo estima de forma insesgada (esto se supone siempre, porque si el modelo tiene un sesgo conocido sus desarrolladores se lo pueden restar), el peso asignado a cada modelo de la especie i -ésima debe ser proporcional a $1/[1 + (N_i - 1) R_i]$.

Veamos qué significa esta expresión con ayuda de la analogía biológica anterior considerando varios casos: si todos los R_i son nulos entonces el peso de todos los modelos es igual, como debe ser, pues en este caso no están verdaderamente agrupados en especies y todos ellos están en pie de igualdad; en el otro extremo, si todos los R_i son iguales a 1, esto quiere decir básicamente que todos los modelos de cada especie son idénticos entre sí, o sea funcionan como un único modelo, y la expresión dice que cada uno de los modelos de la especie i recibe un peso proporcional a $1/N_i$, o sea, que la especie en conjunto pesa $(1/N_i) \times N_i = 1$, y por consiguiente todas las especies pesan lo mismo; a medida que R_i crece para una especie i dada, el peso relativo de sus miembros decrece, lo que refleja que sus miembros se parecen cada vez más y aportan menos información, o en la analogía biológica que el *pool* genético de la especie se empobrece; con R_i fijo al crecer N_i disminuye el peso de cada miembro de la especie i -ésima, hay una penalización de las especies numerosas, para que no acaben dominando de forma desproporcionada la valoración global. Vemos que estos resultados son coherentes.

Esperemos que el ecosistema actual no esté dominado por unas especies de dinosaurios que dominen de forma excesiva las valoraciones, en detrimento de humildes mamíferos, no sea que caiga algún meteorito (por ejemplo una incertidumbre estructural no bien reflejada en nuestro conocimiento) que cause grandes destrozos en nuestras valoraciones.