

## “Azares del Clima”

por José Antonio López Díaz

### ¿DOS TIPOS DE PROBABILIDAD?



Los orígenes de la probabilidad son sin duda menos nobles que los de otras ramas de la matemática, ciencia que nació como el paradigma de la precisión. La geometría surgió probablemente relacionada con la necesidad de medir de forma precisa la superficie de tierras de cultivo para la fijación de impuestos, y enseguida tuvo aplicaciones en la astronomía, por ejemplo. La aritmética también parece que surgió al hilo de la necesidad de contar cantidades importantes y llevar una relación precisa de las mismas para las tareas de gobierno de las primeras ciudades. En ambos casos la matemática demostró que podía proporcionar respuestas precisas a cuestiones que de otro modo quedaban sumidas en la neblina de estimaciones groseras.

En cambio la probabilidad parece surgir relacionada con los juegos de azar. En sus primeros balbuceos se trataba de jugadores que tenían interés en valorar sus posibilidades en un juego de azar determinado. En contraste con los dos casos anteriores, aquí lo esencial era la incertidumbre, que no desaparecía tras la evaluación de la probabilidad, como bien sabía el jugador. Quizá por ello tardó bastante más en aparecer que la geometría, la aritmética o el álgebra. La ambición natural de la razón humana es encontrar certezas, no negociar con incertidumbres. Pero resulta que con el desarrollo de la ciencia se ha visto que no hay más remedio que precisar el grado de precisión de lo impreciso, aunque parezca un juego de palabras.

Los dos tipos de probabilidad a los que me refiero en el título surgen como consecuencia de la invencible tendencia de los científicos, y mentes racionales en general, a buscar precisión, incluso a veces donde no la hay. Esto llevó a muchos a un concepto de probabilidad que pasaba por alto la, por otra parte insoslayable, incertidumbre, disimulando esta con unas fórmulas muy precisas. Me refiero a esas bellas formulaciones de la probabilidad, con las que todos aprendimos el concepto, en que el cálculo de probabilidades se reduce a contar los casos favorables y dividirlos por el número de casos posibles. Esta es básicamente la interpretación denominada frecuentista de la probabilidad. Es innegable que en muchos casos, sobre todo teóricos, se puede y debe aplicar, y además da lugar a problemas muy interesantes matemáticamente de combinatoria (arte de contar). Pero esta visión frecuentista es muy limitada en la práctica: presupone que los casos posibles y los favorables están ambos perfectamente definidos, que sabemos contarlos, y además que todos los casos posibles tienen la misma probabilidad de suceder a priori. El ejemplo típico es el del dado que se lanza y cuyas 6 caras tienen la misma probabilidad de suceder. Pero en la ciencia estas hipótesis se cumplen pocas veces, al menos con ciencias que tratan de sistemas complejos, como la atmósfera. Es claro que si pensamos en la probabilidad de que llueva mañana en un lugar determinado no podemos aplicar el enfoque frecuentista en su bella simplicidad teórica.

Lo sorprendente es que de hecho sigue habiendo muchos en las ciencias atmosféricas que siguen pensando en términos

frecuentistas. Estos, por ejemplo, con un ensemble de modelos de predicción, interpretarán la probabilidad, deducida por el conteo frecuentista de los miembros del ensemble que dicen que sí va a llover frente al total, como “la probabilidad” de que mañana llueva, como si no hubiera otra posible. Esto es extraño, porque cualquiera ve que aquí no hay un dado con equiprobabilidad para cada cara. En primer lugar los miembros del ensemble no tienen por qué agotar las posibilidades (es seguro que no lo harán de hecho), es decir, no sabemos cuántas caras tiene el dado. Tampoco sabemos si el total de los miembros teóricamente favorables coincide con el representado por miembros del ensemble (es seguro que no lo hacen). Ni tampoco podemos estar seguros a priori de que todos los miembros tienen la misma probabilidad. Es decir, “la probabilidad” obtenida dividiendo casos favorables por total de miembros no tiene realmente ningún estatus teórico especial. De hecho, otros ensembles pueden dar números distintos, los ensembles pueden ser mejores o peores, etc.

La solución es pasar del paradigma frecuentista al bayesiano. En este último enfoque se reconoce desde el principio que lo esencial en la probabilidad es la incertidumbre. En coherencia con esto se reconoce con franqueza que la probabilidad, como expresión de la incertidumbre sujeta a reglas axiomáticas precisas, está siempre condicionada por la información disponible. Este último punto se olvida muchas veces. En el caso típico del dado que se lanza, la información disponible se limita a aceptar (o postular) la simetría entre las caras, que justifica la equiprobabilidad de las caras. En este caso esto parece simple y hasta de sentido común, y por ello a veces se pasa por alto. Pero en otros casos la información disponible determina la probabilidad de forma mucho más determinante.

Volviendo al caso de la predicción de si mañana lloverá en un sitio determinado, la probabilidad que alguien dé depende crucialmente de su información: si es una persona sin conocimiento ninguno de meteorología ni acceso a información del tiempo evaluará su probabilidad a partir de su conocimiento del clima del lugar, por ejemplo, si es que lo tiene. En el extremo contrario, un predictor con un ensemble a su disposición es posible que acepte el cálculo de miembros favorables entre número de miembros, si se fía del ensemble en esa situación. Pero también puede suceder que en una situación determinada desconfíe del ensemble, quizá porque lo ha visto fallar en casos similares en el pasado, o disponga de información sobre su comportamiento en casos similares pasados, y en consecuencia decida modificar esa probabilidad frecuentista basada en el ensemble. O bien estime que para ese caso es mejor dar mucho peso a lo que da el modelo de más resolución (curiosamente llamado “determinista” en el argot). Y estas probabilidades modificadas pueden ser las más adecuadas.