



## EL AZAR Y LA NATURALEZA

**Carlos Polanco y Jorge Alberto Castañón González**

El entendimiento de los fenómenos naturales como el crecimiento de las poblaciones, la propagación de las epidemias y las mutaciones genéticas, están sujetos a variaciones dependientes del azar. Su dinámica no es exactamente predecible en su totalidad. A manera de ejemplo, considere la manera en que se agrupan las especies; dentro de ellas los individuos se suelen mezclar homogéneamente en ciertos subgrupos, pero no con respecto a la totalidad de la población. Entre los factores que es necesario considerar para entender esta dinámica está la edad, las enfermedades de la infancia, las infecciones de transmisión sexual y las estructuras sociales, entre otros. Además, cada uno de estos factores involucran a su vez otras variables. Por esta razón, la modelación matemática de fenómenos naturales inicia con una selección de las variables más representativas de la dinámica a modelar. ¿Con el paso de los años esta estrategia ha cambiado?

El lector, con justa razón, puede pensar que dejar alguna variable fuera del modelo bien puede llevar a una apreciación incompleta de la realidad. En apariencia así es, sin embargo, aún con las computadoras actuales más potentes, no es viable tomar en cuenta todas las variables involucradas. Como ejemplo de la dimensión del problema considere la proteína de la hemoglobina, formada por casi 300 aminoácidos de longitud; si toma en cuenta que la naturaleza pudo seleccionar cada uno de esos aminoácidos entre 20 diferentes, significa que la naturaleza tuvo que ensayar  $20^{300}$  posibles mutaciones para llegar a la proteína mencionada. Ni todas las computadoras del planeta juntas podrían evaluar el 1% de esta cifra. Sin

embargo, si la naturaleza favoreció ciertas uniones entre aminoácidos y determinados factores fisicoquímicos, seguramente esta cifra empezaría a reducirse. Por supuesto, la naturaleza conoce *a priori* todas las reglas, nosotros no. Entonces, pareciera que cualquier modelo está condenado a considerar un número mínimo de variables, y en consecuencia, a estar muy limitado.

¿Existe a este problema alguna posible solución? Requerimos un procedimiento que permita considerar un número elevado de variables que no afecten la complejidad del modelo. ¿Cómo lograrlo? La respuesta está en la manera en que tomamos las decisiones.

Cotidianamente tomamos decisiones, y éstas resultan ser una repetición de la manera en que actuamos ante algún evento previo semejante. Este proceso no toma en cuenta “todas” las experiencias pasadas, nuestro cerebro toma *atajos* y guarda la más exitosa. La abstracción matemática para este proceso de pensamiento se denomina modelos de Markov, que se caracterizan por tomar en cuenta el momento actual, y su estado inmediato anterior. El azar pareciera que se norma por un criterio de máxima similitud con las experiencias previas exitosas, nada más alejado de lo que en apariencia es un hecho fortuito. ■

**Carlos Polanco.** Mexicano. Investigador postdoctoral formado en la Universidad Nacional Autónoma de México. Desarrolla modelos estocásticos predictivos en epidemiología matemática, proteómica computacional, y prebiótica.

**Jorge Alberto Castañón González.** Mexicano. Médico internista formado en la Universidad Nacional Autónoma de México. Es investigador en el área de la salud por el Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).