**Organisms, Machines, and Thunderstorms: A History of Self-Organization, Part Two**

**Complexity, Emergence, and Stable Attractors**

Evelyn Fox Keller

Keller hace un recuento de la evolución del concepto de auto organización en el quehacer científco de la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días. Este concepto está ligado con la emergencia de estructuras estables en situaciones que más bien parecerían caóticas, de ahí la frase “at the edge of caos”, y que sin embargo se encuentran en múltiples fenómenos naturales, e incluso artificiales.

Esto nos lleva a cuestionarnos el origen de la vida misma, puesto que uno esperaría tal vez solo caos en un Universo dominado por la gravedad y las reacciones nucleares que ocurren en las estrellas. Sin embargo, el Universo está plagado de sistemas sumamente estables: galaxias, estrellas y planetas, los cuales albergan cualquier cantidad de estructuras con cualquier nivel de complejidad.

Desde nuestra propia perspectiva como seres conscientes, donde la conciencia misma pareciera ser una de las más complejas estructuras, la complejidad de la vida y de los sistemas que se desarrollaron en la Tierra para dar lugar a ella, pareciera una mera casualidad, dada la escasez de vida presente en el resto del Sistema Solar. Por eso me parece que encontramos fascinante la aparente auto organización presente en todos los lugares donde no la esperaríamos y que sin embargo es ubicua. Esto en contraste con los equilibrios que encontramos en sistemas controlados de laboratorio donde sabemos exactamente lo que ocurrirá.

Bajo la perspectiva de que el orden obtenido en un sistema, en un organismo vivo, se puede justificar con el desorden del entorno, entonces parece no haber límite para el nivel de orden y podemos pensar que la tendencia natural de las cosas es el estado de máximo orden y no de desorden, contrario a lo que yo pensaba originalmente basándome en la 2da ley de la termodinámica.

Keller hace un recuento en la historia de los sistemas complejos, en especial alrededor del concepto de auto organización. Reporta que el concepto data de la década de los 60 y que en el artículo de 1967 de Prigogine y Nicolis *On Symmetry-Breaking Instabilities in Dissipative Systems* apareció por primera vez el término al referirse a la formación espontánea de estructuras disipativas en sistemas de baja entropía y lejos del equilibrio. Dichas inestabilidades parecían jugar un rol esencial en procesos biológicos, especialmente en los biogenéticos, pues las estructuras biológicas, según Prigogine, solo se pueden originar en un medio disipativo mantenidas por un suministro continuo de energía.

A finales de los 80, Chris Langton y Norman Packard, basándose en los análisis de Steven Wolfram sobre el comportamiento de los autómatas celulares, intuyeron que los fenómenos complejos podrían no simplemente surgir espontáneamente, sino que bajo ciertas condiciones podrían incluso evolucionar, dando lugar a patrones de organización cada vez más adaptativos y complejos.

En 1987, Per Bak, Chao Tang y Kurt Wiesenfeld introdujeron el concepto de criticalidad auto organizada, que se refiere al enfoque espontáneo de los sistemas complejos a estados que exhiben comportamiento similar al de los puntos críticos de las transiciones de fase en mecánica estadística. También presentaron un mecanismo mediante el cual los sistemas fuera de equilibrio térmico pueden evolucionar hacia una distribución fractal, invariante de escala. Aunque ellos no aplicaron este concepto a la biología, hubo quienes aplicaron un análisis similar a patrones de formación espontánea tales como terremotos, incendios forestales, congestionamiento de tráfico y fenómenos biológicos como la selección natural o la distribución de algunas especies.