

Reseña de *Las leyes del caos*¹

Review of the Laws of Chaos

Margarita Edith Canal Martínez

E-mail: marcanal52@hotmail.com

Diana Donají del Callejo Canal

E-mail: dianadelcallejo@hotmail.com

Instituto de Investigaciones y

Estudios Superiores Económico y Sociales (IISES)

Universidad Veracruzana

[Recibido: Enero 14, 2010. Aceptado: Marzo 8, 2010](#)

Es innegable que los seres humanos están inmersos en un universo que se constituye y se reconstituye permanentemente sobre principios de probabilidad, incertidumbre y autoorganización. Por tanto, en la realidad fenoménica, en la naturaleza y en el universo nada es estático, todo implica movimiento.

La reflexión anterior condujo a la realización de la presente reseña sobre el libro *Las siete leyes del caos* de Ilya Prigogine (Moscú 1917–Bruselas 2003) —prominente físico, químico y filósofo humanista, premio Nobel de Química 1977—, dirigida a todo aquel lector interesado en comprender y explicarse el comportamiento impredecible de ciertos sistemas dinámicos (clásicos o cuánticos), y captar su atención sobre el pensamiento y las deducciones que el autor realiza en torno al caos, quien nos induce a pensar que el caos lleva “a una nueva coherencia, a una ciencia que no sólo habla de leyes, sino también de sucesos, que no está condenada a negar la emergencia de lo nuevo, y por consiguiente de su propia actividad creadora” (p. 8).

Tras una profunda lectura, el libro tratado se concibe como una gran aportación para entender que la palabra caos no implica sólo desorden o imposibilidad de previsión, sino que forma parte importante en las leyes de la naturaleza, se le concibe como un proceso que se organiza a sí mismo. La auto organización como un mecanismo interno de los sistemas abiertos que aumenta la complejidad de los mismos sin la necesidad de un agente externo. De ese proceso nacen todos los órdenes físicos o psicológicos que conocemos. Esta nueva forma de ver la realidad y nuestra relación íntima con ella nos permite reflexionar que todo fenómeno acontecido en el tiempo y en el espacio no puede reducirse al conocimiento de leyes fijas y estáticas bajo un pensamiento lineal orientado a la búsqueda de verdades absolutas. Por el contrario, cualquier fenómeno debe pensarse como un evento dinámico y en permanente movimiento, que en comunión con el principio auto organizador del universo se pueda comprender y explicar de manera creativa en un mundo lleno de probabilidades e incertidumbres.

El autor, a lo largo del contenido del libro, expone los temas accesiblemente para un público más amplio y no sólo para los físicos teóricos, sin perder de vista un mínimo de rigor científico fundamentado en el apoyo de una serie de formulaciones matemáticas. La obra está estructurada de la siguiente manera:

¹ Prigogine, Y. (2004). *Las leyes del caos*, 2a ed., Barcelona: Crítica, 160pp.

- *Prólogo (pp. 7–10)*: donde el autor, de manera breve y sencilla, comenta la finalidad de su estudio y algunas ideas desarrolladas por matemáticos y físicos (Galileo, Feynman, Hawkings).
- *Capítulo 1 (pp. 13–19)*: trata del papel fundamental del caos en todos los niveles de descripción de la naturaleza (microscópico, macroscópico o cosmológico). Compara los propósitos tanto de las ciencias naturales como de las ciencias humanas para explicar los fenómenos simples y complejos que existen en la naturaleza. Señala al "paso del tiempo" como uno de los fenómenos que las distingue, y en este tenor introduce brevemente la paradoja del tiempo como un tema central en el que las nociones de inestabilidad y caos juegan un papel esencial.
- *Capítulo 2 (pp. 23-19)*: se centra en explicar lo que significa la paradoja del tiempo, utilizando algunas ideas de científicos como Ludwig Boltzmann, Poincaré, Popper, Hawkings, Heisenberg. A partir de la inestabilidad de Bénard inicia un recorrido sobre las estructuras disipativas, los puntos de bifurcación y la simetría. Además, resalta la importancia de relacionar la irreversibilidad con la estructura fundamental de las leyes de la dinámica clásica o cuántica y no con la ignorancia.
- *Capítulo 3 (pp. 43–56)*: aborda aspectos sobre el mundo microscópico y el mundo de la dinámica. El autor reflexiona sobre la relevancia del carácter inestable e irreversible de los sistemas. Utiliza como ejemplo el desplazamiento de Bernoulli, y a través de algunas operaciones matemáticas señala la sensibilidad de las condiciones iniciales de un sistema, mostrando que el más mínimo error en su condición inicial trae consecuencias esenciales en el comportamiento del mismo. Así mismo, resalta la necesidad de abandonar las trayectorias (instrumentos fundamentales de la física clásica) para poder apartarse de las certidumbres tranquilas de la física clásica; por tanto, destaca que la introducción de probabilidades corresponde a una necesidad objetiva relacionada con la inestabilidad. Así, enfatiza que para los sistemas inestables, las leyes fundamentales de la dinámica clásica se formulan en términos de propiedades de la evolución de las probabilidades.
- *Capítulo 4 (pp. 59–67)*: el autor retoma el ejemplo sobre el desplazamiento de Bernoulli, utilizando el operador de evolución U (prescripción matemática que permite transformar una función en otra). A partir de esto y a través de una serie de fórmulas nos adentra en las funciones singulares llamadas "distribuciones"; y en la demostración de las diferencias entre los sistemas estables y los sistemas caóticos. En suma, subraya que la inestabilidad y el caos son el punto de partida para una nueva formulación de la dinámica, incorporando probabilidades e inestabilidades.
- *Capítulo 5 (pp. 71–76)*: trata sobre la importancia que tienen los sistemas inestables en los que el tiempo entra de manera *continua*. Las reflexiones del autor surgen de la pregunta "¿Cómo se define el caos para estos sistemas?" (p. 71). Por ello aborda aspectos relacionados con los sistemas hamiltonianos y con las interacciones de Poincaré. Resalta la importancia de que Poincaré haya logrado comprobar la imposibilidad de eliminar las interacciones, ya que de poderse, se tendría un universo isomorfo, donde todo sería incoherente. Así, se distingue que los trabajos de Poincaré sobre las resonancias tienen un sentido físico profundo, y las divergencias han marcado un paso esencial en la resolución de la paradoja del tiempo.
- *Capítulo 6 (pp. 79–85)*: inicia con la reflexión sobre la influencia de la eliminación de las divergencias de Poincaré en la mecánica cuántica. De ésta realiza una breve exposición de sus fundamentos, y recurre al objeto principal de la misma, que es el estudio de la amplitud de la función de onda; asimismo, destaca a los

elementos más revolucionarios —que son los operadores—, tanto la utilidad que tienen como prescripción matemática, como por sus funciones. Parte de la ecuación de Schrödinger para introducirnos a la estructura dual de la mecánica cuántica; es decir, por un lado está la ecuación de Schrödinger, que es determinista y reversible en el tiempo, y por otro está el colapso de la función de onda relacionado con la medición. A través de este colapso incorpora la noción de descripción probabilista, necesaria para hablar de equilibrio termodinámico, de inestabilidad y caos. El planteamiento final del capítulo es la necesidad de introducir una nueva formulación en la teoría cuántica, que esté directamente en términos de probabilidades y no en términos de funciones de onda.

- *Capítulo 7 (pp. 89-95)*: resalta el papel de la descripción estadística en la historia de la física y recurre a la comparación de su uso en los casos clásicos y cuánticos, distribución que en ambos casos obedece a la ecuación de evolución considerada en la mecánica estadística. Hace la analogía entre la ecuación de Liouville-von Neumann y la ecuación de Schrödinger, y a través de una serie de ejemplos introduce la noción de correlaciones. En términos generales concluye que la ecuación de Liouville y la ecuación de Schrödinger “son simétricas con respecto a la inversión del tiempo. Pero una vez eliminadas las divergencias de Poincaré, obtenemos soluciones de éstas que presentan una simetría temporal rota” (p. 94).
- *Capítulo 8 (pp. 99–104)*: retoma los resultados de los capítulos anteriores para abordar los problemas epistemológicos de la física cuántica, y a partir de ello describe el problema de la medición, marcando la diferencia de que los microsistemas están descritos por las leyes de la mecánica cuántica y los macrosistemas mediante las leyes de la dinámica clásica. Asimismo, nos introduce al concepto de "tiempo común" al hombre y a la naturaleza, y señala que éste se establece por medio de las resonancias, condición para tener una posibilidad de comunicarnos con la naturaleza.
- *Capítulo 9 (pp. 107–113)*: cuyo contenido integra interesantes conclusiones respecto a la física clásica y a la cuántica. Distingue el papel que juegan las probabilidades de los operadores de evolución para unificar la dinámica y la termodinámica; la importancia que tiene la ley del crecimiento de la entropía y la física del no equilibrio para comprender y explicar la estructura del universo; que la inestabilidad, el caos tiene dos funciones esenciales: a) la unificación de las descripciones microscópicas y macroscópicas de la naturaleza; y b) la formulación de una teoría cuántica directamente basada en la noción de probabilidad.
- *Apéndice (pp. 117–143)*: el autor —de forma sistemática— plantea algunas nociones utilizadas a lo largo del texto para apoyar a la comprensión de los contenidos en cada capítulo.
- *Notas (pp.145–155)*: incluyen las referencias bibliográficas a las que recurre Prigogine para explicar y resaltar ideas, conceptos y reflexiones de otros autores.
- *Índice: p. 157.*

Ylya Prigogine introduce al lector en los contenidos de cada uno de los capítulos con el fin de reconsiderar que desde nuevas perspectivas epistemológicas puede ubicarse sobre una nueva plataforma para comprender la manifestación de los fenómenos y los procesos del mundo físico y social. El autor nos lleva de la mano hacia la trascendencia de un pensamiento lineal de causa/efecto, a uno que incorpore el análisis de la realidad desde la percepción, implicando conceptos tales como: caos, incertidumbre, recursividad, multicausalidad, desorden, probabilidad. Y lo aleja así (al lector) de la concepción de un mundo armónico y equilibrado regido sólo por principios y leyes ordenadoras y mecánicas.