

El Arca

UNA VEZ MÁS SOBRE EL CAOS Y LA COMPLEJIDAD

Staff

Sumario

e-mail

Números anteriores

## Una polémica que conserva actualidad

*Más de una década después de iniciado un debate que parecía olvidado, reaparecen otras confusiones sobre la teoría del caos y nuevos malentendidos respecto de la complejidad. Sobre estos tópicos el doctor Rolando García brinda explicaciones aclaratorias.*

**El Arca del Nuevo Siglo no se responsabiliza por material de cualquier tipo no solicitado, ni tampoco por la devolución del mismo. Las colaboraciones firmadas expresan la opinión de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión de la revista. La línea editorial de la revista se expresa exclusivamente a través de los textos firmados por su Consejo Editor.**

**Rolando García** / Matemático e investigador en Física  
Decano que transformó la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires entre 1957 y 1966, vicerrector de la misma universidad y fundador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet), junto con el doctor Bernardo Houssay. Investigador en física de la atmósfera, estudio lógica y filosofía de la ciencia con Rudolf Carnap y Hans Reichenbach. Tiene 84 años, actualmente reside en México donde dirige centros universitarios de investigación científica.



En 1990, la Editorial Gallimard publicó en la colección El Debate un libro titulado **La Querelle du Determinisme (La disputa sobre el determinismo)**, con trabajos de una docena de autores de gran prestigio. El origen de tal publicación fue un artículo de René Thom que había aparecido seis años antes en El Debate, y que había desatado una polémica, nunca resuelta, que duró varios años. Thom es un prominente matemático que recibió la medalla Fields (equivalente del Premio Nobel para las matemáticas), y es famoso por haber sido el creador de las teorías de las catástrofes. El título de su artículo era Halte au hazard, silence au bruit (Alto al azar, silencio al ruido) y allí Thom hace referencia a cuatro libros que gozaban (y gozan) de gran celebridad: Le Hazard et la Necessité, de Jaques Monod (Premio Nobel de Química 1965); La Méthode, de Edgard Morin; Entre le Cristal et la Fumée, de Henri Atlan y La Nouvelle Alliance, de Ilya Prigogine (Premio Nobel de Química 1977) e I. Stengers.

El artículo de Thom contenía un ataque inusitadamente violento contra dichas obras y sus autores. Dice Thom: Todas ellas tienen un rasgo en común: todas glorifican de manera afrentosa [outrageusement] el azar, el ruido, la "fluctuación", todas hacen responsable a lo aleatorio, sea de la organización del mundo (vía las estructuras disipativas, en el caso de Prigogine), sea de la emergencia de la vida y del pensamiento (vía la síntesis y las mutaciones del ADN, en el caso de Monod).

Quisiera decir de entrada que esta fascinación por lo aleatorio atestigua una actitud anticientífica por excelencia. Además ella procede, en gran medida, de un cierto confucionismo mental, excusable en los autores de formación literaria, pero difícilmente perdonable en científicos que en principio tienen experiencia en los rigores de la racionalidad científica.

Los autores aludidos –con excepción de Monod que se mantuvo silencioso– respondieron muy dolidos por la dureza del ataque (y con inocultable indignación), pero con gran respeto por la personalidad de Thom.

Prigogine fue el primero en salir al cruce y, con mucha mesura, dejó entrever que Thom no conocía bien la física moderna. Thom replica, con mucho menos mesura, que para entender su crítica hay que saber matemáticas.

Luego de este intercambio de cumplidos, otros contendientes entran en el debate. Sin embargo, como el artículo no se limitaba a condenar aquellas obras sino que constituía una **defensa a ultranza del determinismo**, las réplicas se centraron en dicha posición de Thom. El conjunto de artículos constituye el libro publicado por Gallimard, cuya lectura no deja de provocar asombro, aunque con referencia a algunos de dichos autores **yo me siento fuertemente inclinado** –sin pretender emular a Thom, ni compartir su posición determinista a ultranza– **a formular juicios similares a los suyos.**

### Caos y complejidad

No es mi propósito, al traer a colación esta polémica, revisar su contenido, ni menos aún entrar en ella. Mi objetivo es poner de manifiesto lo que está ocurriendo más de una década después, con

respecto a multitud de publicaciones sobre dos temas que están de moda: el Caos y la Complejidad, ambos estrechamente ligados a aquella polémica. Pocas veces en la historia de la ciencia se ha hecho tanta utilización abusiva de términos que se introdujeron en la ciencia de una manera muy precisa, pero cuya extrapolación ha dado lugar a mitos y sofismas de todo tipo. El confusionismo de que hablaba Thom se ha incrementado considerablemente en niveles académicos, aunque no tan altos como el de los participantes en la polémica que comentamos. Se trata en realidad de distintos tipos de confusionismo que algunos autores logran mezclar en una misma obra, y algunas veces en un mismo párrafo. Y esto ocurre en textos recientes publicados por muy reputadas editoriales. Voy a dar tres ejemplos. En el libro *Pensando en la Complejidad. La dinámica compleja de Materia, Mente y Humanidad* 1de Klauz Mainzer se lee: "Newton criticó la Mecánica de Descartes con su famosa frase 'Yo no hago hipótesis'. Su ley de gravitación fue deducida matemáticamente de sus axiomas de la mecánica y confirmada por pronósticos y experimentos"<sup>2</sup>.



Nada de lo que allí dice Mainzer es correcto. Newton no afirmó, así de manera general, que él no hacía hipótesis. Ni eso tiene nada que ver con su refutación de la Mecánica de Descartes (que no fue simplemente una crítica). Ni su ley de gravitación fue deducida matemáticamente de sus "axiomas de la mecánica". Una verdadera proeza de síntesis de Mainzer es haber logrado introducir tanta confusión en tan pocas líneas, y en un volumen de una de las más prestigiosas editoriales científicas. Pongamos las cosas al derecho. En su obra cumbre *Principios Matemáticos de Filosofía Natural*, Newton se refiere (Libro III: El Sistema del Mundo) a su explicación de las mareas y de los movimientos de los planetas "por efectos de la gravitación", y agrega: "Pero hasta ahora no he podido descubrir la causa de esas propiedades de la gravitación a partir de los fenómenos, y no hago hipótesis"<sup>3</sup>(el subrayado es mío).

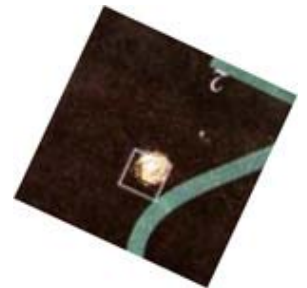
No es lícito citar esa expresión aislada de su contexto y como si fuera una afirmación de carácter general.

Pero no echemos toda la culpa a Mainzer. Esta tergiversación del pensamiento del genial generador de la ciencia moderna se ha venido repitiendo a través de los años. La cuidadosa edición de su magna obra publicada en 1934 por la Universidad de California (que es la edición que ha seguido circulando en numerosas reimpresiones) contiene un Apéndice histórico y explicativo de Florian Cajori quien ya entonces advertía: "Newton's hypotheses non fingo disrupted from its context is a complete misrepresentation of Newton"<sup>4</sup>. Pero son muchos los autores de libros muy difundidos que repiten que Newton afirmó que él no hacía hipótesis. Es obvio que toman la cita de otras citas (y éstas a su vez) sin tomarse la molestia de ir a las fuentes. "Difícilmente perdonable en científicos..." diría Thom. El segundo ejemplo es de otra naturaleza, y lo suelo llamar "el fetichismo de la computadora".

## No es sorprendente que con el correr de los años, el término caos haya sido usado a menudo por algunos científicos para denotar algún tipo de azar.

En el libro *Caos y dinámica socio-espacial*<sup>5</sup>de D.S. Dendrinis y M. Sonis, podemos leer: "Procesos iterativos, simplemente deterministas, capaces de generar fenómenos turbulentos y caóticos, desafían nuestra percepción (sic!) de que los sistemas socioeconómicos son estables y tranquilos. Estos modelos dinámicos abren nuevas perspectivas acerca de la evolución social, indicando que esos elementos de inestabilidad en los sistemas sociales deben ser abundantes y en gran medida esperados. En realidad uno debe sorprenderse cuando los registros muestran estabilidad y calma en eventos sociales".

Esto sí que es una información seria que debemos tomar en cuenta! Aunque nuestra percepción nos indique que todo está en calma en la sociedad, las computadoras nos alertan (con sus modelos matemáticos) que en realidad deberían estar produciéndose fenómenos turbulentos y caóticos. Un tercer ejemplo concierne a la utilización (en la literatura científica) de ciertos términos que han adquirido diversos significados según la disciplina, el tema o las posiciones del autor, sin que se especifique en cada caso el sentido preciso que se está utilizando.



Un ejemplo típico es el término *caos*. Originariamente significaba un estado de confusión y desorden, que tanto en las mitologías como en la doctrina cristiana se da como el comienzo del Universo antes de la intervención divina. Modernamente se aplica cuando falta un cierto orden que debería estar presente en una situación dada.

El término adquirió un sentido técnico con la teoría del caos propuesta por el meteorólogo Edward Lorenz como resultado de sus investigaciones sobre los límites del alcance de los pronósticos del tiempo. En un revolucionario artículo de apenas once páginas (*Journal of Atmospheric Sciences*, 1963) mostró que dados dos puntos muy próximos en una corriente atmosférica, si se calculaba su movimiento en una computadora, (utilizando las ecuaciones de uso corriente en meteorología) dos trayectorias que parten de puntos muy próximos comienzan por ser paralelas, pero luego divergen de manera no previsible.

Si se computan numerosas trayectorias, siempre partiendo de puntos que tienen un mínimo de separación, las divergencias son tales que representadas en el papel parece una distribución al azar, de aquí el nombre de *sistemas caóticos*. Técnicamente, las ecuaciones cuyas soluciones se comportan de esa manera, se dice que tienen sensibilidad a las condiciones iniciales. Pero en esos sistemas no hay indeterminación, puesto que todas las trayectorias están perfectamente determinadas por las ecuaciones. La dificultad está en determinar con suficiente precisión el punto de partida, puesto que una diferencia imperceptible cambia la trayectoria. Esto hace el sistema impredecible. Aquí la epistemología tuvo que hacer una distinción inesperada: *determinismo y predictibilidad son dos cosas diferentes*. Conoció el famoso trabajo de Edward Lorenz antes de su publicación (en esa época él era profesor de Meteorología en M.I.T. y yo estaba recién nombrado en la Universidad de California). Durante 30 años seguí sus trabajos, y me tocó reseñar su obra cuando la Organización Meteorológica Mundial le otorgó el premio

internacional de Meteorología. Fui, en ese período, **testigo de sus esfuerzos por clarificar el tema del caos y de los sistemas caóticos**, términos a los cuales se suele recurrir abusivamente, pasando del sentido técnico a múltiples acepciones sin relación alguna.



En un ciclo de conferencias que dio Edward Lorenz en 1990 en la Universidad de Washington, mostró magistralmente que la palabra caos ha sido usada de muy diversas maneras, tal como ha ocurrido con tantos otros términos de uso común que suelen usarse en sentido figurado o con significaciones que llevan a confusión. Creo que vale la pena transcribir uno de sus párrafos: **"Aprendemos a una edad muy temprana lo que significa beber, pero más tarde en la vida, si alguien nos dice Ud. ha estado bebiendosabemos que no está sugiriendo que nos hemos vaciado un vaso de jugo de naranja. En realidad, si esa persona dice a otro que nosotros estamos bebiendo, no está sólo queriendo referirse a que consumimos muchas bebidas alcohólicas, sino que bebemos hasta afectar nuestra salud o comportamiento.**

Lo mismo ocurre con **caos, un antiguo término que denotaba originalmente una falta de forma o de distribución sistemática (...)**. No es sorprendente que, con el correr de los años, el término haya sido usado a menudo por algunos científicos para denotar algún tipo de azar"<sup>6</sup>. Entrando en materia, Lorenz utiliza el mismo lenguaje sencillo para introducir los conceptos que luego ha de usar, dejando a un lado el lenguaje sofisticado físicomatemático con el que otros conferencistas apabullan (y a veces deslumbran) a un público no especializado en esos temas. Con pedagógica paciencia Lorenz explicó a numerosas audiencias durante 30 años que **los sistemas caóticos son deterministas y no tienen que ver con el azar, pero que parecen comportarse al azar**. En este contexto viene a mi memoria un pensamiento del gran matemático francés Poincaré: **"Yo sé que tengo claro un tema, cuando puedo salir a la calle, detener a un transeúnte, y explicárselo en su propio lenguaje"**



1  
Thinking in Complexity. The Complex dynamics of Matter, Mind and Mankind. Springer-Verlag, Heidelberg, 1994, p. 244.

2  
Newton criticized Cartesian Mechanics with his famous phrase Hypothesis non fingo. His law of gravitation was mathematically deduced from his axioms of mechanics and empirically confirmed by forecasts and experiments.

3  
Lo dice en latín: hypotheses non fingo.

4  
La expresión hypotheses non fingo de Newton separada de su contexto es una falsa representación de Newton.

5  
D.S. Dendrinos y M. Sonis. Chaos and Socio-Spatial Dynamics. Springer-Verlag, New York, 1990

6  
Edward N. Lorenz. The Essence of Chaos. University of Washington.

