

Tema de reflexión

Caos y educación médicaRodolfo Prado Vega¹¹Secretaría de Educación Médica. Facultad de Medicina, UNAM

La teoría del caos se reconoce como una nueva ciencia² y ha sido aplicada a la astronomía, la fisiología, la demografía, las matemáticas, la meteorología y la economía ¿Será posible aplicarla a la educación en general y a la educación médica en especial?

La nueva ciencia del caos proporciona una peculiar visión de la naturaleza y se conoce también como “caos determinístico”, “dinámicas no lineales” o “ciencias de la complejidad”.¹ El caos se define como la existencia de sistemas multivariados, no lineales y no periódicos;² puede explicar o describir fenómenos naturales que la ciencia tradicional no es capaz de hacer, como son los hechos fortuitos no previamente definidos o casos excepcionales, que aparentemente no tiene una periodicidad establecida. Pasa del pensamiento reduccionista clásico a un pensamiento holístico, estudia fenómenos que tienen un comportamiento aparentemente impredecible y en los que la “entrada” a un “proceso” de información no siempre es proporcional a la “salida”.

La aplicación de la teoría del caos a las disciplinas antes mencionadas, ha favorecido la comprensión y la predicción de muchos fenómenos naturales, pero su aplicación al campo de la educación no es equiparable, sobre todo si se quiere utilizarla para mejorar la calidad de la enseñanza y del aprendizaje, ya sea en el campo de la educación en general o de la educación médica.

Se ocurre hacer breves comentarios sobre tres aspectos:

1. Implicaciones de la teoría del caos en la educación: que permite comprender las implicaciones que tiene la concepción y desarrollo de la educación como sistema complejo.

2. Teoría del caos y educación médica: que permite dar respuesta al problema de la salud desde un punto de vista individual, como caso excepcional y a su vez holístico en cada paciente.

3. Teoría del caos y razonamiento clínico diagnóstico: que permite ver la existencia como un sistema complejo, inestable y fluctuante y a la enfermedad, como una dificultad de adaptación al cambio.

Implicaciones de la teoría del caos en la educación

La teoría del caos, junto con la teoría de la relatividad y la teoría del *quantum*, constituye una de las grandes revoluciones científicas del siglo XX.^{2,3} La teoría de la relatividad y la

teoría del *quantum*, no han tenido gran repercusión en la educación, pero la teoría del caos podría tener un gran impacto debido a las siguientes razones:

La educación tradicional de principio busca: estabilidad, reciprocidad, consenso y consistencia y trata de mantenerse en un punto de vista lineal (causa y efecto). Pero por ser la educación un sistema abierto no puede mantenerse en perfecto equilibrio, pues los diversos factores ambientales tienden a desestabilizarla, pudiendo llegar a desintegrarla.

Una opción dentro de la educación es situarla dentro de un equilibrio inestable, en una frontera cambiante, que permitiera darle un manejo no lineal, basado más bien en la analogía y la intuición. Siendo la educación una red compleja está sometida a grandes fluctuaciones, pero podría encontrarse orden dentro de esta fluctuación, con la aplicación de buenas relaciones humanas dirigidas a reconocer las habilidades y capacidades del personal que interviene en la educación, el cual requiere auto-renovarse, automotivarse, autoorganizarse y autorregularse de acuerdo a los cambios del medio exterior.

La teoría caótica permite el desarrollo de procesos creativos dentro del aparente desorden educativo, adaptando las políticas educativas y realizando modificaciones dentro de la organización, para tomar en cuenta los elementos importantes que constituyen la teoría caótica, como son: “el efecto de la mariposa” que por pequeñas modificaciones dentro de un sistema con equilibrio inestable puede ocasionar serios cambios dentro del mismo; “el atractor desconocido” o “extraño” que puede no ser tomado en cuenta y del que depende la intención de la educación y la “estructura fractal” de la organización, que aunque es de naturaleza irregular no necesariamente deja de tener un patrón característico (figura 1).

Teoría del caos y educación médica

La medicina ha recibido un gran apoyo de la teoría del caos para el estudio electrocardiográfico,⁴ el cáncer,⁵ trastornos psiquiátricos,^{6,7} padecimientos inmunológicos,⁸ función cerebral mediante estudios electroencefalográficos y Doppler,⁹ epidemiología,¹⁰ y ginecoobstetricia,¹¹ por señalar algunos. Se demuestra así que el organismo humano tiene un comportamiento caótico, que requiere de estudios no-lineales, recomendándose cambios de paradigma para la com-

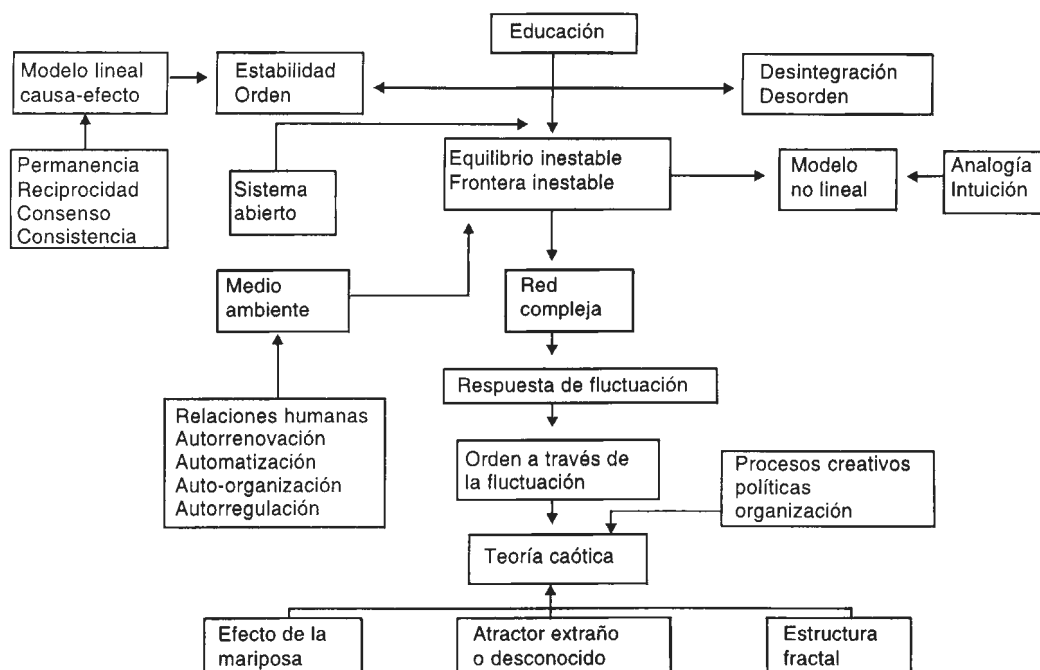


Figura 1. Caos y educación.

prensión de las causas de enfermedad, para la detección de atractores caóticos, para comprender los límites de la predictibilidad en situaciones clínicas y evitar la frustración, predecir las complicaciones del nacimiento, realizar un mejor análisis del dolor, explicar la autorregulación del sistema inmune, comprender el comportamiento normal o anormal, o explicar el cáncer y el envejecimiento como sistemas adaptativos complejos.

Todas las observaciones antes señaladas hacen necesaria, desde el punto de vista de la educación médica, la propuesta de un esquema que permite comprender el nuevo enfoque que debe tener la enseñanza y el aprendizaje de la medicina,¹² la cual debe partir del postulado de que la educación médica al igual que la educación en general es un sistema complejo, que no puede ser sometido a un análisis de tipo o estructuras moleculares, que dan respuestas de tipo general, sino a un análisis de tipo holístico, que ofrece respuestas de tipo individual a los problemas de salud del ser humano; y que, por otra parte, tiene también que ser reconocido como un sistema natural complejo.

Para esto, es necesario acudir a la ciencia del caos, que tomando en cuenta los factores del medio ambiente en que se encuentra inmerso cada individuo y reconociendo la multipotencialidad del sistema nervioso, las normas socioculturales divergentes, las combinaciones genéticas diversas y las experiencias personales que posee, permita un conocimiento global del individuo y de los padecimientos que lo aquejan,

así como una adaptación a los cambios que pueden presentarse, durante la observación médica a que es sometido.

Los componentes del caos juegan un papel muy importante en la educación médica y debe insistirse en ellos. El fenómeno de la mariposa puede ponerse de manifiesto en la sensibilidad del enfermo a la actitud del médico, a la forma en la que explora e inclusive al tono de voz, lo que contribuye a modificaciones importantes en el estado del enfermo y de su enfermedad; los atractores extraños pueden ser reconocidos en forma de hábitos y costumbres familiares como el alcoholismo, que predisponen a determinado tipo de enfermedades; la estructura fractal se pondrá de manifiesto en la estructura mental que se elabore del caso clínico, la que seguramente será compleja por todos los conceptos que deben ser tomados en cuenta, pero que dentro de su complejidad permitirá establecer un patrón característico del problema de salud que se analiza (figura 2).

Teoría del caos y razonamiento clínico diagnóstico

Siendo la actividad más importante del médico, la que realiza frente al enfermo, es imprescindible que al médico en formación, se le haga entender que cuando realice la entrevista médica, se estará enfrentando a un sistema complejo.¹³ La salud se mantiene mediante la participación dinámica de todos los aparatos y sistemas, lo que es posible por la capacidad que tiene el organismo de adaptarse a cambios impre-

decibles que suceden todos los días, debido a fluctuaciones ordenadas del medio interno que dependen de fluctuaciones del medio ambiente, por lo tanto, podemos concebir a la salud como a una estabilidad inestable.

El otro extremo de la salud sería el envejecimiento y la muerte, en la que progresivamente y en forma generalizada, se va perdiendo la complejidad dinámica, anatómica y fisiológica, que finalmente desaparece. La enfermedad se encuentra en un punto intermedio de esta complejidad y se entendería como una dificultad de adaptación a los cambios, que da lugar a fluctuaciones amplias y no ordenadas del medio interno.

El razonamiento clínico tradicional de tipo lineal (causa-efecto), permite resolver problemas relativamente sencillos, pero tiene sus limitaciones para la solución de problemas complicados y con mucha frecuencia lleva a planteamientos erróneos. Para la detección de variaciones morfológicas y fisiológicas complejas, se requiere de un razonamiento caótico no lineal, que permita realizar en forma creativa una relación de los diferentes factores que intervienen en la pérdida transitoria de la complejidad y finalmente culmine en la elaboración de una estructura mental representativa de un patrón diagnóstico.

Nuevamente tendrán que ponerse de manifiesto los elementos que caracterizan a la teoría del caos y que en este caso podrían explicarse de la siguiente forma: el efecto de la

mariposa estaría dado por el factor que contribuyó a la pérdida transitoria de la complejidad (virus, bacteria, trauma físico o emocional, etc.) y que dio lugar a fluctuaciones desordenadas así como dificultad de adaptación caótica a los cambios del medio ambiente. El atractor extraño o desconocido estaría dado por el trastorno orgánico o fisiológico relevante que requiere corrección inmediata y del que dependen otras manifestaciones de la enfermedad. La estructura fractal se construirá con la adquisición del conocimiento que corresponde al patrón de diagnóstico, será compleja e irregular por necesidad y estará sujeta a modificaciones (figura 3).

Conclusiones

La nueva ciencia que propone la teoría del caos, puede aplicarse a la educación en general y a la educación médica en especial con base al análisis llevado a cabo, en el que se pueden destacar los siguientes hechos:

1. La educación es un sistema caótico que no puede ser analizado mediante modelos lineales y por lo tanto, para su organización y desarrollo,¹⁴ será necesaria la utilización de modelos no lineales como el que ofrece la teoría del caos.
2. La educación médica por ser similar en sus principios a la educación en general, también se constituye en sistema complejo y lo es mucho más porque está dirigida al trato con seres humanos, los que son reconocidos como sistemas natu-

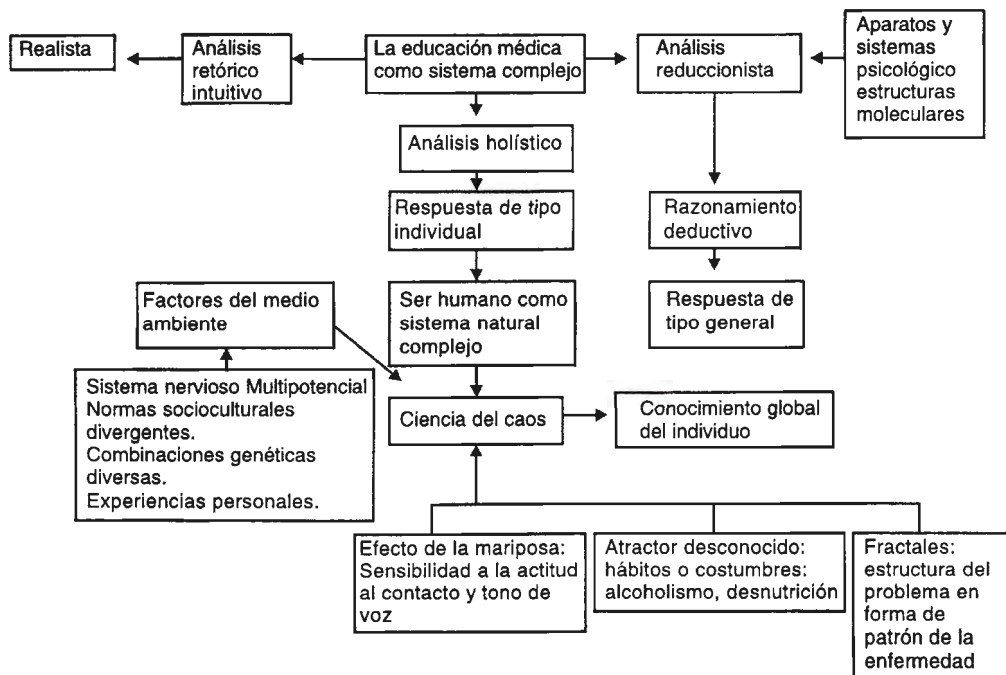


Figura 2. Caos y educación médica.

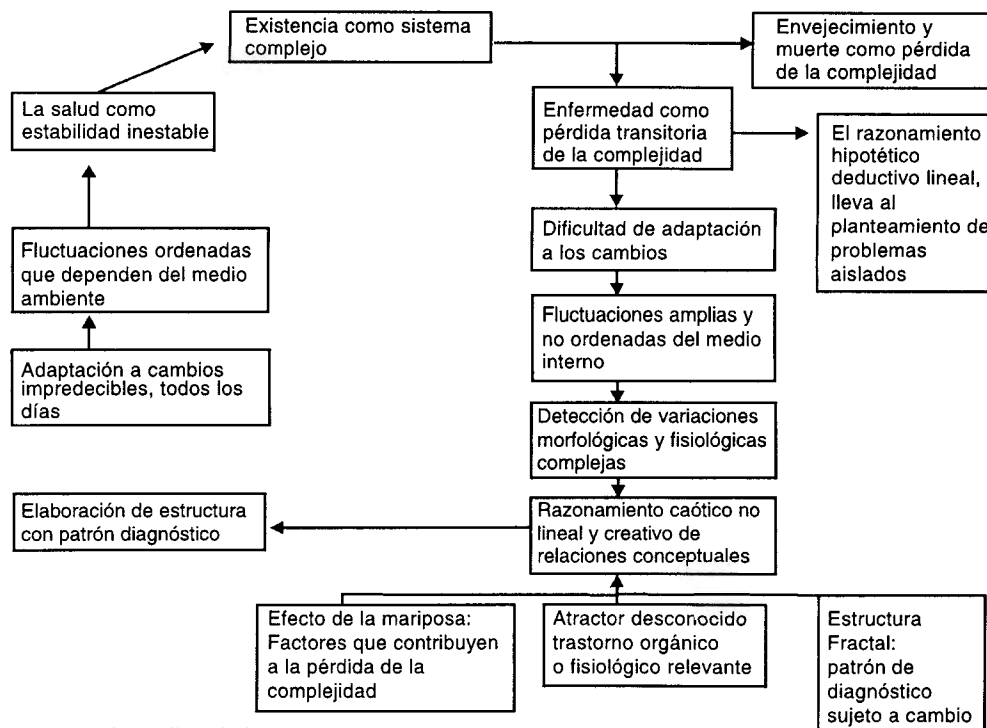


Figura 3. Caos y razonamiento clínico diagnóstico.

rales complejos, por lo que solamente la ciencia del caos favorecerá un conocimiento global del individuo.

3. Siendo la actividad más importante del médico, la atención del enfermo y reconociéndose la existencia como caracterizada por la complejidad de las funciones orgánicas; el razonamiento clínico que lleva a la comprensión de esta pérdida de complejidad tiene que ser caótico y la solución que se dé tendrá que adaptarse a la variedad de cambios que se produzcan.

Vivimos en un mundo cuyas manifestaciones naturales son caóticas, aprendemos en forma caótica y debemos tratar organismos humanos complejos, pero el cerebro se encuentra preparado para poner al caos en orden y encontrarle, de esta manera, sentido al mundo en que nos encontramos.¹⁵ Esto obliga a prepararnos y preparar a los futuros médicos para responder con originalidad a los cambios que suceden en la vida diaria debido a pequeñas modificaciones en el medio que nos rodea, debiendo dirigir la atención a los atractores relevantes, dependiendo del tiempo y el espacio y manteniendo una estructura de conocimiento dinámica que permita hacer las modificaciones necesarias y aplicarlas a las diversas situaciones que se presenten. Este modelo podremos aplicarlo a nuestra vida personal, a la educación que es necesaria para nuestra superación y a la educación médica que fue el motivo de este trabajo.

Seguramente quedará en la mente de las personas que de alguna manera se interesen en la teoría del caos una pregun-

ta: ¿De qué manera se podrían medir sus beneficios? Si tomamos como base del conocimiento un esquema o una estructura, sería suficiente una autoevaluación que permitiera establecer cambios en las mismas, lo cual ya sería sinónimo de aprendizaje, así como su aplicación a situaciones reales de la vida diaria. En el campo de la educación se podrían hacer estudios comparativos de la evolución de los esquemas o estructuras de conocimiento¹⁶ y, si es indispensable "calificar", utilizar escalas algorítmicas como las de Pathfinder.¹⁷

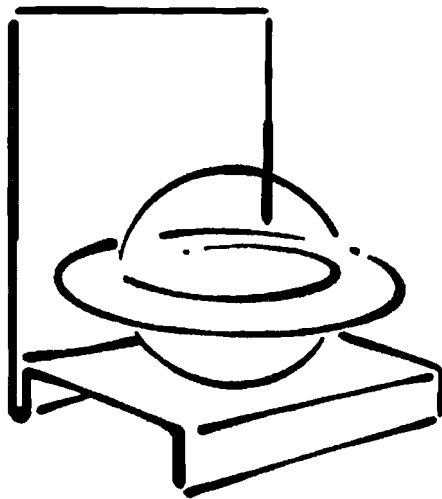
En el campo de la educación médica el conocimiento en última instancia, puede quedar plasmado en una estructura de aprendizaje de un tema específico y si se trata de la atención del enfermo, en un patrón de diagnóstico. Lo importante en estos casos es el enriquecimiento continuo de estas estructuras, de esta manera se podrán tomar mejores decisiones en un sistema enteramente caótico y en situaciones completamente impredecibles.

Referencias

1. Spruell V. Deterministic chaos sciences of complexity: Psychoanalysis in the midst of a general scientific revolution. *J Am Psychoanal Assoc* 1993; 41(1): 3-44.
2. Gleik J. *Chaos: Making a new science*. New York: Penguin Books. 1987.
3. Sungaila H. The new science of chaos: Making a new science of leadership? *J Educ Adm* 1990; 28(2): 4-23.

4. Chen PS, Garfinkel A, Weiss JN y col. Spiral chaos and new mechanism of wave propagation. *Pacing Clin Electrophysio* 1997; 20(2): 414-21.
5. Schwab DE, Pienta KJ. Cancer as a complex adaptative system. *Med Hypotheses* 1996; 43(3): 235-41.
6. Fredman AM. The biopsychosocial paradigm and the future of psychiatry. *Compr Psychiatry* 1995; 36(6): 397-406.
7. Butz Z. Practical applications form chaos theory to the psychotherapeutic process, a basic consideration of dynamics. *Psychol Rep* 1993; 73(2): 543-54.
8. Bernardes AT, Dos Santos RM. Immune network at the edge of chaos. *J Theor Biol* 1997; 186 (2): 173-87.
9. Lutzenberger W, Flor H, Birbaumer N. Enhanced dimensional complexity of the EEG during memory for personal pain in chronic pain patients. *Neuroci Lett* 1997; 226(3): 167-70.
10. Philippe P. Chaos, population biology, and epidemiology: Some research implications. *Hum Biol* 1993; 65(4): 525-46.
11. Mehl LE, Machanda S. Use of chaos theory and complex systems modeling to study alcohol effects on fetal condition. *Comput Biomed Res* 1993; 26(5): 424-48.
12. Pruessner HT, Hensel WA, Rasco TL. The scientific basis of general medicine. *Acad Med* 1992; 67(4): 232-5.
13. Lipsitz LA, Goldberger AL. Loss of complexity and aging; Potential applications of fractals and chaos theory to senesce. *JAMA* 1992; 267(13): 1806-9.
14. Gunter H. Jurassic Management: Chaos and management development in educational institutions. *J Educ Adm* 1995; 33(4): 5-20.
15. Skarda CA, Freeman WJ. How brains make chaos in order to make sense of the world. *Behav Brain Sci* 1987; 10: 161-95.
16. Novak JD, Gowin B. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Martínez Roca, 1988.
17. Schvaneveldt RE, Durso FT, Deraholt DW. Network structures in proximity data. *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. New York: Bower (Ed), 1989.

... detectado a tiempo el cáncer
es curable.
Su tratamiento es costoso



¡AYUDALOS!

**ASOCIACION MEXICANA DE LUCHA
CONTRA EL CANCER, A.C.**

Donativos:

Cuenta de cheques Banamex 185243-3
deducibles de impuestos.

Informes a los teléfonos:

286-5636 y 553-2883
Fax: 286-7718