
Complejidad, nuevo paradigma en la salud

Eloy Ortiz Hernández

Cargo:

Facultad de Medicina

Universidad Médica “Carlos J. Finlay”

Camagüey, Cuba

E-mail: eoh@sbine.cmw.sld.cu

Un pensamiento lineal

El método de obtención de conocimientos que hoy conocemos y aplicamos, en su esencia consiste en fragmentar el objeto de estudio en diferentes partes, investigarlas y posteriormente extraer conclusiones del objeto como un todo.

A partir de esta forma de pensamiento lineal y con la división social del trabajo, como una de las premisas, surgen las diversas disciplinas que hoy conocemos y que han aportado incontables e incuestionables conocimientos científicos y tecnológicos en beneficio del hombre y su interacción con la naturaleza y la sociedad.

Algunos de los más significativos descubrimientos son: la mecánica de Newton,

la teoría de las especies, la electricidad, el microscopio, el telescopio, la teoría de la relatividad, la física cuántica, la tabla periódica de los elementos, los rayos X, las partículas elementales, la electrónica, la ingeniería genética y la biotecnología, el LASER, la computadora, etc. A partir de los cuales se han desarrollado los más insospechados instrumentos, equipos y tecnologías, prueba irrefutable del éxito del método científico seguido por el hombre, que rebasa las fronteras del pensamiento individual y pasa a través del tiempo hasta nuestros días, independientemente de sexo, raza, cultura o sistema social con implicaciones notables en diversas ramas de la ciencia y particularmente en el campo de la salud.

Tal es el caso del desarrollo del proyecto genoma humano, la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética nuclear, la endoscopia, la obtención de vacunas por vía biotecnológica, la ultrasonografía, electroencefalografía, electrocardiografía, etc.

Sin embargo, es innegable señalar que a la luz de los problemas actuales y desde hace aproximadamente cuatro décadas, con la aparición de computadoras cada vez más potentes, nuevos algoritmos y métodos matemáticos novedosos, se está produciendo hoy una gran revolución en el pensa-

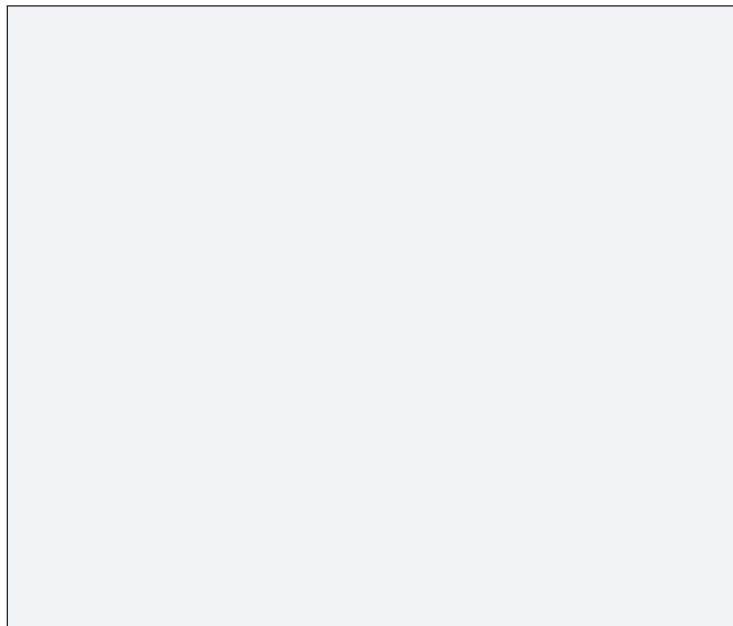
miento científico, se pueden abordar nuevos problemas que jamás pudieron haberse investigado sin la ayuda de las nuevas tecnologías (particularmente la computadora), así como retomar viejos problemas con un nivel de solución muy limitado dado el carácter y naturaleza del fenómeno que se estudia. En muchos casos, esta nueva forma del pensamiento científico es diametralmente opuesta al pensamiento lineal, determinista y mecánico que ha dominado el pensamiento científico durante siglos y ha tratado de predecir la evolución de su sistema objeto de estudio, con el fin de determinar su evolución en el tiempo en cualquier instante posterior y a partir de ciertas condiciones iniciales.

De esta forma, se determinan con exactitud el movimiento de los planetas, se predicen los eclipses, las mareas, la llegada de una nave a la luna, a Marte o a cualquier planeta de nuestro sistema solar, regido por leyes deterministas y por interacciones lineales (interacción en la cual a cada acción, le corresponde una respuesta estrictamente proporcional a dicha acción).

Sin embargo, a pesar del desarrollo de tecnologías y el empleo de recursos materiales y humanos, hay una gran variedad de fenómenos que no pueden ser predecibles a largo plazo: el tiempo atmosférico por ejemplo (ciclones, cambios climáticos, etc.), las crisis de epilepsia, los infartos, los conflictos sociales, epidemias, etc. Por tal motivo y como respuesta a esta dificultad han sido empleados con mayor o menor éxito, los modelos estadísticos para explicar comportamientos y dar pronósticos en dichos sistemas.

Surgen nuevos paradigmas

Luego del inesperado descubrimiento realizado por Edward Lorenz, meteorólogo en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (1961-1964) y con gran inclinación hacia las matemáticas, quien mientras trabajaba en el pronóstico del estado del tiempo mediante un modelo matemático



en la computadora, observó que la evolución del sistema para dos condiciones iniciales muy cercanas, llegaba a estados completamente diferentes en un tiempo posterior, es decir, la evolución del sistema depende fuertemente de las condiciones iniciales. Lo anterior fue acuñado metafóricamente y se conoce desde entonces como 'efecto mariposa', publicado en 1963 en el artículo titulado: "Flujo determinista no periódico" en una revista de meteorología no muy popular en esa época. Surgió así, en su nueva concepción, el concepto de caos determinista para referirse a sistemas con un comportamiento impredecible, donde no se repiten las trayectorias; resultado éste, que fuera predicho anteriormente por el conocido matemático francés Henry Poincaré a principios del siglo XX.

Por otra parte, el matemático Stephen Smale de la Universidad de California, quien se dedica al estudio de Sistemas Dinámicos, crea la llamada 'herradura de Smale': método geométrico de visualizar la dependencia sensitiva de las condiciones iniciales.

A pesar de la relevancia de tal descubrimiento y, en primera instancia, por estar en franca contradicción con las ideas deterministas de la física clásica, en los que una imprecisión en el conocimiento de las condiciones iniciales no tiene mayores consecuencias, pues las predicciones van a tener la misma imprecisión y las diferencias entre dos estados iniciales cercanos llevan a predicciones de estados finales igualmente cercanos (concepción fuertemente arraigada en el pensamiento científico de la época y que perdura en muchos casos hasta nuestros días) y, además, por la poca divulgación de tal publicación, este resultado quedó reducido a un pequeño círculo de físicos y matemáticos de entonces como una curiosidad científica y una rareza matemática.

Solamente hasta 1972, James Yorke, matemático de la Universidad de Maryland y quien ingresa al Instituto de Ciencias Físicas y Tecnología (institución interdisciplinaria), conoce los trabajos de Lorenz y de Smale. Se da cuenta de que los físicos necesitaban de ambos trabajos, pero

había barreras de comunicación entre los físicos y los matemáticos. Escribe en una revista de amplia difusión (*American Mathematical Monthly*) el artículo titulado: "El período tres implica caos", el cual despertó el pensamiento hacia la complejidad.

A partir de entonces se ha venido desarrollando de manera creciente la base conceptual y teórica de la conocida 'teoría del caos' y más recientemente se habla de la 'teoría de la complejidad', término aún no aceptado por la comunidad científica, pues en la actualidad entre otros aspectos, no se conocen sus leyes y no se tiene idea de si éstas aparezcan. Sin embargo, no sería adecuado reducir el tratamiento de estos sistemas, a la teoría del caos, ya que no todos los sistemas no lineales, necesariamente presentan caos. En la actualidad, dichos sistemas, lejos de ser raros, son mucho más frecuentes de lo que se pensaba. Tal desarrollo ha dado un vuelco histórico en la comprensión del mundo, se desarrolla una base conceptual nueva, capaz de dar explicación a fenómenos que nunca tuvieron una explicación convincente o sencillamente no tenía explicación. Tienen lugar hoy nuevas interpretaciones de viejos fenómenos contemplados bajo el nombre de sistemas complejos, formados por una red no lineal de interacciones (interacción en la cual a cada acción no le corresponde una respuesta estrictamente proporcional a dicha acción, en ocasiones pequeñas acciones provocan grandes efectos, mientras que grandes acciones casi no provocan efectos) y distribuidas a través de todo el sistema, que le permite desarrollar una gran capacidad de adaptación a los cambios y, en ocasiones, con una alta sensibilidad a las condiciones

Esta nueva forma del pensamiento científico es diametralmente opuesta al pensamiento lineal, determinista y mecánico que ha dominado el pensamiento científico durante siglos y ha tratado de predecir la evolución de su sistema objeto de estudio.

Como muestra del vertiginoso auge de la identificación en las diversas esferas del saber humano de comportamientos complejos, han surgido en el mundo múltiples grupos, centros e institutos de investigación, así como publicaciones donde se aborda el tema.

iniciales, lo cual es típico de los sistemas caóticos.

Abundantes ejemplos de comportamiento no lineal se encuentran en los sistemas biológicos: el ritmo cardíaco, las señales electroencefalográficas, las oscilaciones del potasio, el calcio y el sodio en el cuerpo, las estructuras venosas, las redes del sistema nervioso, etc., en cuya descripción e interpretación se emplean cada vez con más frecuencia los conceptos de caos, fractales, bifurcaciones, inestabilidad, atractor, estructuras emergentes, auto-organización, etc. para caracterizar dichos sistemas, así como las herramientas más avanzadas para la resolución de ecuaciones no lineales.

Como muestra del vertiginoso auge de la identificación en las diversas esferas del saber humano de comportamientos complejos, han surgido en el mundo múltiples grupos, centros e institutos de investigación, así como publicaciones donde se aborda el tema.

Revistas tradicionales de primera línea como *Physical Review Letters* y *Physics Letters A*, han creado secciones especiales de ciencia no lineal. Y han surgido otras como: *Physica D (Nonlinear Phenomena)*, *Physical Review E* (física estadística, fenómenos complejos, áreas interdisciplinarias), *Nonlinearity*, *Chaos*, *Journal of Nonlinear Science*, *Chaos Solitons & Fractals*, *Fractals*, *International Journal of Bifurcation and Chaos*, *Nonlinear Systems*, entre las más importantes.

Más recientemente y aunque en menor grado, han aparecido artículos de carácter tanto teórico, como del área clínica, en revistas prestigiosas del área biomédica, como: *Journal of the American College of Cardiology* (JACC), *Journal of the American Medical*

Association (JAMA) y *New England Journal of Internal Medicine*, *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, *Journal of Theoretical Biology* y *Bulletin of Mathematical Biology*, entre otras.

Hoy, a pesar de las posibilidades que ofrece este nuevo paradigma de las ciencias, queda mucho por hacer sobre todo en el área biomédica, donde por naturaleza la inmensa mayoría de los problemas a resolver son de naturaleza no lineal, donde las ideas de la complejidad están removiendo los cimientos de la medicina y conceptos prácticamente inamovibles a lo largo del tiempo, como el de salud han ido cambiando; se encuentran nuevas interpretaciones a viejos fenómenos y se borran las fronteras de las disciplinas para dar paso a investigaciones de carácter interdisciplinario y transdisciplinarios y aparecen resultados novedosos que se reflejan en el desarrollo de nuevas tecnologías con gran repercusión social.

Se ha visto a la luz de los nuevos conceptos e ideas, la necesidad de modificar los currículos de la carrera de medicina y otras áreas relacionadas con ésta, y así detener el fenómeno de la deshumanización de la medicina, donde cada vez más el diagnóstico del médico depende de resultados de laboratorio y de exámenes complementarios cada vez más sofisticados y costosos, y se deja a un lado la adecuada relación médico-paciente, convirtiéndose el médico en un objeto frío que, en muchas

ocasiones, ni siquiera escucha lo que le dice el paciente y mucho menos pregunta acerca del medio en que éste se desarrolla, qué come, qué hábitos tiene, etc., olvida o desconoce que el estado de salud no sólo depende del equilibrio interno en el funcionamiento orgánico, sino de la relación del hombre con su entorno, de la relación 'cuerpo-mente' y que se desarrolla en un medio social determinado. De manera que cada ser vivo y en particular el hombre, constituye un sistema complejo por excelencia, constituido por una inmensa red de redes en interacción no lineal que vincula: órganos, tejidos, células, mente, medio ambiente y entorno social, como un todo único inseparable e irreducible y con una gran capacidad de adaptación a los cambios.

Esta concepción holista ya ha sido desarrollada antes en mayor o menor grado por la cultura oriental, a través de la medicina tradicional china: el ayurveda y el yoga, entre otras disciplinas, que sin embargo por varias razones y durante mucho tiempo, estuvieron relegadas a un segundo plano, incluso rechazadas por la comunidad científica, pero que hoy y cada día más, están siendo asumidas y practicadas por la cultura occidental, que se ha ido educando (fundamentalmente en Europa) con un sentido ecológico y que está consciente cada vez más de los efectos secundarios a mediano y largo plazo de muchos de los fármacos

obtenidos por vía sintética y de las bondades de los modelos médicos orientales.

Por otra parte, en el pensamiento de la complejidad se encuentra un fuerte candidato para lograr una fundamentación científica satisfactoria a dichas terapias, que hasta ahora no ha sido encontrada, siendo una de las razones por las que se tratan (a mi juicio erróneamente) por algunos autores, como terapias alternativas o medicina alternativa y no por su valor en sí. Son innegables los resultados de ambos modelos médicos y aunque muchas de las terapias de la medicina oriental carecen de fundamentación científica ante el modelo de la medicina occidental, las dos tienen un valor inestimable y debe lograrse una integración de ambos modelos en función de la salud.

Hoy aparecen escasos artículos que intentan dar una explicación científica a terapias como la homeopatía, la acupuntura, etc. Sin embargo, sucede algo similar a cuando Lorenz publicó el descubrimiento del 'efecto mariposa', pues no se han puesto de acuerdo médicos alópatas y holistas, físicos, matemáticos, bioquímicos y de otros campos, para abordar la temática de manera interdisciplinaria y transdisciplinaria, dejando de lado esquemas de pensamiento lineales, deterministas y mecánicos, en busca de la verdad científica, y que alcance alguna o algunas publicaciones en revistas de amplia divulgación, en un lenguaje común y que logre romper barreras.

Por otro lado, los médicos y profesionales de la salud en general carecen de una formación básica, capaz de adentrarse en los conceptos y métodos matemáticos necesarios para una comprensión de los nuevos paradigmas, que cada día más aparecerán en revistas biomédicas. En muchos casos incluso reconocen el problema, están identificados con el, pero no se atreven o no saben cómo afrontarlo.

Una buena medida que considero útil es introducir en los currículos de las carreras biomédicas, ya sea a través de cursos básicos o electivos, las ideas y el pensamiento de la complejidad, y de esta manera, hacer menos traumático el cambio que se

está produciendo en este sentido en el conocimiento científico contemporáneo y especialmente en el campo de la salud.

Comparto además las ideas plasmadas en el artículo “pasos hacia un pensamiento de la complejidad en salud” de las doctoras

Denise Najmanovich y Vera Lennie,ⁱ cuando expresaban:

El universalismo del modelo médico hegemónico basado en la concepción mecánica de la ciencia de la simplicidad ha sido uno de los obstáculos más poderosos para que podamos producir nuevos sentidos. Afortunadamente, en las últimas décadas del siglo XX han comenzado a desarrollarse

otros paradigmas, otras metáforas, y otros puntos de vista que están rompiendo ese cerco cognitivo y experiencial de la perspectiva clásica dándonos la posibilidad de ampliar, enriquecer y sofisticar el pensamiento y las prácticas de cuidado de la salud.

Desde las perspectivas de la complejidad no pueden existir barreras infranqueables entre lo propio y lo ajeno, el cuerpo y la mente, el individuo y la sociedad o los seres humanos y su medio ambiente. La salud, por tanto, no puede regirse por parámetros abstractos, ligados a un arquetipo fijo y universal (el “hombre sano”) ya sea este concebido como un “modelo ideal” o un “normal estadístico” (el Frankenstein de los “seguros de salud y de vida”).

Finalmente, es importante expresar el convencimiento de que el pensamiento de la complejidad, se vislumbra como fundamento científico para la investigación en los diversos campos del saber y por su carácter universal y revolucionario, se perfila como ciencia unificadora que sin duda dominará la discusión científica en el presente siglo y

con particular incidencia en los sistemas biológicos y sociales. O más concretamente, como expresara a finales del siglo XX el celebre Stephen Hawking: “Yo pienso que el próximo siglo tiene que ser el siglo de la complejidad”

Bibliografía:

1. Morin E. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa, 1994
2. Schmitman DF. *Nuevos paradigmas. Cultura y subjetividad*. Buenos Aires.: Paidós, 1994
3. Von Bertalanffy L. *Teoría general de los sistemas*. México. Buenos Aires: Editora F.C.E., 1991.
4. Prigogine, I.; Stengers, I.; *La nueva alianza*, Alianza Editorial, S.A., Madrid, 1983.
5. Nicolis, G.; Prigogine, I.; *Exploring Complexity*, W.H. Freeman and company, New York, 1989
6. *Organization and Change in Complex Systems*. Edited by Marcelo Alonso. 1990. Paragon House, New York.
7. R. Solé y S. Manrubia, “Orden y Caos en Sistemas Complejos”, Edicions UPC, España, 1993.
8. Michio Kaku “Vision: How Science Will Revolutionize the 21st Century”, Edited by Anchor Books Doubleday, USA, 1997.

Citas:

- i. Artículo publicado en el sitio web: <http://www.fac.org.ar/fec/foros/cardtran/colab/Denise2.htm>

Cada ser vivo y en particular el hombre, constituye un sistema complejo por excelencia, constituido por una inmensa red de redes en interacción no lineal.