

LA COMPLEJIDAD EN MEDICINA

Los seres humanos han utilizado el conocimiento científico-tecnológico para mejorar sus condiciones de existencia, a su vez explicar los problemas de la naturaleza observada, utilizando diferentes métodos y técnicas para adquirir conocimientos de los fenómenos del mundo natural que se escapaba a su comprensión.

A pesar del notorio avance de la ciencia, la tecnología y el conocimiento, aún permanecían inexplicables e impredecibles varios fenómenos naturales que surgían a largo plazo, por ejemplo, los cambios atmosféricos que provocaban ciclones o catástrofes climáticos, las crisis epilépticas, los infartos o las epidemias que diezaban grupos de población, estas representaban dificultades y peligros para las comunidades, evidenciando la vulnerabilidad del ser humano y reflejando las complejas redes de interacciones con el ambiente al cual interactuaba.

La complejidad o los sistemas complejos están presentes en la naturaleza y hasta ahora se habían utilizado los instrumentos del modelo lineal, sin embargo, surge un pensamiento que pretende una nueva forma de analizar los fenómenos que rodean al ser humano en su ambiente. De manera que cada ser vivo y en particular el ser humano, 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 ⁽¹⁾.

Los antecedentes de las teorías que fundamenten la complejidad, suelen citar los avances científicos y destacan las aportaciones de algunos autores como: Werner Karl Heisenberg que desarrollo el principio de incertidumbre; el descubrimiento realizado por el meteorólogo Edward Lorenz (1961), con la teoría del caos, que surgió al aplicar ecuaciones matemáticas para el pronóstico del tiempo. Posteriormente un aporte fundamental a la complejidad fue dado por el matemático Benoit Mandelbrot con la geometría fractal; otra teoría que fundamenta la complejidad es la teoría de los Conjuntos Borrosos (fuzzy sets), elaborada por Lofti A Zadeh (1965), que cobra importancia por la pertenencia o no pertenencia de un objeto a un conjunto. Una de las principales mediciones de la complejidad fue la de la Termodinámica del no equilibrio, contribución de Yllia Prigogine; al comienzo de los años setenta, el matemático Rene Thom presentaba la Teoría de las Catástrofes, de acuerdo a esta teoría, puede contribuir a nivel psicosocial a esclarecer procesos como la toma de decisiones o los cambios bruscos de opinión, esta teoría pretende describir los cambios repentinos que ocurren en un sistema ⁽²⁾.

El pensamiento clásico de la ciencia tenía como principios fundamentales legislar, desunir y reducir ⁽³⁾, estas prácticas fueron insuficientes para explicar los fenómenos que no tenían solución, en esos momentos la ciencia en los siglos XVIII y XIX desarrolló las leyes y ecuaciones deterministas y exactas de la gravedad y la termodinámica, se pensó que la totalidad de los fenómenos naturales podían ser descritos por ecuaciones lineales ⁽⁴⁾. La existencia de la linealidad ha dominado el pensamiento científico, sin embargo, el concepto de complejidad en la vida cotidiana, se dice que algo es complejo cuando no se entiende, cuando no se sabe cómo opera y normalmente se asocia con la palabra difícil y complicada ⁽⁵⁾. En consecuencia, cabe la pregunta ¿Qué es lo complicado? Según E. Morín, cuando hay un número increíble de interacciones, por ejemplo, entre moléculas en una célula o neuronas en el cerebro, este número increíble de interacciones y de interretroacciones sobrepasa evidentemente toda capacidad de computación, por tanto, la complicación es el enredamiento de interacciones ⁽³⁾.

De acuerdo al pensamiento lineal, la relación causa efecto debe seguir una proporcionalidad métrica; la magnitud del efecto depende de la causa o sea causas pequeñas dan origen a efectos pequeños; causas de gran magnitud a efectos de gran magnitud ⁽⁶⁾.

La ciencia de la complejidad constituye una nueva revolución científica y definir que son estas nuevas ciencias es una tarea difícil. Dada la dificultad que se ha planteado definir la complejidad, esta se hace por vía descriptiva, haciendo referencia a las características o propiedades de un sistema, fenómeno o comportamiento complejo ⁽⁷⁾.

Podemos afirmar que no existe unanimidad en cuanto a la definición de complejidad, pero si existe un consenso acerca de las propiedades de un sistema o fenómeno complejo. Siendo que la complejidad es una construcción de la realidad interpretada por el observador y por las múltiples ciencias que estudian los problemas desde esta visión, por tanto, no existe una definición definitiva por eso está en proceso de formación, esta puede ser vista como un método o como una forma de pensar y no una propiedad de los objetos ⁽⁵⁾.

En este orden de ideas los sistemas complejos pueden presentar multiplicidad en sus estados y alternativas. En ocasiones son tantos los estados que el sistema se encuentra en caos, es decir, posee infinitas posibilidades de movimientos. En consecuencia, esto dificulta el proceso de predicción ⁽⁸⁾. Sin embargo, los sistemas complejos, son sistemas abiertos sensibles a pequeñas variaciones de sus condiciones iniciales, de sus fluctuaciones internas y/o fluctuaciones externas que los desestabilizan, esta quiebra del viejo equilibrio no termina muchas veces en caos o destrucción, sino en la creación de una estructura totalmente nueva en un nivel superior. Esta nueva estructura puede ser más diferenciada, internamente interactiva y compleja que la antigua, y necesita más energía y materia para sostenerse ⁽⁹⁾.

La medicina en su accionar científico ha sido dominado por el método lineal, es así porque busca una relación directa entre la causa y el efecto de un fenómeno. Agregado a este planteamiento, esta linealidad está representada por la correlación anatomoclínica, a un conjunto de síntomas y signos (efecto), debe de corresponder una lesión histica específica (causa). Las sesiones anatomoclínicas fueron un ejemplo, de la predominancia de la medicina lineal a finales del siglo XX.

Otra visión que dominó y domina es el reduccionismo, que propone fragmentar el problema a estudiar en sus partes. Escudriñar cada parte de manera aislada, bajo la premisa que, si se entienden los fragmentos, se entenderá el conjunto, es lo que pretende el sistema lineal que el todo es igual a las partes ⁽¹⁰⁾.

La existencia de estas visiones en medicina está relacionada con el determinismo, doctrina que afirmaba la existencia de leyes naturales fijas, que establecen el estado futuro de un sistema a partir de su situación actual o sea que, conociendo las condiciones iniciales de un sistema se podía prever el futuro del mismo. Por tanto, todas estas visiones conducen a pensar que la medicina es una ciencia de predictibilidad y a su vez estudia la causalidad, para explicar este planteamiento, se ha de partir de que todo efecto tiene una causa, de tal forma que cada vez que ella se propicie, se obtendrá siempre el mismo efecto esperado; de no ser así, la predicción o el cumplimiento de las hipótesis sería imposible. Algo acontecía, si un efecto fuera provocado por causas diferentes o que una misma causa diera lugar a distintos efectos ⁽⁶⁾.

El paradigma biomédico positivista, ha conducido al desarrollo de la especialización y subespecialización, que es una forma reduccionista de analizar los problemas médicos con una visión determinista especializada ⁽¹¹⁾.

Algunos ejemplos serán útiles para comprender estas nuevas ciencias como la Cardiología, que a partir del siglo XX evolucionó de ser una disciplina clínica de estetoscopio, esfigmomanómetro y electrocardiograma, para ubicarse predominantemente como una especialidad quirúrgica-tecnológica.

Se considera que el cuerpo humano es un sistema adaptativo complejo y de acuerdo a la visión vigente, la cual sugiere que el comportamiento ordenado del organismo es saludable, la complejidad propone que el desorden es sano y la uniformidad es dañina. A nivel cardíaco en el ritmo sinusal, mientras más desordenados están los latidos cardiacos más sana es la persona. La pérdida de variabilidad del ritmo cardíaco es un índice predictivo de muerte súbita. En condiciones normales, la variabilidad del ritmo cardíaco tiene rasgos fractales, así como el sistema eléctrico cardíaco. La pérdida de la fractalidad refleja una degradación de la complejidad del sistema nervioso autónomo.

Existe un grupo de padecimientos, no entendible con un acercamiento lineal en el ámbito de la cardiología, entre estos están los síndromes de intolerancia ortostática incluyendo al síncope neurocardiogénico, la precordialgia no isquémica y el síndrome X. Estas enfermedades que sufren las personas son sometidas a procedimientos lineales de diagnóstico, sin que se encuentre una explicación satisfactoria a su problema ⁽¹⁰⁾.

De acuerdo a algunos autores la cirugía es la más compleja de las actividades médicas, la incertidumbre, la probabilidad y lo impredecible, son fenómenos especialmente acentuados en la práctica de la cirugía. La

condición de cualquier vida es la incertidumbre y la contingencia, se trata de controlar la naturaleza para eliminar la incertidumbre, controlando los procesos vitales por medio de la tecnología, sin embargo, la Teoría del Caos muestra que es imposible. Los sistemas caóticos están más allá de predecirlos, manipularlos o controlarlos, y en vez de resistir las incertidumbres de la vida, más bien hay que aceptarlas, adaptándose a ellas. Actualmente caos para algunos autores es sinónimo de complejidad.

A partir de esta teoría se debe reconocer, la inestabilidad, lo inesperado, la incertidumbre, las indeterminaciones, fenómenos aleatorios, interacciones, cambios constantes y la evolución en el mundo. En los sistemas dinámicos inestables como los organismos vivientes, se reconoce el papel primordial de las fluctuaciones y la inestabilidad. Otra característica de los organismos es la no periodicidad, o sea en los sistemas que ahora se denominan caóticos, es característico que a los estados iniciales se siga un comportamiento no periódico y solo unos pocos tienden a la periodicidad. El paciente quirúrgico en su respuesta neuroendocrina y metabólica al trauma o a la agresión biológica mayor, es un modelo de adaptación, extremadamente sensible a las condiciones iniciales, adaptación que permite la supervivencia.

En los años 50, aparece el concepto de estrés como fenómeno adaptativo, se ha planteado una nueva visión de la respuesta metabólica en el estado crítico prolongado artificialmente en las unidades de cuidados intensivos en la llamada "Fase crónica." En las fases agudas y crónicas existen procesos de adaptación, sea aumento, disminución o supresión de hormonas anabólicas. El comienzo de la recuperación se manifiesta por restauración de la sensibilidad secretoria de la hipófisis anterior a los mecanismos de retroalimentación. Lo anterior corresponde a una concepción cibernética del ser humano, como un sistema organizado para la adaptación, de tal manera, que la cibernética se refiere a la teoría del control aplicado a los sistemas complejos ⁽⁴⁾.

Los problemas de salud no solo son enfermedades, sino cualquier daño o riesgo que constituya un peligro presente o futuro para la salud de cualquier población, por tanto, el propósito de la epidemiología como ciencia, es, ha sido y será, identificar y estudiar las principales causas de estos problemas para ofrecer soluciones según sea su naturaleza ⁽⁹⁾. Además, la epidemiología se ha regido por el pensamiento de las ciencias de la modernidad, que ha predominado la medición y la exactitud como método de obtención de conocimiento.

Se ha debatido a nivel internacional los enfoques de causalidad y los determinantes de la salud, dichos debates conducen a dos posiciones, por un lado se plantea la causalidad lineal, tanto en lo monocausal como el multicausal; por otro lado se plantea la teoría holística de la complejidad, en la cual el objeto de estudio es la población como un todo indivisible, por tanto, la causalidad que actúa no es lineal, ni fraccionada, pues las relaciones establecidas se basa en interacciones complejas, donde lo social está mediando y articulando los procesos.

La teoría de la complejidad es una nueva forma de pensar en las ciencias y por consiguiente en los determinantes de la salud, de tal manera que, el proceso de salud enfermedad se caracteriza por ser abierto, sujeto a dinámicas no lineales, no jerarquizadas, no está regida por estadística probabilística, ni a la existencia proporcional entre causa y efecto, tampoco depende de las condiciones iniciales y no es reducible a alguno de sus componentes.

La epidemiología no es exacta, es común que la descripción de las enfermedades sea imprecisa y los términos lingüísticos son vagos, por tanto la epidemiología en su análisis involucra varios niveles de incertidumbre ⁽²⁾. El organismo humano es un sistema complejo adaptativo, su estructura y funcionamiento corresponden a un sistema caótico. Por consiguiente, un organismo vivo se caracteriza por un flujo y un cambio continuos en su metabolismo, comprendiendo miles de reacciones químicas. El equilibrio químico y térmico se da únicamente cuando estos procesos se detienen. En otras palabras, un organismo en equilibrio es un organismo muerto. Los organismos vivos se mantienen constantemente en un estado alejado del equilibrio, en la etapa de vida.

Al estudiar las enfermedades, el trauma y especialmente el cáncer que es una entidad "parasitaria", de crecimiento no controlado, resultante de alteración permanente de la secuencia de ADN de la que se compone un gen. La célula cancerosa no obedece a los impulsos regulatorios del organismo. Cualquier cambio, en cualquier lugar, puede influir en forma devastadora sobre la totalidad del sistema, que es el organismo sobre el cual se desarrolla el neoplasma.

Establecido el nuevo patrón de estructura disipativas, gracias a su estado muy alejado del equilibrio, el continuado crecimiento del cáncer y su organización dependen del flujo de energía y recursos provenientes del huésped, el cual

es un sistema adaptativo. Cuando la capacidad de adaptación del huésped es sobrepasada por el neoplasma, éste adquiere la categoría metabólica y estructural de “organismo primario” y el huésped va a la muerte. Teóricamente, el crecimiento del cáncer y su impacto sobre el huésped pueden ser controlados a la luz de las Teorías del Caos, Complejidad, Organismos Adaptativos y Estructuras Disipativas, interrumpiendo la formación del nuevo orden estructural y funcional o controlando sus procesos metabólicos para llevarlos al equilibrio, o sea a la suspensión, o bien estimulando la adaptación del huésped a la estructura parasitaria de cuya propia materia se originó ⁽¹¹⁾.

Según lo expuesto, con frecuencia encontramos nombres referido al mismo tema, como ejemplo: Ciencia de la Complejidad, Teoría de la Complejidad, Paradigma de la Complejidad, Método de Análisis Complejo, Teoría del Caos, Teoría de los Sistemas Evolutivos, son considerados sinónimos explicativos o con diferentes nombres para referirse a la complejidad. Según las opciones propuestas, de acuerdo con mi punto de vista, es un método de análisis explicativo, el cual se acerca a la realidad que es la naturaleza en observación y queda claro que ninguno de los nombres se aproxima a la definición de la complejidad, enfatizando que el pensamiento complejo está en proceso de construcción y desarrollo.

Un problema que se enfrenta cuando se estudia desde la complejidad los fenómenos, cualquiera que sea, es que no se puede conocer en toda su extensión compleja, por tanto, la medición de la misma, es un problema a resolver, esto es debido al número de relaciones que se establecen y de las partes constituyentes que llega a ser imposible su cálculo, en tal sentido, si consideramos la complejidad como una propiedad invaluable de los sistemas, es posible establecer modelos que permitan cuantificarla.

En Medicina y desde el pensamiento de la Epidemiología Social y la Medicina Social, se ha propuesto la visión holística del proceso salud-enfermedad y se adoptó lo biopsicosocial, que la unión de estos términos conduce a pensar que el holismo científico es el estudio de los sistemas complejos y su adaptación al medio ambiente, no dejando este último como un elemento dinámico. El holismo se opone a la dicotomía cartesiana mente-cuerpo y hace suyo lo biopsicosocial, como elemento insertado en el proceso salud-enfermedad y complejidad. Como se puede entender en medicina y sus diversas áreas del conocimiento, en: cardiología, cirugía, oncología y epidemiología, cada autor considera que dichas áreas son complejas y que, para la resolución de problemas propios de cada campo del conocimiento, el organismo puede presentar estados fisiológicos que reaccionan a circunstancias para las cuales no ha habido adaptación evolutiva, por consiguiente, las respuestas pueden ser inapropiadas para la supervivencia.

La incertidumbre es un acompañante tanto del paciente como del médico al enfrentar la enfermedad-respuesta, como consecuencia de esto, no debe de ser un elemento extraño en el campo de la salud y aprender a resolver los problemas que se presenten desde esta visión.

La epidemiología no trata individuos en particular, si no grupos de población, se ha enfrentado a la causalidad y determinación, que han sido instrumentos de análisis desde la ciencia clásica de causalidad lineal, tanto en el modelo monocausal y el multicausal, que corresponden al ámbito individual, sin embargo, desde la complejidad donde el objeto de estudio es la población como un todo indivisible, la causa, que actúa sobre los fenómenos no es lineal. Actualmente la complejidad puede considerarse como un nuevo paradigma, una teoría, una ciencia, un método de análisis para obtención de conocimiento en las ciencias, así como, en diferentes áreas de la medicina. De acuerdo a esta propuesta, el análisis conduce a no separar en partes o fragmentar al individuo, porque la suma de las partes no es igual al todo, por tanto, debemos transformar el pensamiento lineal causal y comprender que el humano es un sistema abierto adaptativo complejo, a su vez ordenado y desordenado, que concurren en un mismo sujeto, que mantiene múltiples relaciones internas o externas y no es posible conocerlo en su complejidad.

No podemos adoptar la complejidad como una receta que nos plantee todas las respuestas, nos prepara para la incertidumbre de las enfermedades y luchar contra lo inesperado, nos orienta a pensar no mecánicamente y no creer totalmente en el determinismo que ha dominado el pensamiento científico durante años. Los problemas en el área de la salud tienen características complejas, por esta razón, las soluciones no son simples y la incertidumbre acompaña al personal de salud en su accionar con las personas en particular y con la sociedad en general.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Ortiz Hernández E. Complejidad, nuevo paradigma en la salud. *Innovación y Ciencia*. 12(1):37-42.
- 2.- Ramis Andalia RM, Sotolongo Codina PL. Aportes del pensamiento y las ciencias de la Complejidad al estudio de los determinantes de la salud. *Rev Cubana Salud Pública*. 2009; 35(4): 65-77.
- 3.- Morin E. La epistemología de la complejidad. *Gazeta de Antropología*. 2004; 20(2): 1-13.
- 4.- Patiño JF. Las teorías de caos y de complejidad en cirugía. *Rev Colomb Cir*. 2000;15(3).
- 5.- Tarride M. Complexity and complex systems. *Hist cienc saude-Manguinhos*. 1995;2(1):46-66.
- 6.- Gallego Badillo R. Discurso constructivista sobre las ciencias experimentales: una concepción actual del conocimiento científico. Santa Fe de Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio; 1997. (Colec. Mesa redonda, 46).
- 7.- Maldonado EC. El problema de una teoría General de la Complejidad. *Complejidad, Ciencia pensamiento y aplicaciones*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia; 2007:101-132.
- 8.- Betancourt Betancourt JA, Ramis Andalia RM. Apuntes sobre el enfoque de la complejidad y su aplicación en la salud. *Rev Cubana Salud Pública*. 2010;36(2):160-165.
- 9.- Ramis Andalia RM. La causalidad compleja: ¿un nuevo paradigma causal en Epidemiología? *Rev Cubana Salud Pública*. 2004; 30(3).
- 10.- Martínez-Lavín M. Caos, complejidad y cardiología. *Arch Cardiol Mex*. 2012; 82(1):54-58.
- 11.- Patiño, JF. Oncología, caos, sistemas complejos adaptativos y estructuras disipativas. *Rev colomb Cir*. 2002;17(1):5-9.

Dr. German Zavala

**Director Ad honorem Consejo Editorial
Revista de la Facultad de Ciencias Médicas**