

## **Valor epistemológico de la Teoría de la Complejidad para la Medicina.**

**Epistemological value of Theory of Complexity for Medicine.**

**Rafael Araujo González**

Doctor en Ciencias Filosóficas. Profesor Titular de la Universidad Médica de la Habana.  
Profesor Titular Adjunto de la Escuela Nacional de Salud Pública. La Habana. Cuba

---

### **RESUMEN**

La dirección del pensamiento científico propio de las ciencias naturales y concretas está necesariamente determinada por los modelos conceptuales o paradigmas que están en su base. De modo que los modelos paradigmático-conceptuales determinan el prisma con que observamos la realidad que nos rodea y los objetos de estudio e investigación. En el caso del pensamiento médico el mismo ha estado caracterizado por el paradigma biomédico-clínico-positivista, derivado de la influencia que tal concepción ha ejercido y ejerce sobre todo el pensamiento científico, lo que ha conducido al desarrollo de la especialización y a una visión especializada de los problemas médicos. El paradigma biomédico-clínico-positivista se ha caracterizado por la búsqueda diagnóstica e investigativa especializada basada en la evidencia y el uso del método de prueba y error, lo que aún resolviendo múltiples problemas, tiene limitaciones para interpretar y resolver la complejidad de muchos problemas cuya solución va más allá de la visión especializada de la ciencia. Para la solución de la problemática anterior, el paradigma de complejidad y sus diferentes versiones: a saber: la teoría de general sistemas, la teoría de la autoorganización, la teoría del caos y la geometría fractal, en lo fundamental, constituyen herramientas conceptuales que

brindan importantes principios metodológicos para el abordaje de problemas complejos en medicina y en salud, lo que significa un mayor acercamiento y una visión más acertada de los mismos. Acercarnos a la complejidad significa acercarnos a la estructura real de los procesos que investigamos.

**Palabras clave:** epistemología; dinámicas no lineales; medicina.

---

## Summary

The direction of the scientific thought, characteristic of the natural and concrete sciences is necessarily determined for the conceptual models or paradigms that are in their base. So the paradigmatic-conceptual models determine the prism with which we observe the reality that surrounds us, and the objects of study and investigation. In the case of the medical thought, it has been characterized by the biomedical-clinical-positivist paradigm, derived of the influence that such a conception has exercised and it is exercising today above all the scientific thought, which has led to the development of the specialization, and a specialized vision of the medical problems. The paradigm biomedical-clinical-positivist has been characterized by the specialized diagnostic and investigative search based on the evidence and the use of the method and error test, which even solving multiple problems, has limitations to interpret and to solve the complexity of many problems whose solution goes beyond the specialized vision of the science. For the solution of the previous problem, the paradigm of complexity and their different versions: that is: the theory of general systems, the theory of the self-organization, the theory of the chaos and the fractal geometry, in the fundamental thing, constitute conceptual tools that offer important methodological principles for the boarding of complex problems in medicine and in health, which means a bigger approach and a more accurate vision of them. To come closer to the complexity means to come closer to the real structure of the processes that we investigate.

**Key words:** epistemology; nonlinear dynamics; medicine.

---

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las ciencias en el siglo XXI está adquiriendo cada vez más carácter transdisciplinar, lo que significa que nuevos y viejos conocimientos se van integrando en un cuerpo teórico integrado e integrador que van dando lugar de manera paulatina a un nuevo modo de concebir y de conceptualizar al mundo, a un nuevo modelo paradigmático. El hecho de que se trata de un cuerpo teórico integrador con existencia propia más allá de la simple interrelación entre las disciplinas le confiere precisamente su carácter transdisciplinar. Se trata precisamente de un sistema de conocimientos que por su grado de generalidad se erige de hecho en instrumento metodológico para el abordaje de cualquier problema específico de las ciencias concretas, o lo que es lo mismo decir, que posee un importante valor epistemológico.

Se sabe que el término “epistemología” ha sido usado comúnmente por el pensamiento marxista como sinónimo de “gnoseología”. Sin embargo, en un sentido más moderno el concepto de “epistemología” posee un carácter más integrador y generalizador, en sí mismo contiene al de “gnoseología” en tanto teoría del conocimiento. El análisis epistemológico significa el conocimiento de las vías de acceso a un determinado saber. Se puede acceder a un mismo saber por diferentes vías, a través de la explicación gnoseológica a partir de niveles superiores de generalización del conocimiento. En este sentido, tanto el pensamiento filosófico como las teorías generales de las ciencias constituyen caminos explicativos para la interpretación de problemas de las ciencias particulares y concretas. Esto quiere decir que sin percatarse comúnmente se parte de un modelo conceptual que determina la conclusión final del análisis, como sucedió con aquel señor que llevaba años hablando en prosa sin saberlo. De ese mismo modo los modelos paradigmático-conceptuales determinan el prisma con que se observa la realidad que nos rodea y los objetos de estudio e investigación.

Por otro lado, el acceso al análisis interpretativo puede tener lugar también a través de una explicación axiológica, es decir, a través de un enfoque que parta de los significados que para el sujeto tienen los objetos de la investigación. Así sucedía por ejemplo, con el rechazo a la disección de cadáveres en la Edad Media a partir de la influencia que sobre el quehacer científico ejercía la religión. Lo mismo ha sucedido en

el seno de la medicina con el predominio del enfoque biólogo en la interpretación de los problemas de salud a través de la influencia que sobre la profesión médica ha ejercido el pensamiento positivista. De manera que el análisis epistemológico incluye el acceso por vía gnoseológica y por vía axiológica; o lo que más comúnmente sucede, por ambas al mismo tiempo.

¿Qué ha predominado en el pensamiento médico en su desarrollo?: El paradigma biomédico-clínico-positivista, derivado de la influencia que tal concepción ha ejercido y ejerce sobre todo el pensamiento científico, ha conducido al desarrollo de la especialización y a una visión especializada de los problemas médicos. Como ya señalamos en algún momento "toda indagación teórica en la esfera de la ciencia tiene lugar solamente a través de determinados paradigmas preestablecidos que marcan el camino y conducen el desarrollo de la investigación. De manera que el análisis de los paradigmas reinantes en el seno de la Medicina constituyen un elemento de vital importancia en tanto instrumento conductor de los conceptos y aplicaciones en la ciencia".<sup>(1)</sup>

Siguiendo a Sotolongo, "un paradigma es un modo determinado de articulación entre una manera dada de vivir, de experimentar, de percibir uno u otro ámbito de la realidad y una manera dada de pensar, de conceptualizar, de enunciar dicho ámbito."<sup>(2)</sup> Esta definición contiene un importante valor metodológico en tanto explicita el hecho de que un paradigma no se reduce sencillamente a un determinado modo de pensar o conceptualizar un específico ámbito de la realidad, sino que constituye la articulación de ello con un establecido modo de vivir y experimentar dicho ámbito. De manera que un paradigma no se reduce a un simple hecho de conciencia, sino que en él tiene lugar también un componente irracional de carácter sensorial.<sup>(1)</sup> Por otro lado, Kuhn define al paradigma como "toda constelación de creencias, valores, técnicas, etc., que comparten los miembros de una comunidad dada".<sup>(3)</sup> En esta otra definición se añade un "hacer" como parte integrante del paradigma, por lo que el mismo no sólo está constituido por vivencias y conceptos, sino también por determinado modo de accionar sobre la realidad.<sup>(1)</sup>

A partir del concepto anteriormente señalado, Sotolongo concibe que dentro de un mismo paradigma vigente pueden ocurrir variaciones, pero "...sin que las mismas lleguen a ser tan significativas como para rebasar los límites de aquello que distinguió precisamente al paradigma vigente de aquél que lo precedió, o para permitir afirmar que pertenecen a otro paradigma que pretendiera sustituir al vigente".<sup>(2)</sup> Estas variaciones o cambios con esas características son los que constituyen las versiones de un mismo paradigma. En el caso de la salud y la enfermedad, señala este autor varias versiones diferentes por las que ha transitado el llamado paradigma moderno biomédico-clínico de la salud enfermedad, entre las que consideramos:

1. Versión anatomoclínica: derivada de la disección y las investigaciones en cadáveres que trajo consigo la concepción de la enfermedad como daño orgánico.
2. Versión fisiopatológica: derivada de los logros de la fisiopatología se concibe la enfermedad como una alteración de la homeostasis con su medio de algunos de los sistemas orgánicos.
3. Versión etiopatológica: derivada de los logros de la virología, bacteriología y la toxicología se concibe la enfermedad como producida por un agente externo al organismo que actúa como huésped.
4. Versión epidemiológica: concepción poblacional de la enfermedad donde al conocer los posibles agentes causales estos actúan como factores de riesgo poblacional de enfermar.

### **El paradigma de complejidad.**

De modo general, el paradigma biomédico-clínico-positivista se ha caracterizado por la búsqueda diagnóstica e investigativa especializada basada en la evidencia y el uso del método de prueba y error, en tanto la concepción filosófica positivista afianzó estos desarrollos en la ciencia a través del concepto de que "lo científico es lo que se puede experimentar, ver, cuantificar". Pero, ¿Qué pasó después? El desarrollo de las ciencias

ha tendido a la interdisciplinaridad dando lugar a la formación de teorías generales de las ciencias que han conducido a la integración y a la transdisciplinaridad. Tal es el caso del paradigma de complejidad.

Como todo paradigma, el *paradigma de complejidad* no aparece de una vez y para siempre, sino que el mismo salió a la luz paulatinamente a través de un conjunto de contribuciones ocurridas en el desarrollo de las ciencias. Estas contribuciones son aquellas que constituyen las diferentes versiones del *paradigma de complejidad*: a saber: la *teoría de general sistemas*, la *teoría de la autoorganización*, la *teoría del caos* y la *geometría fractal*.<sup>(ii)</sup>

Analicemos qué nos aportan cada una de ellas como instrumento metodológico para el pensamiento médico.

### **La teoría de sistemas.**

La *teoría de sistemas* fue desarrollada por Ludwig von Bertalanffy, al resaltar el carácter integrado de los sistemas biológicos, serviría de modelo para la interpretación de la organización sistémica del mundo. Al problema acerca de la existencia de la unidad de lo diverso Bertalanffy se refería: “Nosotros respondemos a este problema con la contribución que ofrece una nueva rama de las ciencias a la que nosotros llamamos “teoría general de sistemas”.<sup>(4)</sup> Pero, ¿Qué es un sistema? Es la relación que tiene lugar entre las partes de una unidad existente con independencia relativa de su medio exterior o entorno. Las características fundamentales de un sistema pueden resumirse en las siguientes:

1. Sinergia: el todo es más que la suma de las partes:  $S_p > \sum_{p=1}^n P_n$
2. Recursividad: Un sistema está compuesto de partes que son al mismo tiempo sistemas (Subsistema-Sistema-Supersistema).

La Física clásica trabajaba con sistemas ideales cerrados que no intercambian energía, sustancia o información con el medio exterior, sin embargo, los sistemas reales son

como regla sistemas abiertos. La concepción de Sistema de Bertalanffy está relacionada con tres principios rectores, a saber:

1. La concepción totalizadora que pone de manifiesto la relación del todo y las partes frente al concepto analítico-sumativo mecanicista.
2. La concepción dinámica que considera a las estructuras como procesos lentos y a las funciones como procesos rápidos, frente a la concepción estática metafísica.
3. La concepción organísmica concebida como actividad primaria implícita de los organismos vivos (equilibrio dinámico) frente a la concepción teórico-reaccional de la mecánica clásica.

En la concepción del creador de la teoría general de sistemas está presente la concepción dinámica de los procesos de la realidad. Para Bertalanffy los sistemas en equilibrio dinámico son sistemas abiertos, que a través del intercambio de energía, sustancia e información con el medio exterior persisten en la mantención de su estructura interna.<sup>(5)</sup> Aquí se encuentran importantes elementos de valor metodológico para la interpretación de los procesos biológicos y sociales que tienen lugar en la determinación del proceso salud-enfermedad tales como: la concepción de sistema como totalidad y la concepción de proceso. Estos elementos pueden actuar como fundamento para la interpretación del diagnóstico y la investigación médica en tanto procesos complejos.

### **La teoría de la autoorganización**

Otra importante contribución lo constituyó la *teoría de la autoorganización*. ¿En qué radica el principal aporte del concepto de autoorganización? En la historia de las ciencias se puso de manifiesto la vieja contradicción teórica entre el segundo principio de la termodinámica y la teoría de la evolución biológica, es decir, entre la concepción del aumento del desorden en los procesos físicos y la del aumento de la complejidad y organización de las estructuras materiales en el proceso general de evolución

biológica. Tal aparente contradicción fue resuelta a través de la llamada teoría de la autoorganización.

La llamada *teoría de la autoorganización* tiene por objeto las leyes de los procesos cooperativos alejados del estado de equilibrio termodinámico. Es bajo las condiciones de alejamiento del equilibrio termodinámico que se producen la organización y la complicación de las estructuras materiales. Las ideas principales provienen de Schrödinger (1944), Turing (1952), Bertalanffy (1953, 1962), Prigogine (1969) y Eigen (1979).

La solución del problema de la aparente contradicción entre el segundo principio de la termodinámica y la teoría de la evolución biológica se le debe en primera instancia al físico Erwin Schrödinger (1944). La principal contribución de Schrödinger es que fue el primero que intentó explicar las regularidades físicas de la vida. Su obra “¿Qué es la vida?” influyó de inmediato esencialmente sobre los físicos, químicos y biólogos en la interpretación de la aparente contradicción. Schrödinger dirigió su atención a que el ascenso evolutivo del mundo biológico se alcanza en correspondencia con la validez del segundo principio de la termodinámica. Esto ocurre a través de que el sistema vivo permite transmitir por medio de su equilibrio dinámico, energía y organización y a través de ello mantiene su propia organización. Schrödinger señala aquí que el organismo extrae *negentropía* (entropía negativa) del medio exterior y por medio de este proceso se produce entropía que el sistema vivo exporta al medio exterior con lo cual crece la organización dentro del sistema.

Una importante contribución para la comprensión de las relaciones entre lo físico y lo biológico y para la explicación de su complejidad lo constituyó el teorema de Turing en la teoría del automático (teorema de la universalidad). Según este un sistema automático con una correspondiente estructura cuando sobrepasa un determinado límite de la complejidad, llega a ser universal. Con ello el mismo llega a ser capaz de cumplir cualquier programa complejo. <sup>(6)</sup> Con esto Turing realizó una contribución a la comprensión en sentido matemático del surgimiento y del papel de la complicación de las funciones en los sistemas vivos, lo que adquiere especial significado para la



interpretación de los procesos biológicos complejos objeto de las ciencias médicas. Ya Pavlov había adelantado en su tiempo la concepción de la extraordinariamente compleja respuesta funcional del organismo en sus investigaciones con perros, donde las mismas sorprenden en ocasiones como si fueran resultante de la acción de un cerebro pensante.

En el análisis de los sistemas vivos Bertalanffy brindó una importante contribución como ya se ha señalado a través, de la teoría de sistemas, con la cual demostró que mismos solo a través del equilibrio dinámico pueden mantenerse en su interacción con el medio exterior. En este sentido el equilibrio dinámico se convierte en una condición para su existencia. Esto no es absolutamente válido como regla en el mundo inorgánico. Bertalanffy y su escuela construyeron una termodinámica de los sistemas abiertos la cual fue luego continuada a través de los trabajos de Prigogine y Eigen.<sup>(iii)</sup>

Los trabajos de Prigogine y Eigen completaron el acercamiento teórico hacia la solución de la ya planteada aparente contradicción. En su trabajo sobre la termodinámica no lineal de los sistemas abiertos alejados del estado de equilibrio Prigogine descubrió nuevos status de los procesos materiales no conocidos, a saber, la conducta coherente en el tiempo (relojes biológicos) y la conducta coherente en el espacio. Estas son según Prigogine, propiedades de las estructuras que existen bajo las condiciones alejadas del estado de equilibrio. En este sentido señala, “para nosotros la conclusión esencial radica en que existe una estrecha relación entre autoorganización y el estado alejado del equilibrio”.<sup>(7)</sup>

Eigen comprende bajo el concepto “autoorganización de la materia” como “ la capacidad de determinadas formas materiales resultante de interacciones definidas y conexiones de estricto mantenimiento de determinadas condiciones límites para producir estructuras autoreproductivas”.<sup>(8)</sup> De este modo Eigen relaciona autoorganización con autoreproducción, con ello realiza la conclusión de que la autoorganización es una propiedad especial de la materia que existe solo bajo determinadas condiciones específicas internas y externas.

Las ideas fundamentales de Prigogine y Eigen fueron sintetizadas por Ebeling de la forma siguiente: “En la naturaleza pueden formarse estructuras de forma espontanea principalmente cuando se cumplen las siguientes condiciones necesarias:

1. El sistema es termodinámicamente abierto, por lo que puede intercambiar energía y/o sustancia con su medio exterior.
2. El sistema se encuentra en un punto hipercrítico de equilibrio.
3. El sistema está regido por regularidades no lineales.
4. Los microprocesos se comportan cooperativamente”.<sup>(5)</sup>

Cuando se cumplen las condiciones anteriores se produce un tránsito hacia estados estacionarios estables que es designada como evolución física y que están sometidos al principio de evolución de Prigogine. Con los procesos de autoorganización los estados inestables muestran una variación de las fluctuaciones que hace que el sistema esté en condiciones de pasar a estados estables. En este sentido constituyen los procesos de autoorganización procesos elementales condicionantes de la evolución.

Analicemos como se comportan las cuatro condiciones necesarias para que un proceso se autoorganice en el caso del mundo vivo:

1. Los sistemas vivos son sistemas abiertos existentes bajo determinado equilibrio dinámico.
2. “La vida ...se relaciona ...con la conducta que aparece bajo las condiciones del estado de alejamiento del equilibrio (termodinámico)” según Prigogine y Stengers.<sup>(7)</sup>
3. Los procesos biomoleculares tienen un comportamiento “no lineal” como regla, como es el caso de los procesos autocatalíticos de inhibición-activación, entre otros.

4. La conducta no lineal conduce a la cooperatividad entre los microprocesos, como ocurre en los mecanismos de regulación enzimática.

Las condiciones anteriores constituyen características propias de los procesos vivos, de modo que las condiciones de la autoorganización físico-química constituyen fundamentos físico-químicos de la vida.

De todo lo anterior se derivan los siguientes elementos de valor metodológico para la interpretación de problemas de las ciencias concretas como es el caso de las ciencias médicas:

- \* Los sistemas biológicos y sociales son sistemas abiertos.
- \* La variación en uno de los parámetros del sistema puede producir alteración del equilibrio del mismo.
- \* Los procesos biológicos y sociales están caracterizados por la no linealidad y la cooperatividad entre los microprocesos.
- \* El desarrollo y evolución de los procesos biológicos y sociales tiene lugar por fluctuaciones.

### **La teoría del caos**

Otra versión del paradigma de complejidad lo aportó la teoría del caos. Por su inter- y transdisciplinaridad se dice que el caos brota a través de las líneas que separan las disciplinas científicas como ciencia de la naturaleza global de sistemas. Hay que ver que la especialización es opuesta al caos y en su análisis encontramos problemas que contradicen la ciencia clásica. Un grupo de nuevos descubrimientos de las ciencias lo ponen de manifiesto: la relatividad eliminó la ilusión newtoniana del espacio y el tiempo absoluto; la teoría cuántica eliminó el sueño newtoniano de los procesos de medición controlables; el caos elimina la fantasía laplaciana de la predictibilidad determinista (al menos en la forma clásica). Todo lo anterior fundamenta la limitación para el análisis de la visión disciplinar desde la que muchas veces se realizan las valoraciones en el

diagnóstico o en la investigación médica de los procesos biológicos y sociales determinantes del proceso salud-enfermedad.

Otra característica del caos lo constituye su conocida sensibilidad o dependencia de las condiciones iniciales. Pequeñas diferencias en las condiciones de partida pueden llegar a ser preponderantes en la determinación de grandes diferencias en el estado final del sistema. Así ocurre, por ejemplo en las predicciones del pronóstico meteorológico, como el llamado por Laplace “efecto mariposa”, a través de la consideración de que como resultado de la complicación de las estructuras de los procesos complejos y sus múltiples determinantes, “...el aleteo de una mariposa en el Amazonas pudiera ocasionar una tormenta en Nueva York”. Aquí también la visión estrecha de la valoración en el tiempo de los determinantes de la salud-enfermedad puede dejar fuera del análisis procesos determinantes que ocurrieron muy alejados en el tiempo del momento de la valoración correspondiente, como es el caso de las causas que producen las hoy llamadas enfermedades re-emergentes en la Epidemiología.

Otra característica de los procesos caóticos es que el caos es ubicuo, es decir, tiene carácter azaroso, pero contradictoriamente es estable y estructurado, lo que se conoce con el nombre de “atractores extraños”. Esto quiere decir que a pesar de la multiplicidad de posibilidades de manifestación final de un proceso complejo, existen tendencias que expresan la manifestación más probable para su ocurrencia. Robert May ha observado, por ejemplo, oscilaciones en el aumento y disminución de casos en una epidemia a pesar de existir un proceso de inoculación o campañas preventivas.

Por otro lado, los biólogos moleculares comienzan a ver las proteínas como sistemas en movimiento y los fisiólogos observan los órganos no como estructuras estáticas sino como oscilaciones complejas regulares o irregulares, como es el caso del funcionamiento cardíaco.<sup>(iv)</sup> Todo ello sugiere la conducta compleja de los sistemas vivos.

De todo lo anterior se encuentran entonces los siguientes elementos de valor metodológico para la interpretación en medicina:

- \* Carácter inter y transdisciplinar del caos, elemento de enorme valor para la evaluación médica.
- \* Valor de la dependencia de las condiciones iniciales en la interpretación de los procesos determinantes del proceso salud-enfermedad.
- \* Conductas azarosas por interacción entre variables o sistemas (fluctuaciones), lo que ocurre permanentemente en los procesos biológicos y sociales sumamente complejos.
- \* Evolución de los procesos por fluctuaciones (bifurcaciones), característica de los procesos complejos donde los determinantes de la salud no son la excepción.
- \* Existencia de orden dentro del desorden (atractores extraños) y por tanto de conductas más probables dentro de la enorme complejidad de las interacciones.

Como puede observarse tales consideraciones anteriores que constituyen regularidades de los procesos complejos no son comunes aún en la evaluación e interpretación de los problemas de salud.

### **La Geometría fractal**

Otro elemento importante dentro de la teoría de la complejidad lo constituye la llamada *Geometría fractal*. La Geometría euclidiana, a la que todos estamos acostumbrados por formación, es una Geometría de rectas continuas. Las discontinuidades de la realidad no pueden ser explicadas por la Geometría clásica. El matemático norteamericano Benoit Mandelbrot ha desarrollado la Geometría de la regularidad discontinua al analizar los cambios caóticos en el precio del algodón. Cada precio particular es azaroso pero la secuencia de los cambios en un día o en un mes son proporcionales. Esto quiere decir que la variación del cambio permanece constante, lo que enseña a encontrar orden en el aparente desorden.

Mandelbrot estudió la aparición de ruidos azarosos en la transmisión telefónica de computadora a computadora. Tal análisis pudo ser explicado a través de una simple distribución geométrica denominada [Distribución de Cantor](#):<sup>(v)</sup>

La Distribución de Cantor puede ser explicada a través de dos tipos de efecto: el efecto de Noah y el efecto de Joseph. El efecto de Noah significa discontinuidad, a saber, cuando una cantidad cambia puede cambiar arbitrariamente rápido. Y el efecto de Joseph significa persistencia, es decir, la repetición periódica de los cambios. Lo que explica la unidad de la regularidad y de los cambios bruscos. De este modo se puede explicar la conducta fractal en el espacio y en el tiempo. La discontinuidad de una línea costera, las explosiones de ruido, no pueden ser explicadas por la Geometría clásica. Las nubes no son esferas, las montañas no son conos. La nueva Geometría refleja un universo escabroso, no plano ni redondeado.

Todo lo anterior puede ser explicado a través de la propiedad de la autosimilaridad, lo que explica la simplicidad de lo complejo en la conducta fractal, y los fractales desde una nueva concepción geométrica son cuerpos de dimensión fraccionaria, bien diferente a la geometría tradicional euclideana que trabaja con dimensiones de números enteros.

En lo anterior se hallan también elementos de valor metodológico para la interpretación en medicina. A saber, los objetos y procesos complejos tienen:

1. La organización esencialmente no lineal propia de todos los procesos biológicos y sociales.
2. La dimensión fraccionaria, característica de las estructuras y fenómenos complejos que determinan la salud y la enfermedad, pocas veces así considerada.
3. La propiedad de autosimilaridad también existente en los procesos biológicos y sociales como ya se considera hoy en la interpretación del ritmo cardíaco o de la producción de tumores responsables del flagelo del cáncer.

La Geometría fractal es la Geometría del mundo real.

## CONCLUSIONES

A partir de lo expuesto hasta aquí se resumen los principales elementos del pensamiento complejo:

- \* Concepción de sistema de los procesos biológicos y sociales como totalidad.<sup>(vi)</sup>
- \* Concepción de proceso para la interpretación de los fenómenos biológicos y sociales.
- \* Carácter abierto de los sistemas biológicos y sociales.
- \* Alteración del equilibrio por influencia en la variación en uno de los parámetros de cualquier sistema en cuestión.
- \* No linealidad y cooperatividad de los procesos biológicos y sociales.
- \* Comprensión de evolución (desarrollo) por fluctuaciones.
- \* La evolución de los procesos por fluctuaciones conducen a bifurcaciones.
  
- \* Carácter inter- y transdisciplinar del caos como entidad conceptual necesaria para la interpretación médica.
  
- \* Valor de la dependencia de las condiciones iniciales en la consideración del proceso salud-enfermedad.
  
- \* Existencia de orden dentro del desorden, a saber, de atractores extraños que explican las conductas más probables de los procesos complejos multideterminados.
  
- \* Los fractales son cuerpos de dimensión fraccionaria, y así lo han de ser las estructuras biológicas que constituyen a menudo el objeto de nuestro estudio.
  
- \* La autosimilaridad de las estructuras y de los procesos tiene lugar en la multiplicidad de procesos biológicos y sociales objeto de nuestro análisis.

Estas conclusiones nos remiten a realizar algunas consideraciones para una más acertada consideración de los procesos que explican el diagnóstico y la investigación médica, a saber, la necesidad de:

1. Analizar los procesos objeto de estudio como totalidad compleja de interacciones.
2. Considerar la concepción de proceso y no de estado.
3. Tener en cuenta el carácter abierto de los sistemas biológicos y sociales.
4. Considerar la alteración del equilibrio por influencia en la variación en uno de los parámetros del sistema.
5. Tener en cuenta la no linealidad y la cooperatividad de los procesos biológicos y sociales.
6. Comprender la evolución por fluctuaciones como característica esencial del devenir de los procesos biológicos y sociales.
7. Interpretar que las fluctuaciones de los procesos conducen a bifurcaciones que pueden dirigir su desarrollo hacia la salud o la enfermedad.
8. Analizar los problemas objeto de estudio desde la inter- y la transdisciplinaridad.
9. Considerar el valor de la dependencia de las condiciones iniciales de los procesos, como ha de ocurrir en la interpretación de la anamnesis de la enfermedad.
10. La necesidad de analizar las tendencias de los procesos buscando los atractores extraños que determinan la conducta más probable de los mismos.
11. Tener en cuenta la existencia de un nuevo orden y de un nuevo determinismo, el del determinismo complejo.
12. Considerar que las estructuras complejas objeto de nuestro análisis poseen en el espacio y en el tiempo dimensión fraccionaria.
13. Considerar la propiedad de autosimilaridad de las estructuras y los procesos como fundamento para la interpretación de los complejos procesos biológicos y sociales.



Como refleja la literatura moderna, hay complejidad en el funcionamiento de los procesos cardio-respiratorios donde pueden mezclarse procesos tales como hipertensión arterial por resistencia vascular periférica, insuficiencia coronaria, alteración de la bomba de sodio-potasio, formación de coágulos y placas aterogénicas, insuficiencia cardíaca, congestión pulmonar; variabilidad del ritmo cardíaco, correlación entre presión arterial diastólica y presión arterial sistólica.

Lo mismo ocurre con el comportamiento de las redes neuronales en la actividad simpática donde tiene lugar una correlación entre médula, ganglios y órganos con la actividad parasimpática en la relación amígdala-hipotálamo-vago-órganos o con la actividad vascular periférica de los nervios inferiores. Las leyes que rigen tales procesos están caracterizadas por las peculiaridades que gobiernan la complejidad, donde el análisis especializado de simplicidad no alcanza a ver. Aquí es válida también aquella máxima de que la obsesión por los árboles no permite ver el bosque.

En la literatura se puede encontrar análisis acerca de la situación epistemológica actual de la medicina y el impacto que en ella han tenido los avances en el campo de la biología, la química y la física;<sup>(vii)</sup> investigaciones desde el paradigma de la complejidad para intentar presentar ante la comunidad científica estrategias de prevención del cáncer pulmonar tabáquico;<sup>(viii)</sup> trabajos que muestran cómo el pensamiento polarizado o dicotómico es un obstáculo fundamental para la construcción de nuevos abordajes de la salud y de las formas complejas de aproximación al ser humano;<sup>(ix)</sup> abordajes integradores terapéuticos posibles de la anorexia donde se propone un enfoque que posibilite la coherencia epistemológica de los distintos dispositivos terapéuticos, a saber: terapia familiar, terapia individual, terapia grupal y tratamiento farmacológico;<sup>(9)</sup> o estudios donde se resalta la importancia de considerar el cáncer en la perspectiva del concepto de caos y de la teoría de la complejidad,<sup>(10)</sup>. Pero tales consideraciones constituyen aún casos aislados no predominantes en la literatura actualizada. Lo que más predomina es la interpretación simplificada, lineal, especializada y basada en la evidencia concreta. Tales puntos de vista han resuelto y aún resuelven muchos problemas en la ciencia actual, pero que los mismos tienen limitaciones cuando se

necesita adentrarse en las complejidades de la multiplicidad de determinaciones que los mismos poseen.

El conocimiento y el pensamiento especializado, constituye un hecho de pensamiento, significa un corte, una abstracción de esa área de la realidad que por demás es compleja, lo que no permite ver las interconexiones de un proceso multicausalmente determinado donde los resultados de las interacciones van mucho más allá de las simples interconexiones lineales entre los procesos. Por eso sus resultados pueden parecer a veces incomprensibles desde una mirada simplista del problema.

Cuando se interpreta tales procesos de forma simple, los estamos viendo como no son. El diagnóstico y la investigación especializada basada en la evidencia y el método de prueba y error desde una mirada estrecha conducen a razonamientos limitados e inexactos. Acercarse a la complejidad significa acercarse a la estructura real de los procesos que se investiga; significa ser más eficientes en el diagnóstico y en la investigación. Es necesario hacerlo comprender.

Recibido: 11/4/08 Aprobado: 6/5/08

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

(1) Araujo González R. El Proyecto del Genoma Humano en la encrucijada de paradigmas. [10 pág aprox.]. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/libros\\_texto/filosofia\\_ysalud/indice\\_h.html](http://bvs.sld.cu/libros_texto/filosofia_ysalud/indice_h.html). Consultado Noviembre 15, 2008.

(2) Sotolongo PL. El paradigma biomédico-clínico moderno de la salud y la enfermedad. Su repercusión sobre la formación del personal de la salud. Informe

Parcial del Tema de investigación Epistemología y Salud. Academia de Ciencias de Cuba, 1998. Informe No. 2.

(3) Kuhn T. La estructura de las revoluciones científicas. México: Fondo de Cultura Económica; 1982. p. 269.

(4) Bertalanffy L.V. Biofísica del equilibrio dinámico. Berlín; 1977. p. 16.

(5) Araujo González R. Problemas filosóficos de la teoría del desarrollo en la Biología. [Tesis doctoral]. Jena, Alemania: Universidad Federico Schiller; 1985. p. 80.

(6) Riedl R. Biología del conocimiento. Madrid: Editorial Alianza; 1981.

(7) Prigogine I, Stengers I. Diálogo con la naturaleza. Munich/ Zurich; 1981. p. 150-151.

(8) Eigen M, Winkler R. El juego. Munich/ Zurich; 1976. p. 197.

(9) Campodónico J; Vasquez L. El recorrido de una anorexia y las instituciones: la Torre de Babel. Mundo Saúde 1995;27(3):407-411, jul.-set.

(10) Patiño JF. Oncología Caos y Sistemas adaptivos complejos. Rev Colomb Cancerol 2002;6(1):16-19.

## **NOTAS**

(i) Ha sido colaborador científico de la Oficina de la Organización Panamericana de la Salud en la Habana. Profesor Titular Adjunto de la UH. Doctorado en Ciencias Filosóficas, 1985 en la Universidad "Federico Schieller" de Jena, Alemania. Coordinador del Capítulo Cuba de una Red Regional de Investigaciones de Centroamérica y el Caribe sobre "Sistemas y Servicios de Salud" de 1996 a 1998 (REISSCAC). Ha impartido más de 50 cursos de post-grado nacionales e internacionales. Ha presentado trabajos en 50 eventos científicos nacionales e internacionales. Coautor de tres libros sobre Filosofía y Ética, y tiene 29 publicaciones sobre estos temas. Miembro de los Consejos Científicos de la Universidad Médica de la Habana, del Centro de Investigaciones y Referencias de Aterosclerosis de la Habana

(CIRAH) y de la Facultad Cubana de Oftalmología. Miembro del Tribunal de Mínimo Candidato en Filosofía de la Universidad Médica de la Habana, así como de Categorías Docentes e Investigativas para el requisito de “Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología Médica”. Profesor invitado de las Universidades “El Bosque”, de Bogotá, Colombia y de la Universidad de Montreal, Canadá. Actualmente es Jefe de la Oficina de Grados Científicos de la Universidad Médica de la Habana y miembro de la Sección de Biomedicina de la Comisión Nacional de Grados Científicos.

(ii) Estas contribuciones no constituyen las únicas que hoy día integran el modelo conceptual actual conocido como *teoría de la complejidad*, en tanto existen otras tales como la *lógica de los conjuntos borrosos*, la *teoría de los juegos*, entre otras, que también contribuyen significativamente a la formación del pensamiento de complejidad, solo que en nuestro caso, hemos seleccionado estos cuatro sistemas teóricos, por formar parte de las primeras contribuciones teóricas que sacaron a la palestra de la ciencia el modo complejo de pensamiento.

(iii) Aquí puede observarse el vínculo de unidad y continuidad existente entre la teoría de sistemas y la teoría de la autoorganización.

(iv) Ver Wessel N; Kurths J; Ditto W; Bauernschmitt R. Introduction: Cardiovascular physics. Chaos 2007;17(1).

(v) Comienza con una línea; se borra la mitad de la tercera parte, entonces se borra la mitad de la tercera parte de los segmentos restantes. La serie de Cantor es la distribución de puntos que quedan los que llegan a ser infinitamente muchos hasta que su longitud total sea igual a 0. Esta paradoja de construcción ocupó la atención de los matemáticos del siglo XIX, pero Mandelbrot vio en la serie de Cantor un modelo para explicar la ocurrencia de errores en una línea de transmisión electrónica. Los ingenieros observaban períodos de ruido en las transmisiones mezclados con períodos en los que los ruidos desaparecían. Mandelbrot descubrió midiendo los minutos y los segundos que la relación de los cambios de los ruidos a la transmisión limpia permanece constante. Este es un ejemplo de una conducta fractal del tiempo.

(vi) La intuición nos hace pensar que todos los postulados hasta aquí expuestos son por supuesto también válidos para la interpretación de la complejidad de los procesos psíquicos y psicológicos que tanta influencia y en ocasiones determinación tienen en la producción de la salud o de la enfermedad.

(vii) Ver. Gil Briceño MA. Epistemología y medicina compleja. Texto & Contexto Enfermagem 2005;14(3):364-372, jun.-set. (29/11/07)

(viii) Ver. Martín Piñate F. Tratamiento preventivo del cáncer pulmonar tabáquico. Gac. Méd. Caracas 2006;114(1):34-43, ene.-mar.(29/11/07)

(ix) Ver. Najmanovich D; Lennie V. Pasos hacia un pensamiento complejo en salud. Claves Psicoanal Med 2004;13(21):70-76. (29/11/07)