

Rev Cubana Salud Pública v.33 n.4 Ciudad de La Habana oct.-dic. 2007

Escuela Nacional de Salud Pública

## Complejidad y salud en el siglo XXI

[Rina M. Ramis Andalia](#)

*.....Planeaba ya Descartes en su discurso del método “Empecemos con los sistemas  
mas simples  
y de mas fácil discernimiento para ascender después gradualmente a la comprensión  
de los más complejos.....*

Edgar Morin.1

### RESUMEN

La ciencia y la producción de saber científico están cambiando y esto muestra que la crisis de identidad de la ciencia contemporánea es una crisis de crecimiento de la que está surgiendo un modo nuevo de producción de conocimiento y tecnología. El nuevo saber es una tendencia hacia la superación de las barreras disciplinarias y el establecimiento de un cuadro del mundo nuevo, que reconozca su diversidad y complejidad intrínsecas. El pensamiento de la complejidad no niega el desarrollo alcanzado por el pensamiento simplificador prevalente en las ciencias. La humanidad se enfrenta actualmente a las consecuencias del daño a la naturaleza ocasionado por el hombre y el consecuente emerger y reemerger de problemas que afectan al mundo entero, como resultado de movimientos caóticos donde coexisten a la vez el orden/desorden, lo normal/lo patológico, endemia/pandemia/epidemia; emergen nuevas especies de patógenos bacterianos y virales como consecuencia de cambios ecológicos del medio ambiente, se incrementa la inestabilidad, la pobreza, el agotamiento de recursos naturales y el temor a desaparecer como especie y como planeta. En Cuba, el pensamiento de la complejidad, se ha dado a conocer desde la cátedra de la Complejidad del Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias; desde la salud, trabajan diferentes grupos a lo largo y ancho del país. Se pretende llevar a los lectores a reflexionar en la nueva forma de pensar que brindan estas nuevas teorías, útil para el estudio de cualquier problema de salud que afecte a los seres humanos en el mundo de hoy.

*Palabras clave:* Teoría de la complejidad, ciencia y complejidad, complejidad y salud.

## INTRODUCCIÓN

Innumerables instituciones y artículos publicados en revistas de conocido prestigio internacional documentan exhaustivamente el desarrollo alcanzado por las Ciencias Médicas durante el pasado siglo, tanto en la educación, como en la investigación, la práctica técnica y profesional y el control de numerosas enfermedades.

La revolución científico- técnica, que se inició a finales del siglo XIX y alcanzó en el siglo XX su máximo esplendor, se extendió a todas las ramas del saber humano, lo que favoreció que la medicina se nutriera de importantes progresos tecnológicos que permitieron un salto cuanti-cualitativo en la capacidad de diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. Surge y se desarrolla una nueva industria: la industria médico-farmacéutica, que emergió con poder económico insospechable. Similares resultados ha obtenido la información médica, gracias al desarrollo de la informática y de los medios de comunicación virtual. Debido a esto, a partir de los años 80 las Ciencias Médicas reciben una avalancha de instrumentos, equipos, técnicas y medios, cada vez más complicados, con el consecuente incremento provechoso en la precisión en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, sin embargo, la medicalización y la instrumentación excesiva, distancian y automatizan la relación médico-paciente y amenazan con destruir valores éticos y morales, pilares de esta profesión desde *Hipócrates*, a pesar del rescate de estos valores hecho por la bioética, después de los horrores cometidos por el fascismo en la segunda guerra mundial, y que constituyen una barrera en el propósito de duplicar hombres como ovejas “Dolly” y automatizar el cuerpo humano. Existe, además, tal velocidad en el cambio de tecnologías, que los usuarios no lo pueden asimilar, especialmente el mundo no desarrollado, con la consecuente dificultad de adquirir sólo partes o su totalidad y por tanto, se pone en peligro la disponibilidad de tecnologías de última generación.

El escenario internacional, donde estos progresos tecnológicos y científicos se están produciendo no deja de ser fluctuante y sombrío. El mundo después de la posguerra quedó fraccionado, bipolar. Al derrumbarse el campo socialista, emerge como poder hegemónico, unipolar, el imperialismo en fase decadente. Las Naciones Unidas no existen y sólo son la utopía de un sueño no alcanzado. Los pueblos menos favorecidos económicamente, abandonados a su propio destino, sufren de explotación y del despojo de sus riquezas naturales. Ningún poder mundial logra detener las guerras de exterminio. El capitalismo ingenuo se convirtió en imperialismo deshumanizante. Las desigualdades e iniquidades sociales generan formas de vida desigual e iniquitativas. Las guerras, la incontrolada explotación de los recursos naturales, la experimentación con armas químicas, biológicas y nucleares; la desertificación, los cambios climatológicos y de la biosfera, los terremotos, tsunamis, aludes, huracanes de gran poder, propician la aparición de nuevos virus y bacterias resistentes al control y a tratamientos convencionales. Se dispersan nuevas y terribles enfermedades: la miseria, el hambre y la destrucción, se extienden amenazadoras, por todo el planeta.

En este contexto, el saber que proporcionan las llamadas “teorías de la complejidad” puede arrojar alguna luz sobre la comprensión y análisis de estos problemas. Desde este punto de vista, estas nuevas teorías podrían cambiar profundamente la visión de las ciencias y finalmente la visión actual del universo.

## EL PAPEL HISTÓRICO DE LAS CIENCIAS

“Subsiste la nostalgia de que la Ciencia nos proporciona la verdad, verdad única, de la que podría después deducir el bien (individual, social, político...) pero eso no es nada más que una ilusión. Desde luego una nostalgia que explicara todo, las cosas como son y también como deberían ser. Lo que los anglófonos llaman *Naturalistic fallacy*, esto es, el sofisma naturalista que consiste en deducir *lo que debería ser de lo que es. Lo que debería ser*, es en realidad fruto de nuestra imaginación y de nuestro deseo, y no es en general deducible de lo que es. El conocimiento de lo que es nos permite apreciar las cortapisas que ponen límites a nuestra imaginación, mas allá de los cuales en principio no se puede ir.”<sup>2</sup>

“Nuestra tradición intelectual está marcada por dos grandes rupturas, dos auténticas revoluciones del pensamiento: una de ellas es la nueva concepción del espacio, fruto de las investigaciones de *Copérnico*, *Galileo* y *Newton*, que reemplaza la noción de un universo centrado en la tierra y la otra es el derrumbamiento de la visión antropocéntrica del mundo provocado por las teorías de *Darwin*. Hoy día comenzamos a vislumbrar que los universos que han abierto estas dos rupturas no eran idénticos y que tampoco el primero llevaba necesariamente al segundo.”<sup>3</sup>

Por otra parte, la Ciencia y la producción de saber científico están cambiando, y esto muestra que la crisis de identidad de la ciencia contemporánea, es una crisis de crecimiento de la que está surgiendo un modo nuevo de producción de conocimiento y tecnología. Lo posible en este camino es ya parcialmente realidad desde mediados del siglo XX y ha comenzado a rendir frutos materiales y epistemológicos.

El nuevo saber como unificación no consiste en la desaparición de las disciplinas ni en la creación de una ciencia única. Es una tendencia hacia la superación de las barreras disciplinarias, y el establecimiento de un cuadro del mundo nuevo, que reconozca su diversidad y complejidad intrínsecas.

El nuevo saber se expresa en la superación del reduccionismo como instrumento metodológico privilegiado en la ciencia disciplinaria, la búsqueda de un método de pensamiento nuevo; el avance hacia la comprensión de los objetos del mundo como sistemas o entidades complejas irreductibles, imposibles de ser agotadas; la superación de la idea del objeto dado, que paulatinamente está siendo sustituida por la noción de virtualidad del objeto de investigación; la tendencia a comprender de una manera nueva los “objetos” del mundo, y la naturaleza como totalidad; la comprensión de la artificialidad del mundo del hombre y sus construcciones cognitivas, cuestionamiento de la división rígida entre ciencias naturales y sociales; la transdisciplinariedad e interdisciplinariedad crecientes; la consideración de la subjetividad en el análisis de la objetividad científica y el planteo de los límites culturales de dicha objetividad (Delgado Díaz CJ. Hacia un nuevo saber: problemas del enriquecimiento moral del conocimiento humano. Palacio de las Convenciones, La Habana, 8 al 11 de enero de 2002).

Hoy, al igual que en el pasado, han sido nuevamente las ciencias exactas las que han introducido elementos originales, marcando la pauta sobre el significado del conocimiento. En efecto, se debe a un conjunto de físicos, biólogos, matemáticos, y otros, el haber reintroducido con elementos novedosos la cuestión epistemológica como itinerario fundamental de cualquier búsqueda científica. Sin asomo de dudas, estos

científicos han propiciado una auténtica revolución copernicana que modifica de raíz los presupuestos largamente asumidos sobre la naturaleza y los alcances del conocimiento científico.<sup>4</sup>

## CIENCIA Y COMPLEJIDAD

Aunque las teorías que originan el pensamiento complejo tienen diversas fuentes de origen y presupuestos científicos, se caracterizan por coincidir en lo siguiente:

- Establecen una clara ruptura con el pensamiento simplificador y lineal que predominó en las ciencias desde su surgimiento (*Descartes, Galileo, Newton, Leibniz*) hasta el momento actual.
- No niegan el valor del pensamiento científico anterior sino que los integran y superan.
- Reconocen que el conocimiento es limitado, que sus límites son en ocasiones difusos e imprecisos y que no pueden ser atrapados por el lente humano, por lo que la realidad es impredecible.
- Que la materia se autoorganiza, que coexisten en ella el orden y el desorden a la vez y que los movimientos no se producen en línea recta sino en forma de turbulencias, bucles, torbellinos, de donde emergen estructuras nuevas, superiores, diferentes a las que le dieron origen. Que se producen momentos de avances y retrocesos.
- Que el principio de la autosimilaridad está presente en los fenómenos complejos, ya que la parte está en el todo y el todo está en las partes.
- Que los fenómenos complejos son altamente sensibles a pequeñas variaciones en sus condiciones iniciales, de modo que pequeños cambios en estas condiciones, pueden acarrear grandes transformaciones.

*Edgar Morin* identifica tres teorías, surgidas en los años 40 del siglo xx, que han sido básicas para el surgimiento de la teoría de la complejidad: la información, la cibernética y la teoría de sistemas. La teoría de la información permite entrar en un universo donde a la vez hay redundancia (orden) y ruido (desorden). La cibernética es una teoría de las máquinas autónomas, la idea de la retroacción (*feed back*) que introduce *Norbert Wiener*, rompe con el principio de la causalidad lineal, al introducir la curva de causalidad. La causa actúa sobre el efecto y el efecto actúa sobre la causa y por último, la teoría de sistemas, con su primera lección, “el todo es más que la suma de las partes”, pero por otra parte, “el todo es menos que la suma de las partes”, pues estas pueden tener cualidades inhibidas por la organización del conjunto.<sup>1</sup>

Surgen además nuevos conceptos: el de autoorganización, inspiradas por *Von Neuman* y su teoría de los autómatas autoorganizadores, mientras que *Von Foerster* aporta la noción del orden a partir del ruido, el orden a partir del desorden y *Atlan* la teoría de azar organizador, relación dialógica presente en todos los sistemas. *Prigogine* es quien finalmente demuestra con la segunda ley de la termodinámica, que existe *la física de los procesos de no equilibrio* de los sistemas no lineales y de los procesos *disipativos* caracterizados por un tiempo unidireccional, o sea no reversible. Es lo que *Edgar Morin* llama “autoeco-organización.”

Como antecedente al surgimiento de las teorías que fundamentan la ciencia de la complejidad, se menciona que en 1927 *Werner Karl Heisenberg* (1901-1976) físico y Premio Nóbel alemán, desarrolló un sistema de mecánica cuántica cuya indeterminación o principio de incertidumbre ha ejercido una profunda influencia en la física y en la filosofía del siglo xx.<sup>5,6</sup>

La mejor estudiada y más conocida de las teorías científicas de la complejidad es la teoría del caos. Se debe al descubrimiento realizado por el físico *Edward Lorenz*, quien actuando como meteorólogo del *Massachusetts Institut of Technology* (MIT), descubre el efecto que tienen las pequeñas diferencias iniciales “efecto mariposa” sobre la situación climatológica.<sup>7</sup>

También forma parte de estas teorías científicas, el descubrimiento realizado de la llamada geometría fractal, realizado en 1975 por el ingeniero francés *Benoit Mandelbrot*, con aportes fundamentales a la teoría de la complejidad.

Otra teoría que fundamenta la ciencia de la complejidad es la denominada teoría de los conjuntos borrosos, elaborada por *Lofti A. Zadeh* (1965), un ingeniero iraní que trata de formalizar en un modelo lógico y matemático *lo impreciso, lo difuminado, lo indeterminado, lo difuso....*

También se incluye la teoría de las catástrofes presentada a comienzos de los años 70 por el matemático *René Thom* (1972) que describe sobre una base topológica pero también filosófica, los cambios “repentinos” que ocurren en un sistema sin perjuicio de su estabilidad o continuidad, expresado con otras palabras, que el sistema consigue mantenerse gracias a una maniobra de subsistencia.

### **LOS TRES PRINCIPIOS: EL DIALÓGICO, EL DE LA RECURSIVIDAD Y EL HOLOGRAMÁTICO**

El principio dialógico vincula dos nociones antagónicas, que deberían repelerse pero son parte de una realidad inseparable, ejemplo de ello: salud/enfermedad.

El principio de la recursividad, es más que la simple retroalimentación, supera la curva de regulación con una noción generadora y autoorganizante, productos y efectos son a su vez causantes de lo que lo producen: los seres humanos somos causa y consecuencia de la reproducción de la especie humana.

Por último, el tercer principio u hologramático, pone de manifiesto, la aparente paradoja de ciertos sistemas donde no sólo la parte está en el todo, sino que el todo está en la parte: la totalidad del patrimonio genético esta presente en cada célula, al igual que el individuo es una parte de la sociedad.

El pensamiento complejo es esencialmente el pensamiento que integra la incertidumbre y que es capaz de concebir la autoorganización, capaz de reunir, contextualizar, globalizar, pero reconociendo lo singular y lo concreto.<sup>1</sup>

## COMPLEJIDAD Y SALUD EN EL SIGLO XXI

Para las ciencias en general, y la salud en particular, las teorías de la complejidad tienen un efecto demoledor sobre el reduccionismo científico. Una de las virtudes, que tienen estas nuevas teorías es su capacidad de integrar, de unir y al mismo tiempo de respetar la diversidad; otra es reconocer que el conocimiento científico tiene límites y que los fenómenos no son predecibles aunque sí prevenibles. Un axioma de la complejidad es la imposibilidad de alcanzar nuevos conocimientos de forma fraccionada, por lo que las disciplinas científicas, en lo adelante deben trabajar de forma *transdisciplinar*, es decir estudiar un problema conjuntamente, desde varias ciencias relacionadas y desde cada una de ellas por separado y de la misma forma tomar medidas para evitarlo y/o solucionarlo.

El pensamiento de la complejidad no niega el desarrollo alcanzado por el pensamiento simplificador prevalente en las ciencias. Sólo que la humanidad, se enfrenta actualmente a las consecuencias del daño a la naturaleza ocasionado por el Hombre al utilizar incontroladamente el acervo científico de la humanidad y el consecuente emerger y reemerger de problemas que no sólo tributan a una parte de la humanidad, sino que se globalizan y afectan al mundo entero, como resultados de movimientos caóticos, donde coexisten a la vez el orden/desorden, lo normal/lo patológico, endemia/pandemia/epidemia, emergen nuevas especies de patógenos bacterianos y virales como consecuencia de cambios ecológicos importantes del medio ambiente y se incrementa la inestabilidad, la inseguridad, la pobreza, el agotamiento de recursos naturales y el temor a desaparecer como especie y como planeta.

Estas transformaciones, no pueden ser explicadas ni resueltas científicamente, de forma holística, si prevalece el pensamiento dividido, fraccionado, entre los componentes científicos, políticos, económicos, culturales, religiosos y sociales en general. Tampoco pueden ser resueltos complejos problemas científicos, teóricos y prácticos del mundo de hoy sin la participación transdisciplinar de las disciplinas científicas. La integración del arte, la cultura, la política, las ciencias, lo tradicional, religioso y popular debe dejar de ser una utopía y convertirse en una realidad cotidiana.

Las teorías de la complejidad y el pensamiento complejo armonizan con el pensamiento materialista dialéctico al vislumbrar soluciones científicas, humanas y contextualizantes a los nuevos problemas sociales, naturales, biológicos y otros que enfrenta la humanidad, abren un nuevo camino explicativo a formas de pensamiento causal, hasta ahora no concebidas por teorías anteriores.

En salud se han producido diversas formas de aplicaciones para las teorías de la complejidad, lamentablemente, no todas son conocidas, otras están surgiendo ahora. Una búsqueda en Internet, proporciona algunas pistas e informaciones. A continuación se señalan algunas de las localizadas:

- La Epidemiología Crítica y la nueva Epidemiología Social, aportan conceptos y propuestas teóricas basados en la teoría de la complejidad.
- En el terreno de la salud, la teoría de la complejidad ha sido útil para investigar el pronóstico de algunas epidemias, utilizando además de los métodos de cálculos convencionales, el concepto de “espectro de potencia”, lográndose identificar atractores extraños en la epidemia.<sup>8</sup>

- *Shaffner y Kot* aplicaron un método de reconstrucción de atractores al estudio de enfermedades epidémicas como varicelas, sarampión y parotiditis, para ello utilizaron datos obtenidos en años en que no existía una vacunación masiva.<sup>9</sup>

El Dr. *José Félix Patiño*, MD., FACS (Honduras), expresidente de la Federación Latinoamericana de Cirugía (FELAC) en una publicación que titula “Oncología, caos, sistemas complejos adaptativos y estructuras disipativas” expresa:

Propongo mirar el cáncer más allá de la ciencia natural, a la luz de *la teoría del caos* y de *la ciencia de la complejidad*, como un fenómeno aleatorio en un *organismo complejo adaptativo de no-equilibrio*. Así concebido, el cáncer de por sí es una *estructura disipativa*, muy alejada del equilibrio, un nuevo estado de la materia que depende de flujos continuos de energía y recursos provenientes del huésped, o sea del organismo humano sobre el cual se conformó, pero que exhibe una tendencia hacia el crecimiento continuo e ilimitado. Una manera de controlarlo sería induciendo su equilibrio químico y térmico, o sea deteniendo sus procesos de autoorganización y perpetuación, puesto que las estructuras disipativas en equilibrio son organismos muertos.<sup>10</sup>

Diferentes autores estudian y publican acerca de la complejidad relacionada con temas de salud:

- **Ciencias biomédicas y complejidad**

La ciencia no lineal está teniendo cada día un mayor impacto en las ciencias biomédicas. De tal modo que su influencia comienza a ser notable en una nueva visión de los seres vivos, así como de la enfermedad. Una apuesta en esta dirección la aporta el libro *Self-Organized Biological Dynamics and Nonlinear Control. Toward Understanding Complexity, Chaos and Emergent Function in Living Systems*, editado por *Jan Walleczek* de Stanford University y que publica Cambridge University Press. Contiene contribuciones de 18 conocidos especialistas en la materia, y se trata de un intento de introducir las ideas fundamentales de una amplia gama de conceptos interdisciplinarios de dinámica no lineal, tales como la autoorganización, complejidad, coherencia, resonancia estocástica, fractales y caos, a las ciencias biomédicas.<sup>11</sup>

- **Dinámica no lineal y biología de sistemas**

El Center for Nonlinear Dynamics in Physiology and Medicine de la Universidad McGill de Montreal organiza una escuela sobre *Systems Biology Dynamics: from genes to organisms*. Entre los temas que se tratan se encuentran la dinámica no lineal y la teoría del caos, sistemas estocásticos, ecuaciones diferenciales con retardo, autómatas celulares. Entre las aplicaciones: redes de expresión genética, propagación de señales neurales, chips de ADN, dinámica cardíaca, control neuronal y hematología.<sup>12</sup>

Sería interminable citar la totalidad de páginas que abordan la complejidad y la salud en Internet, lo que expresa el interés y la relevancia que ha adquirido el tema en el mundo de hoy.

En Cuba, el pensamiento de la complejidad, se ha dado a conocer desde la cátedra de la Complejidad del Instituto de Filosofía a través de cursos, talleres nacionales, simposios internacionales y diplomados. Este conocimiento se ha ido enriqueciendo con la

participación de numerosos sectores de diversas ramas del arte, la cultura, las ciencias naturales y sociales de la población cubana, en todo el país, con la participación personal de importantes figuras de la cultura y de ciencia internacional como son *Isabel Stengers, Edgar Morin, Fritjof Capra, Frederic Munné, Richard Levins*, entre muchos.

Desde la salud, están trabajando diversos grupos a lo largo y ancho del país, por lo que es de esperar que próximamente se comience a obtener resultados transformadores en el quehacer médico y salubrista con enfoque complejo. En la provincia de Camagüey, por mencionar un ejemplo, ha culminado recientemente el “II Taller Transdisciplinar sobre el Enfoque de la Complejidad” convocado por la cátedra de Complejidad de la Universidad de Camagüey y el Centro de Medicina y Complejidad del Instituto Superior de Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay” de la propia ciudad, en este evento se presentaron numerosos trabajos locales y foráneos donde se abordó el tema de la complejidad en salud y en otras ramas del saber.<sup>13-22</sup> Recientemente acaba de concluir el primer diplomado de Pensamiento Complejo ofertado por el Instituto de Filosofía y se acaba de crear la red de complejidad y salud de la cátedra de Complejidad perteneciente al Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias de Cuba.

*Aun no tenemos idea del alcance que tendrá esta teoría en el pensamiento científico y en el quehacer de las ciencias relacionadas con la salud. A la Epidemiología cubana, como ciencia básica de la salud pública, le corresponde jugar un papel orientador con respecto al uso y aplicaciones de la teoría de la complejidad en este campo.*<sup>23</sup>

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Reflexionar en la nueva forma de pensar que brinda el pensamiento complejo para el estudio de los problemas de salud en el mundo de hoy, es una necesidad y un desafío. Existen numerosos problemas que se han enfrentado desde la perspectiva del pensamiento lineal, simplificándolos, reduciendo el todo a las partes, despreciando el valor que tienen las pequeñas variaciones de las condiciones iniciales en todo sistema abierto. Los resultados pueden haber sido aproximaciones más o menos acertadas, pero también se ha cometido importantes errores.

Para cualquier análisis ulterior, debe tenerse en cuenta, que estas teorías, permiten repensar en lo ya conocido desde nuevas perspectivas, o buscar explicaciones a problemas científicos no conocidos o de conocimiento incompleto o no satisfactorio. Muchas son las preguntas para las que aún no se tienen respuestas, pero ya existen respuestas para algunos de los problemas que antes se ignoraban. Científicos e intelectuales en todo el mundo buscan incansablemente las rutas que permitan apropiarse de esas realidades desconocidas. De otras, ni siquiera se ha llegado a percibir su existencia. Siempre se obtendrán resultados a tantos esfuerzos mancomunados, por lo que pensar en la complejidad y la forma de aprehenderla desde cada ciencia particular y transdisciplinar, es un reto al cual no se debe renunciar.

### **Summary**

#### **Complexity and healthcare in the 21st century**

Science and production of scientific knowledge are changing, which shows that the identity crisis of the contemporary science is a crisis in development from which a new

mode of production of knowledge and technology emerges. The new knowledge is a tendency towards overcoming barriers among disciplines and setting up the picture of a new world that recognizes intrinsic diversity and complexity. The complexity thought does not deny the development reached by the simplifying thinking that prevail in sciences. The mankind faces at present the consequences of man-caused damage, and the resulting emergence and re-emergence of problems affecting the whole world, as a result of chaotic movements where order/disorder, normality/pathology; endemics/pandemics/epidemics coexist; new bacterial and viral pathogenic species emerge due to environmental changes; instability, poverty, depletion of natural resources and fear to disappearance of the species and the planet as such are on the rise. In Cuba, the Complexity Chair of the Philosophy Institute of the Academy of Sciences has made the thought of complexity known whereas in the field of healthcare, different groups are working on this issue throughout the country. This paper intends that readers make reflections on the new way of thinking offered by these novel theories, which are really useful for studying any health problem that may have an impact on the today's world population.

*Key words:* Theory of complexity, science and complexity, complexity and health.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Morin E. Por una Reforma del Pensamiento. Revista Correos de la UNESCO; 1996:10-4.
2. Atlan H. Leccion de Ciencias. Revista Correos de la UNESCO;1996:4-7.
3. Bocchi G, Ceruti M. La desaparición de los Dinosaurios o las sorpresas de la Historia Natural. Revista Correos de la UNESCO;1996:26-30.
4. Von Foerster H. Por una nueva Epistemología. Metapolíticas. 2000;2(8):627-9.
5. Enciclopedia Encarta. Heisenberg WC [serie en Internet]. [citado 15 Ene 2004]. Disponible en:  
<http://encarta.msn.com/encnet/refpages/SRPage.aspx?search=Heisenberg%2BWC&Submit2=Go>
6. Dios no juega a los dados [serie en Internet]. [citado 10 Feb 2002]. Disponible en:  
<http://sites.netscape.net/alvarocardenaz/caos/caos4/html>
7. Munné F. Las teorías de la complejidad y sus implicaciones en las ciencias del comportamiento. Rev Interamer Psicol. 1995;29 (1):1-12.( Universidad de Barcelona).
8. Stewart I. ¿Juega Dios a los Dados? En: Colección Drakontas, editores. El desequilibrio de la naturaleza. Barcelona: Editorial Crítica;1998.p.300-4.
9. Pichín Quesada M de J, Fariñas Salas AO, Miyares Quintana SM. Los sistemas vivos y las ciencias de las complejidades. Relación entre soma y red biológica [serie en Internet]. [citado 10 Oct 2006]. Disponible en:  
[http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol8\\_3\\_04/san07304.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol8_3_04/san07304.htm)

10. Patiño JF. Oncología, caos, sistemas complejos adaptativos y estructuras disipativas. Boletín Informativo de la Federación Latino Americana de Cirugía. 2002;7(1) (Bogotá).

11. Self-Organized Biological Dynamics and Nonlinear Control. Toward Understanding Complexity, Chaos and Emergent Function in Living Systems. Stanford University. Jan Walleczek, editor [serie en Internet]. [citado 10 Oct 2006]. Disponible en: <http://www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=0521026075> (ISBN-13: 9780521026079 | ISBN-10: 0521026075)

12. McGill University, Montreal. Summer School about Systems Biology Dynamics from Genes to Organisms, May 23-June 2, 2006, organized by Centre for Nonlinear Dynamics in Physiology and Medicine [serie en Internet]. [citado 10 Oct 2006]. Disponible en: <http://www.cnd.mcgill.ca/summer/index.html>

13. Ortiz Hernández E. El enfoque transdisciplinar de la complejidad en las ciencias biomédicas. Necesidad de cambio de paradigma [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

14. Pérez Díaz M. Enfoque transdisciplinar en la Carrera de Ingeniería Biomédica [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

15. Arredondo Bruce A. Endoscopia virtual: enfoque transdisciplinar [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

Acosta Fernández RM. El enfoque de la complejidad en el estudio del organismo humano en el ciclo básico de la carrera de Medicina [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

Clavería Sánchez A. Pensamiento complejo para analizar la respuesta inmune específica del organismo humano [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

Abreu Orlando A. Patogenia de *E. coli* uropatógena y defensa del hospedero desde el enfoque de la complejidad [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

Lapinet Suarez del Villar A. Bases neurofisiológicas del comportamiento complejo en psicoterapia [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

16. Caballero Hernández M. El enfoque de la complejidad aplicado a la psicoterapia [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

17. Aplicación de la Lógica Borrosa en el diagnóstico de la ansiedad a través del Test IDARE [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

18. Arango Valderá R. Enfoque complejo de la Situación de Crisis [serie en Internet]. [citado 12 Mar 2007]. Disponible en: <http://www.complejidad-camaguey.org/>

19. Ramis Andalia RM. La causalidad compleja: un nuevo paradigma causal en Epidemiología. Rev Cubana Salud Pública. 2004;30(3).

Recibido: 24 de octubre de 2006. Aprobado: 16 de abril de 2007.

*Rina M. Ramis Andalia*. Escuela Nacional de Salud Pública. Calle I No. 202 e/11 y Línea. El Vedado. La Habana 10400, Cuba.

e-mail: [rina.ramis@infomed.sld.cu](mailto:rina.ramis@infomed.sld.cu)

1Especialista de II Grado en Epidemiología.

---

© 2008 1999, Editorial Ciencias Médicas

Calle 23 # 177 entre N y O (Edificio Soto), Piso 2  
Vedado, Plaza, Ciudad de La Habana, Código postal 10400  
Cuba



[ecimed@infomed.sld.cu](mailto:ecimed@infomed.sld.cu)