

## Medicina moderna y ciencias de la complejidad

Emilio Arch-Tirado, \* Javier Rosado-Muñoz\*\*

La reciente emergencia sanitaria que vivimos en mayo de 2009 por el virus AH1 N1 nos exige reflexionar sobre nuestra manera de enfrentar problemas de esta magnitud.

Este virus de la influenza representa un problema de gran complejidad condicionado por sus formas primarias de contagio, principalmente entre personas que tienen contacto directo con estos animales,<sup>1,2</sup> casos especiales como el contagio por vísceras de animales recién muertos,<sup>3</sup> los subtipos por las mutaciones de este virus,<sup>4</sup> la propagación de la enfermedad entre humanos (por lo que se cambió el nombre del virus por el de AH1 N1), la resistencia al antiviral oseltamivir,<sup>5</sup> todo ello aunado a la alta conectividad que en la actualidad tienen los seres humanos alrededor del mundo, que ha resultado en una pandemia como la enfrentamos en nuestros días.<sup>6</sup>

Es importante mencionar que los instrumentos de medición tradicionales quedaron cortos ante el dinamismo y complejidad de las transmisiones. Dados los avances de la física, la computación y las matemáticas, este problema puede abordarse desde otra perspectiva denominada *ciencia de la complejidad*.

Los sistemas complejos están generados por un conjunto relativamente simple de subprocesos que incluyen la teoría del caos, los cuales permiten una mejor comprensión de los sistemas dinámicos no lineales, como la epidemia que nos ocupa.

Cabe aclarar que hasta el momento no se tiene una definición y características precisas de lo que es la complejidad, dado que se trata de un paradigma en construcción, sin embargo, la idea acerca de la complejidad se tenía desde hace siglos; la complejidad parece seguir un camino mediante el cual la energía primordial se transformó en partículas, las partículas se modificaron y

una "fuerza" las convirtió en átomos, los átomos en moléculas, las moléculas se polimerizaron en estructuras complejas que se autorreplican. Parece existir también una "fuerza tangencial" que incluye información y conocimiento.

Los sistemas dinámicos son sistemas complejos de elementos que interactúan no solamente con los elementos inmersos en el sistema sino también los relacionados con ellos.

Es sabido que algunos sistemas operan en forma lineal ya que su acción puede ser predicha por la información referente a su punto de arranque y sus reglas de operación. Sin embargo, muchos sistemas aparentemente determinísticos pueden ser regulados o extremadamente impredecibles. La teoría del caos, por decirlo de alguna manera, cuenta con dos ramas: la primera enfatiza el orden oculto que existe en un sistema, denominado sistema caótico; la segunda se refiere a los procesos de autorregulación y autocontrol espontáneo.<sup>7</sup>

Es fundamental recordar al reduccionismo como tendencia de pensamiento, que equivale a disgregar el todo en partes y así conocer sus componentes íntimos, que ha sido la forma de pensamiento hasta que la complejidad (no reduccionismo) ha venido a agregarse como una nueva forma de abordar los problemas en la ciencia, y que podría definirse sintéticamente como "la suma de las partes es no igual al todo, es más que el todo". Es difícil encontrar otro sistema de la realidad objetiva en el que se haya empleado tan intensamente la concepción reduccionista como el cuerpo humano; así, la reducción del sistema de estudio a las partes más "simples" (sistemas, tejidos, células, compuestos proteínicos, moléculas, átomos, etcétera) ha sido la consecuencia del paradigma de la medicina durante milenios.

La ciencia continúa avanzando, tal sucede en la física, que ayudada por las computadoras y las matemáticas ha contribuido con la medicina para explorar un nuevo paradigma que después de 700 años sugiere una nueva forma de pensar, ya que el ser humano es mucho más de lo que dijo Aristóteles... En la actualidad disponemos de herramientas promisorias para avanzar en el análisis e interpretación de la realidad no solamente al mundo sino al universo.

Los instrumentos de medición tradicionales en ocasiones son inoperantes ante los cambios que se generan por el dinamismo, de tal forma sucede con la salud que suele ser amenazada por diversos factores, como las enfermedades emergentes, que hoy sabemos 75 % es de origen zoonótico,<sup>8</sup> en donde los virus y bacterias mutan por cambios en el medioambiente, contaminación,

\* Laboratorio de Bioacústica, Instituto Nacional de Rehabilitación, México, D. F.

\*\* Centro de Ciencias de la Complejidad, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

### Solicitud de sobretiros:

Emilio Arch-Tirado.

Laboratorio de Bioacústica, segundo piso, Torre de Investigación, Instituto Nacional de Rehabilitación, Calz. México-Xochimilco 289, Col. Arenal de Guadalupe, Del. Tlalpan, 14389 México, D. F. Tel.: (55) 5999 1000, extensión 19312.

E-mail: earch@inr.gob.mx; arch@infosel.net.mx

Recibido para publicación: 29-05-2009

Aceptado para publicación: 03-06-2009

desperdicios en su mayoría no degradables, residuos de la tecnología, resultando efectos que son consecuencia de gran cantidad de causas, de los cuales surgen problemas complejos.

Es importante conceptualizar que ya hemos dado el salto de la linealidad y el reduccionismo a los sistemas complejos y dinámicos, que nos proporcionan herramientas para avanzar en la interpretación de fenómenos tales como la epidemiología, las arritmias cardíacas, la economía, entre muchos otros, en donde las modificaciones generadas en las condiciones iniciales de estos sistemas van generando cambios inesperados en sus condiciones finales, resultando casi imposible el control y seguimiento de estos sistemas dinámicos. Se deben producir nuevos modelos matemáticos no lineales que sirvan como herramientas para entender y analizar estos sistemas; se requiere la multidisciplinariedad, procurando evitar la especialidad (aprender a hacer partícipes a biólogos, médicos, sociólogos, antropólogos, ingenieros y otras disciplinas), para abordar los problemas complejos y de esta manera se podrán entender, analizar y solucionar numerosos y variados problemas de este tipo.

Por último, es importante señalar que la complejidad es otro escalón de la interminable escalera cognitiva, que dará paso al entendimiento de otra etapa, que nos situará en una nueva conceptualización en nuestra forma de pensar.

Es oportuno que una de nuestras tareas sea conocer, difundir y utilizar las herramientas de las ciencias de la complejidad y

caos, puesto que representan un notable avance en el conocimiento, otra forma de asomarnos a un nuevo paradigma que implica el inevitable destino de la evolución del hombre.

## Referencias

1. Damrongwatanapokn S, Parcheriyanon S, Pinyochon W. Serological Study of Swine Influenza Virus H1N1 Infection in Pigs of Thailand. 4<sup>th</sup> International Symposium on Emerging and Re-emerging Pig Diseases, Rome: June 29-July 2, 2003.
2. Myers KP, Olsen CW, Gray GC. Cases of swine influenza in humans: a review of the literature. *Clin Infect Dis* 2007;44:1084-1088.
3. Newman AP, Reisdorf E, Beinemann J, Uyeki TM, Balish A, Shu B, et al. Human case of swine influenza A (H1N1) triple reassortant virus infection, Wisconsin. *Emerg Infect Dis* 2008;14:1470-1472. Available at <http://www.cdc.gov/eid>
4. Pekosz A, Glass GE. Emerging viral diseases. *Md Med* 2008;9:11-16.
5. Dharan NJ, Gubareva LV, Meyer JJ, Okomo-Adhiambo M, McClinton RC, Marshall SA, et al. Infections with oseltamivir-resistant influenza A (H1N1) virus in the United States. *JAMA* 2009;301:1034-1041.
6. Gray GC, Trampel DW, Roth JA. Pandemic influenza planning: shouldn't swine and poultry workers be included? *Vaccine* 2007;25:4376-4381.
7. Ward M. Butterflies and bifurcation: can chaos theory contribute to the understanding of family systems? *J Marriage Fam* 1995;57:629-638.
8. Patrick CR. Where do pets fit into human quarantines? *J Public Health* 2006;29:70-71.