

Para entender mejor la dinámica de la medicina, es conveniente tener en cuenta una perspectiva histórica. Recordemos que la concepción del mundo y el sistema de valores occidental hasta los siglos XVI y XVII, tenían como base las doctrinas griegas y la teología cristiana.

IMPORTANCIA DE LAS MATEMÁTICAS EN LA MEDICINA

Alejandro Plascencia Rivera

33

Durante el Renacimiento, para resolver los problemas en que se manifestaron grandes desastres de diverso tipo, como las enfermedades epidémicas, recurrieron a la «ciencia» para dar diferentes respuestas y soluciones a las ya tradicionales. Dicha ciencia se basa en gran parte en las ideas y postulados del filósofo y matemático francés René Descartes (1596-1650) y del matemático y filósofo inglés Issac Newton (1642-1727).

Descartes dio importancia al dualismo (cuerpo material y espíritu inmaterial) y al carácter mecánico de la naturaleza exterior, considerando al cuerpo humano como un organismo simple pero enormemente ingenioso.

Después Newton desarrolló una teoría del mundo; descubrió las leyes de la gravitación universal, leyes basadas en la geometría de Euclides, las ecuaciones del cálculo diferencial y la noción de la absoluta confiabilidad en las matemáticas.

En este marco conceptual del espacio y del tiempo absolutos, se consideraron ciertas partículas dotadas de movimiento, como los átomos que obedecían matemáticamente a leyes físicas, de tal manera que se podía seguir y calcular los efectos de un fenómeno o cosa conocida. Tomando como base lo anterior, se comparó al mundo con un reloj, instrumento con el que se podían entender gran cantidad de fenómenos, por no decir todos.

El paradigma científico tenía una visión determinista y una capacidad predictiva. Esas ideas dieron lugar a que los científicos y técnicos calcularan, manipularan y controlaran el





mundo observable de maneras no pensadas antes de la revolución cartesiana. Así surgieron (en los últimos cien años) en virtud del interés humano, grandes puentes, presas, aparatos de Rayos x, aviones y otros avances de la civilización.

Hoy día el concepto científico rechaza la «Filosofía del reloj», pues hay una concepción sistemática: el todo está dividido en elementos y éstos están interconectados, pero no necesariamente como una cadena de causas y efectos.

La geometría euclidiana, basada en evidencia y deducciones, que el hombre estudió y utilizó por cerca de dos milenios, queda fuera de época; cuando se aplica a la naturaleza, las matemáticas basadas en el cálculo y las ecuaciones diferenciales son únicamente aproximaciones al mundo real, perdiendo importancia cuando se trata de explicar el por qué de la composición de las proteínas, el tamaño de los árboles o la conducción en el sistema nervioso.

En la actualidad hay «nuevas» matemáticas, que tienen características cualitativas y cuantitativas que han dado lugar a la topología, a la teoría de los nudos, a la teoría del caos y a la geometría fractal, todas relacionadas con la complejidad de los sistemas lineales. Dichos tér-

minos, con nuevas connotaciones están dando lugar a una nueva revolución científica.

TOPOLOGÍA

La topología es una rama de las matemáticas, que se ocupa del perfil y de la forma de las entidades tridimensionales, desde las moléculas de las proteínas hasta las galaxias.

El DNA, enzimas, anticuerpos monoclonales, antígenos, aminoácidos y linfocitos, son unas cuantas de las proteínas del cuerpo, cuyas funciones están determinadas en gran parte por su perfil y forma.

La topología por lo tanto, tiene gran aplicación en la biología y en la medicina. Es una herramienta básica en la síntesis y desarrollo de una nueva generación de diagnósticos, medicamentos y vacunas.

TEORÍA DE LOS NUDOS

La teoría de los nudos, como su nombre lo implica, reduce a ecuaciones algebraicas, utilizadas en el estudio de las configuraciones del DNA, cualquiera de los infinitos tipos de nudos, incluyendo los gordianos. La teoría de los nudos ayuda a los biólogos a entender cómo el DNA empieza a elaborarse como cadena, a anudarse durante replicaciones y combinaciones y cómo funcionan las enzimas que dan lugar a esa actividad.

La principal observación ha sido que el DNA se anuda y dasanuda; se encadena y desencadena a sí mismo; si estos cambios no ocurren adecuadamente las células mueren.

TEORÍA DEL CAOS

Los sistemas naturales de cualquier escala presentan con frecuencia comportamientos abruptos y complejos cuando están bajo la influencia de fuerzas poderosas de la naturaleza. Los ciclones, las tormentas y las cataratas son ejemplos claros; hay otros ejemplos en astrofísica, física plasmática y química; en las ciencias sociales se encuentran los motines; en la salud pública la aparición y propagación de las epidemias y en biología las arritmias cardíacas y las neoplasias. Ejemplos más inherentes al hombre en la vida cotidiana son las vibraciones violentas y los problemas que pueden presentarse al hacer cierta presión sobre el acelerador de un automóvil; otro ejemplo son las

distorsiones causadas en el sonido debido al volumen excesivo en un aparato estereofónico. Estos son fenómenos no lineales o caóticos.

Así pues, la naturaleza está llena de ejemplos de conducta no lineal, lo cual es la regla, no la excepción.

¿Por qué las ciencias, incluyendo la medicina, han permanecido apegadas a los conceptos de linealidad y predictibilidad? Antes de contestar la pregunta, nos referiremos a la geometría fractal.

GEOMETRÍA FRACTAL

Un médico llamado Ary L. Goldberg, director adjunto del Laboratorio de arritmias del Hospital Beth Israel de Boston, afirmó en 1986, que la interdependencia en la medicina entre la fisiología, las matemáticas y la física será un *sinequa non* en pocos años.

Literalmente «Estamos en una nueva frontera, una nueva clase de fenómenos que se están manifestando. Cuando se observan bifurcaciones y cambios abruptos y caóticos en la conducta, se encuentra que pierden su importancia los modelos lineales convencionales». En 1986 en los libros de fisiología no aparece la palabra fractal, es hasta 1996 cuando todos los libros de fisiología la mencionan. El doctor Golberg se refería ya a la geometría fractal.

Si se desarrollan algunas reglas, y en paralelo a las mismas, se recurre a la simulación en computadoras y a imágenes gráficas, se pueden capturar las estructuras complejas de los fenómenos naturales.

Por ejemplo, para hacer la réplica de un árbol (no existente), o bien, de un conjunto de árboles, sería necesario recurrir a 2000 bytes de memoria y a reglas apropiadas. Así pues, tal como ocurre en la naturaleza, cada árbol en el imaginario conjunto sería diferente uno de otro.

Las aplicaciones reales y potenciales en medicina son obvias. El sistema nervioso central y periférico, el sistema cardiovascular, los riñones, los pulmones y otros órganos y tejidos, todos ellos son sistemas fractales.

Las computadoras de alta velocidad y las nuevas metodologías matemáticas como la topología, la teoría de los nudos, la teoría del caos o no linealidad, y la geometría fractal, son los medios y herramientas para considerar los fenómenos de otra manera.



Los conocimientos profundos y amplios acerca de los procesos vitales se están manifestando merced a los nuevos usos de las matemáticas.

Lamentablemente sólo un grupo reducido de teóricos de la ciencia, físicos, químicos, biólogos y un grupo aún menor de neurólogos, cardiólogos, oncólogos y genetistas, entienden y se interesan en el papel tan importante que las matemáticas tendrán en el futuro de la medicina.

Esta situación se debe en parte, a que existe un lenguaje ininteligible y abstracto que separa las ricas y fértiles matemáticas modernas del ordinario conocimiento humano.

Pero afortunadamente esta disciplina está siendo estudiada por investigadores médicos. Un artículo de *NATURE*, de noviembre de 1987, refiere la importancia de las matemáticas no lineales en la fisiología cardíaca.

La aplicación de las matemáticas no lineales para estudiar fenómenos complejos dinámicos en cardiología, contrasta con los métodos biofísicos utilizados para caracterizar las corrientes y los canales iónicos sobre la que descarga la actividad cardíaca. Fenómenos dinámicos semejantes se pueden describir en cualquier tejido excitable, sea cerebro, intestinos, corazón o útero, o aún en todos los medios químicos no vivientes que pueden propagar excitación.

En la conferencia celebrada en agosto de 1988, por la American Mathematical Society, se afirmó: «Los últimos avances en las ciencias matemáticas sugieren que habrá un importante aumento potencial en cuanto a avances fundamentales en las ciencias de la vida, que dependerán en gran parte, de modelos matemáticos y de la computación. Los biólogos

estructuralistas se convertirán en ingenieros en genética, capturando la geometría de macromoléculas complejas a través de supercomputadoras y simulando interacciones de moléculas en la búsqueda de agentes con actividad biológica».

Recurriendo a los métodos computacionales los biólogos podrán presentar en una pantalla de computadora la geometría de un virus de resfriado común, un intrincado perfil poliédrico de belleza extraordinaria y de forma geométrica fascinante, que muestre una superficie con huellas moleculares que permitirá estudiar aspectos biológicos.

Los genetistas están realizando enormes esfuerzos para mapear la totalidad del genoma humano, sin embargo, en muchos laboratorios de fisiología se recurre a algoritmos contemporáneos aplicados a ecuaciones en la dinámica de fluidos, para determinar fenómenos como turbulencias en la sangre causados por válvulas cardíacas edematizadas o partículas de colesterol.

En la actualidad las matemáticas no se pueden concebir como números, materia y espacio, se han transformado en una ciencia de modelos y la aplicación derivada del ajuste entre ellos. A semejanza de lo ocurrido en las ciencias físicas, las matemáticas comienzan a ser la fuente de aprendizaje y cambio en las ciencias biológicas y de la salud.

Los institutos nacionales de salud cuentan con recursos de computación dedicados a la biología molecular, así como laboratorios de biología matemática, basándose en aspectos biológicos y técnicos para diagnosticar el cáncer y hacer también el diagnóstico de otros padecimientos crónico degenerativos propios del desarrollo económico, liberando así a los enfermos de riesgos, tales como estados de choque por el uso de sustancias de contraste, que desencadenan instantes después de su aplicación, fenómenos alérgicos y en ocasiones, en el peor de los casos, la muerte. Ejemplo de este tipo de riesgo son los angiocardiógramas en los enfermos estudiados con problemas coronarios (angina de pecho), entre otros, que pueden ser resueltos con la resonancia magnética.

Usando estos ejemplos, quise dar a conocer la importancia de las matemáticas en la teoría y práctica de la medicina. [Regresa a ENP o a Difusión](#)

