

Modelado de multitudes

Luis Mendoza

CompBioLab, Departamento de Biología Molecular y Biotecnología



La investigación científica es una actividad fascinante, uno se encuentra todo el tiempo justo en la frontera entre lo conocido y lo desconocido, haciendo esfuerzos por modificar dicha frontera. En este sentido, un investigador tiene mucho en común con los antiguos exploradores que se abrían camino por las tierras inexploradas, con el afán de construir un mapa de ellas ... y eventualmente conquistarlas ¡faltaba más! Para ello, aquellos que deseen hacer de la investigación científica la parte central de sus vidas requieren de una tenacidad y una capacidad de resistencia al fracaso particularmente altas. Pero no sólo eso, también requieren tener un cierto grado de creatividad para resolver problemas que, literalmente, nadie más ha resuelto.

Las fuentes de inspiración a las que se recurren para encontrar una forma creativa de resolver un problema son tan variadas y numerosas como los científicos mismos, por lo cual no se puede hablar de un método general. Sin embargo, quiero mencionar una de las muchas maneras que hay para hacerse de nuevas ideas. Esta consiste en tratar de aplicar las metodologías, o los conceptos, de una disciplina en otra en donde se han utilizado poco. Esto no garantiza, por supuesto, que se pueda tener algún resultado, o siquiera que el ejercicio tenga sentido. Repito, es sólo una manera de hacerse de ideas, lo cual a veces tiene resultados interesantes. Por ejemplo, ¿han pensado en aplicar las herramientas matemáticas y computacionales

para describir el comportamiento de una gran cantidad de personas? Seguramente me dirán que los seres humanos somos tan complejos que no es posible hacer tal cosa. Sin embargo; cuando muchas personas se congregan, aparecen patrones de comportamiento perfectamente descriptibles e incluso predecibles en el nivel de la masa de personas (no de las personas a nivel individual). Algunos de dichos patrones son sorprendentemente sencillos de modelar; veamos el ejemplo de la “ola”.

Seguramente ustedes habrán visto por la televisión, o incluso formado parte de la ola que se crea en los estadios deportivos. A manera de recordatorio, menciono que la ola se crea cuando los espectadores de una sección del estadio se levantan al unísono y extienden los brazos al aire; posteriormente tales espectadores se sientan y aquellos que están a su lado imitan el movimiento. El resultado a nivel global, es decir de la audiencia completa, es el de crear una onda en movimiento sostenido que da vueltas al estadio por largos periodos. Dicho movimiento coordinado, conocido como la ola, se lanzó a la fama internacional durante el mundial de fútbol celebrado en México en 1986.

El espectáculo de la ola es creado a partir de movimientos muy sencillos realizados por un gran número de participantes. Este tipo de comportamiento multitudinario es muy fácil de modelar en computadora, lo cual permite no sólo tener una descripción del fenómeno, sino que también permite la “manipulación virtual”

de la muchedumbre. Tales experimentos virtuales permiten predecir el resultado de alterar algunas cosas, como por ejemplo disminuir o aumentar el número de personas que responde a su turno de levantarse y extender los brazos.

El modelado de multitudes se hace utilizando una metodología matemática y computacional llamada medios excitables. Los medios excitables son sistemas distribuidos en el espacio, es decir, que se toma en cuenta su localización, y que tienen la habilidad de propagar señales sin amortiguarlas. Por ejemplo, el fuego en el bosque viaja como una onda que parte de un punto de origen (una fogata mal apagada, por ejemplo), y se regenera con cada nuevo árbol o matorral que se enciende. Este tipo de sistema contrasta con la propagación pasiva de ondas, que se caracterizan por la disminución gradual de la amplitud de la señal. Un ejemplo de la propagación pasiva de ondas es el sonido cuando pasa a través del aire. El grito de una persona se oye con un volumen menor conforme uno se aleja del susodicho gritón.

Regresando a la ola, los doctores Farkas, Helbing, y Vicsek, de la Universidad de Budapest se dedicaron a su estudio modelándola como un sistema excitable. Analizaron los videos de diversas olas e identificaron las variables y los parámetros apropiados para llevar a cabo su modelado. A partir de este modelo, los investigadores obtuvieron resultados acerca de las condiciones que son necesarias para originar y mantener una ola. Encontraron, entre

otras cosas, que se requiere de una masa crítica de personas para comenzar la ola ... pero no les voy a decir el número para obligarlos a que vean las simulaciones, y quizá lean el artículo original, todo lo cual lo pueden encontrar en una página web (<http://angel.elte.hu/wave/>) que desarrollaron para mostrar sus resultados.

Este tipo de investigación, además de ser interesante en sí mismo, ayuda a comprender cuales son los mecanismos mínimos requeridos para obtener un comportamiento global complejo (la ola), a partir de comportamientos sencillos (levantarse y sentarse) de un gran número de entidades (las personas en el estadio). Para algunos de nosotros, el conocimiento ganado del modelado es suficiente para justificar su investigación. Sin embargo, para aquellos lectores que se tienen la inquietud de saber en qué se puede aplicar todo esto, les puedo decir que tal tipo de investigación tiene aplicación en el control de muchedumbres. Por ejemplo, permite saber cuales son las variables que hay que controlar cuando

hay manifestaciones o protestas masivas en las calles, y así lograr evitar que la manifestación se comporte como un medio excitable, evitando con ello comportamientos vandálicos a gran escala. Sin duda, la aplicación de este tipo de conocimientos sería de mucha utilidad en nuestra querida Ciudad de México.

Existen una gran cantidad de estudios en los que se estudia el comportamiento humano a partir de modelos matemáticos y/o computacionales muy sencillos. Si les interesa el tema les recomiendo ampliamente el libro *Critical mass: how one thing leads to another* de Philip Ball (<http://www.philipball.com>). El título del libro desafortunadamente no es descriptivo, pero trata sobre el desarrollo de modelos matemáticos de diferentes aspectos de la vida social humana. Ahí pueden encontrar ejemplos de cómo se generan las estampidas, el comportamiento de la bolsa de valores, los patrones de marcha en las calles, la forma que adquieren las ciudades conforme se van construyendo, y un largo etcétera. Además encontrarán explicacio-

nes, aunque sea parciales, a asuntos de la vida que por ser tan cotidianos no los analizamos con el detenimiento adecuado. ¿Alguna vez se preguntaron por qué de repente el tráfico de automóviles en las carreteras reduce su velocidad de manera desesperante por kilómetros sin ningún motivo aparente, como por ejemplo un accidente? Pues se debe a ... no, no les voy a decir; mejor lean el libro, que es muy ameno, los temas están bien presentados, y los conceptos clave se exponen con gran claridad.

Espero que este breve ensayo les haya creado la curiosidad de explorar un poco más la capacidad que tienen los modelos matemáticos y computacionales de describir y predecir cosas que, a primera vista, parecería que estuvieran fuera del alcance de la investigación científica. También espero que hayan visto que la creatividad, ejemplificada en este caso como la unión de matemáticas y comportamiento humano, es una parte central de la investigación científica, lo cual la hace extremadamente divertida.

Alternativas terapéuticas para el síndrome metabólico...viene de la página 6

peso o acumulación de grasa en el cuerpo, por lo que más del 95 por ciento de la ganancia del peso es debida al consumo de alimentos con grandes cantidades de grasa y azúcares, provocando así resistencia a la insulina, que es un predecesor de la diabetes mellitus. Además, la doctora Ocampo aclaró que la obesidad es ocasionada por factores ambientales, que pueden ser modificados y los factores genéticos en los que no se puede hacer grandes cambios.

La especialista puntualizó que los criterios para diagnosticar a un paciente con síndrome metabólico, de acuerdo al Adult Treatment Panel III, son las concentraciones de glucosa plasmática en ayunas (GPA) mayores o iguales a 110 miligramos por decilitro; la obesidad abdominal (en adultos varones la cintura no debe ser mayor de 90 centímetros y en las mujeres no mayor de 80 centímetros); los niveles de triglicéridos mayores o iguales a 150 miligramos por decilitro; cifras de colesterol de alta densidad menores de 50 miligramos por decilitro en mujeres, y menores de 40 miligramos por decilitro en hombres, y finalmente niveles de tensión arterial mayor o igual de 130/85.

Indicó que existen una serie de intervenciones para evitar que los pacientes padezcan el síndrome metabólico, una de ellas es modificar el estilo de vida del enfermo, que

implica enseñarle lo que tiene que comer y la manera de hacerlo apoyado en el "Plato del bien comer", establecido en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY NOM SSA2-0431999, el cual concentra las cantidades de los grupos de alimentos indispensables en la dieta de las personas. Otra intervención es la promoción de la actividad física, en donde se sugiere al paciente hacer cuando menos media hora de ejercicio cinco veces a la semana.

La doctora señaló que la metformina es una alternativa de intervención para el síndrome metabólico, cuando hay cifras de glucosa elevadas. Metformina, dijo, mejora la resistencia a la insulina a nivel hepático; su efecto inicia en tres o cuatro días, alcanzando el punto más bajo de glucosa en las primeras semanas del suministro del fármaco; no causa hipoglucemia; sus efectos adversos frecuentes son náusea y malestar gastrointestinal, y está contraindicado en pacientes con falla renal.

Para el manejo de la dislipidemia asociada a la obesidad es necesario cambiar el estilo de vida, una terapia médica nutricional, establecer un plan alimentario específico para el paciente, ponerlo hacer ejercicio y lograr una pérdida de peso. Aclaró que si la dislipidemia es severa y no se controla con las estrategias nutricionales puede utilizarse la opción farmacológica con fibratos (fenofibrato, benzafibrato).

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSAI-1998, el manejo de la obesidad implica de igual forma el cambio en el estilo de vida, además de usar una terapia farmacológica cuando el índice de masa corporal (IMC) del paciente sea mayor de 30 o si el sujeto tiene un IMC mayor a 27 y cursa con alguna enfermedad como diabetes, con hipertensión o con síndrome metabólico. Según la Norma Oficial-174-SSAI-1998 los medicamentos para el manejo de la obesidad son sibutramina y orlistat. Aclaró que éstos deben usarse con precaución en pacientes psiquiátricos, ya que la sibutramina puede desencadenar ataques de pánico o ansiedad generalizada. orlistat en cambio, es el fármaco más seguro porque funciona a nivel intestinal, pues es un inhibidor de las lipasas gastrointestinales, lo cual significa que impide la absorción de las grasas.

Ocampo Regla concluyó que las enfermedades metabólicas tienen una alta prevalencia y pueden ser detectadas por médicos de cualquier especialidad, y por lo tanto existen terapias seguras y efectivas, una de ellas es el cambio en el estilo de vida, otra es el uso de medicamentos cuando sea apropiado como metformina para el tratamiento de diabetes, el fenofibrato para la hiperglicemia, el orlistat para la obesidad.