

EDITORIAL

► A PROPÓSITO DE LA MODELIZACIÓN CARDIOVASCULAR

AUTOR:
DR. EDMUNDO CABRERA FISCHER*

Correspondencia: eicfischer@gmail.com

Un modelo matemático es una representación que se caracteriza por incluir relaciones matemáticas y datos de diversa índole con el propósito de servir como herramienta para el estudio del comportamiento de un sistema. Es preciso recordar que un sistema es un conjunto de elementos que guardan entre sí mayor grado de relación que aquellos que no lo integran. La medicina es un campo fértil para la modelización matemática debido a razones diversas, por un lado, la cantidad de variables que pueden llegar a integrar una función fisiológica simple hace difícil mantener estables algunas de ellas mientras se realizan cambios en otras. A ello hay que sumar los principios éticos que todo médico defiende, lo cual limita la experimentación en muchos sentidos.

En medicina lo usual es que los modelos incluyan algoritmos con bases empíricas y que basándose en datos cuanti y cualitativos puedan ser validados, gracias a lo cual las predicciones que se puedan realizar van a ser representativas de la realidad que dio origen al modelo matemático. Dado que la modelización es un proceso realimentado e interactivo que incursiona en la investigación, incluye el uso de hipótesis y va a dar origen a otras. Ello benefició a la investigación científica incluyendo el campo de la Ingeniería Biomédica, el cual cuenta con una ciencia fundamental como lo es la fisiología.

Por lo expresado anteriormente, buena parte de la experimentación clínica y de laboratorio ha sido reemplazada por modelos matemáticos, constituyéndose en un método (del

griego, *metá*: a lo largo y *odós*: camino) lo que aceleró la investigación biomédica.

Mucho se ha escrito sobre las ventajas y desventajas de los modelos matemáticos. Lo cierto es que sirven cuando se los utilizan racionalmente y en ocasiones sorprenden por su capacidad de mimetizar aquello que no puede ser analizado por la tecnología disponible en un tiempo determinado. Ejemplo de ello es el caso de la modelización de la dinámica de fluidos, la cual se adelantó a su tiempo y la verificación correspondiente se logró mucho después con el advenimiento de estudios con láser.

Al presente se puede decir que hay una profusa gama de modelos matemáticos, lo cual obliga a clasificarlos; así es posible hablar de modelos: conceptuales, heurísticos, de optimización, de simulación, descriptivos, predictivos, determinísticos, estocásticos y compartamentales. A los que se suman clasificaciones duales, tal es el caso de los modelos empíricos en contraposición a los teóricos y los lineales en oposición a los no lineales.

El trabajo publicado en este mismo medio de difusión científica por el Dr. Jesús Herberos, proviene de un centro de reconocida trayectoria cuyos integrantes conforman una masa crítica de investigadores, difícil de encontrar en el orbe. Ello no es un tema menor cuando la propuesta es validar un modelo matemático; todo trabajo de modelización debe ser validado para saber si cumple con los objetivos propuestos y si los fundamentos son los adecuados. Durante el proceso de validación,

* Investigador CONICET - Universidad Favaloro / Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica

un alto número de variables incluidas puede constituirse en una limitante ya que es preciso contar con datos clínicos y experimentales. Es precisamente en este punto en que se tornan fundamentales las asociaciones que ha logrado el grupo de estudio de la mecánica computacional cardiovascular, autor del mencionado artículo científico. Quién este editorial firma dista mucho de ser un apologeta, por lo que encuentra difícil equilibrar en la escritura la cantidad de aciertos que se muestran a lo largo del texto: "Toma de decisiones y tratamientos quirúrgicos basados en los estudios de modelización cardiovascular (CFD+X-Flow)".

El tema abordado por los autores es complejo, sobre todo por la cantidad de variables que deben ser incluidas en el modelo matemático. Pero ello, lejos de ser un defecto, es la principal ventaja que tiene un modelo matemático: su capacidad de simplificación y adecuación a la hipótesis que se ha planteado.

Los centros asociados al proyecto anteriormente citado, tienen una reconocida trayectoria, que de alguna manera garantiza que el proceso de validación del modelo sea realizado con datos genuinos, imprescindibles a la hora de la validación del modelo. La no observancia de tal premisa expondría a una maximización de las desviaciones (mismatch) existentes entre la realidad clínico-quirúrgica y el producto que entrega el modelo. Seguramente algunos ajustes deberán ser efectuados a lo largo del acopio de la data.

Tal como manifiestan los autores del trabajo encabezado por el Dr. Jesús Herreros al presente, hay resultados preliminares que validan la generación del modelo geométrico,

permitiendo solucionar problemas, lo cual estaría garantizado por el análisis de imágenes reales del paciente en particular. Es preciso señalar que sólo se trata de resultados parciales, restringidos a los aneurismas arteriales y de ventrículo izquierdo, ya que los objetivos generales que se plantean los integrantes del grupo incluyen una segunda fase. Esta última se centraría en los estudios de prótesis cardiovasculares y dispositivos de asistencia circulatoria de la insuficiencia cardíaca refractaria al tratamiento médico. Un campo más amplio es difícil de imaginar y tal parece que los modelos que se plantean prontamente darán como resultado reportes de una calidad similar a la emanada por los centros españoles, lusitanos, italianos, galos y sudamericanos que conforman la mencionada asociación para modelización matemática cardiovascular.

Finalmente, es preciso mencionar la profunda raigambre fisiológica que se plantea en el trabajo del Dr. Jesús Herreros cuando hace referencia a la hipótesis de Torrent Guasp. Como se sabe, los trabajos de Torrent Guasp se centraron en la geometría ventricular izquierda aglutinando un conocimiento anatómico a la vez que fisiológico. Ello es tan importante como la inclusión de los estudios de la biomecánica de la pared arterial a la hora de analizar la función vascular, tal como lo hacen los autores. Algo que lamentablemente, por mucho tiempo estuvo ausente a la hora de analizar el funcionamiento de las arterias, por lo que los médicos contaron solamente con datos intraluminales y carecieron del conocimiento de los estudios de las propiedades intrínsecas de la pared arterial.

Agradecemos de sobremanera al Dr. Alberto Domenech por habernos recomendado para realizar esta editorial a nuestro prestigioso colega Dr. Edmundo Cabrera Fisher.