



Matemáticas contra el coronavirus

Los modelos complejos pueden ayudarnos tanto como la medicina en esta pandemia

Hace más de un año se declaraba la pandemia de COVID-19, que se convertiría en la peor desde hace un siglo. Hemos vivido una de esas catástrofes humanitarias que pasarán a los libros de historia. La enfermedad se ha cobrado más de 2,8 millones de vidas y ha contagiado a más de 133 millones de personas en todo el mundo. Este coste humanitario es solo la punta del iceberg, ya que todavía no se han cuantificado con precisión muchos de los efectos de la COVID-19: las defunciones producidas por el colapso sanitario, las secuelas persistentes de la enfermedad, sus efectos psicológicos graves, el alcance de la destrucción económica o el aumento de las desigualdades sociales.

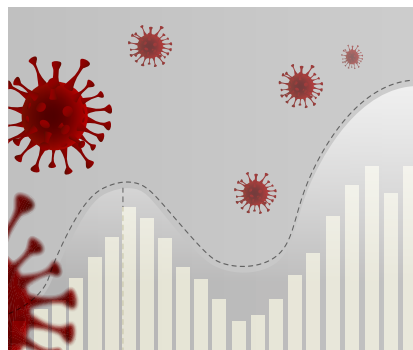
Sin embargo, no todas las regiones del mundo han sufrido el golpe de la misma manera. Varios países asiáticos han reducido el impacto de una manera espectacular. ¿Cómo lo han conseguido? La respuesta es sencilla: han entendido y previsto con rapidez la evolución de la epidemia y sus consecuencias. Veamos ahora qué errores hemos cometido los países occidentales e intentemos aprender de ellos.

Ante todo, hay que tener presente que la epidemiología es una ciencia extraordinariamente compleja que exige un esfuerzo muy importante en matemáticas, estadística y análisis de datos, y otro menos importante en medicina. Para que nos entendamos, si hacemos el símil con una guerra, la epidemiología es pura estrategia, mientras que la medicina, y en particular la bioquímica, son los fabricantes de armas y munición. En nuestro país, como en muchos otros, se ha pensado que la pandemia era un problema médico, cuando en realidad es un problema, principalmente, estratégico.

La epidemiología computacional no ha sido un campo prolífico de la investigación médica en España, pero sí lo ha sido de la investigación física y matemática. Este enfoque matemático no estaba al alcance de nuestros médicos, pero sí de nuestros investigadores de sistemas complejos.

Otro error ha sido pensar que la epidemiología equivale al mero análisis de los datos, con el cálculo de tendencias, medias y otros indicadores. Aunque dicho análisis resulte fundamental, intentar controlar una epidemia con él es como intentar predecir la bolsa: puede funcionar a muy corto plazo, pero poco más.

La epidemiología requiere el empleo de modelos matemáticos. Un modelo epidemiológico es, básicamente, un sistema de ecuaciones diferenciales que recoge los elementos fundamentales de transmisión y contagio del virus. La epidemiología ha avanzado mucho en los últimos años, y los modelos actuales incorporan en sus ecuaciones



redes complejas de interacción, datos sobre la movilidad de los individuos, datos reales sobre la evolución epidémica y funciones de distribución de las variables biológicas del virus, de los humanos e incluso de los factores ambientales.

Estos modelos, que los físicos denominamos mecanicistas, constituyen el instrumento esencial de la epidemiología, ya que permiten explorar escenarios de futuro y su incertidumbre. Con ellos podemos examinar, en el espacio y el tiempo, la evolución de la epidemia según la movilidad de las personas, la afectación por intervalos de edad y los efectos de las medidas profilácticas (como el uso de mascarillas), de la vacunación, de las pruebas diagnósticas e incluso de los fármacos paliativos. Los resultados de los modelos nos ayudan

a predecir la incidencia de las infecciones, las hospitalizaciones, la ocupación de las UCI y las defunciones. Su papel debería ser crucial a la hora de establecer la mejor estrategia contra el virus. De hecho, casi desde el principio de la pandemia ya nos indicaban que la mejor respuesta era la supresión, la adoptada por los países asiáticos. Se basa en reducir la incidencia de las infecciones a valores muy bajos, casi nulos, de forma que más tarde su control sea factible mediante el seguimiento individual de los casos.

En cambio, el mundo occidental ha adoptado la estrategia de la mitigación. Se ha reducido la transmisión hasta valores que evitaran el colapso de las UCI, el auténtico cuello de botella del sistema sanitario. Pero los modelos indican que, con las condiciones particulares de esta pandemia (la propagación de la infección por aerosoles, su elevada transmisibilidad y nuestra gran movilidad geográfica), la estrategia de la mitigación da como resultado una situación prolongada de olas epidémicas sucesivas controlada sobre todo por las restricciones periódicas de la interacción social. Las consecuencias de esta estrategia, como se ha visto, son nefastas: cada nueva ola acarrea un extraordinario estrés sanitario, un horizonte económico de aperturas y cierres totalmente caótico y una mortalidad inasumible.

La estrategia de supresión exige un esfuerzo mental y unas restricciones muy estrictas que Occidente no ha sido capaz de asumir. Cuando la contención consigue que la incidencia caiga, el sistema sanitario se descongela y todo parece ir bien, es justo cuando hay que seguir esforzándose para alcanzar valores de incidencia casi nulos. Pero las prisas por reactivar la economía, recuperar la normalidad en nuestra vida y alzarnos en victoria tienen el efecto contrario y nos están sacrificando social y económicamente. Reconocer estos errores puede ayudarnos en las futuras decisiones. ■