

LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE EPIDEMIAS

Aunque no son la cura, ayudan

Javier Narváez, Karol Cotes-Cantillo, Carlos Castañeda-Orjuela

Observatorio Nacional de Salud





1. Definición del problema

Los brotes epidémicos, francas epidemias y pandemias representan situaciones de emergencia en Salud Pública caracterizadas por un alto nivel de incertidumbre acerca del curso futuro de la propagación de la enfermedad y su impacto en la población, el sistema de salud e incluso esferas más amplias de la sociedad y el funcionamiento del Estado. Esto es particularmente cierto en el caso de enfermedades emergentes causadas por agentes patógenos noveles y enfermedades reemergentes.

Frente a dicha incertidumbre, el público general, los tomadores de decisiones, los profesionales de la salud, los científicos y modeladores tornan a los modelos matemáticos de epidemias como herramientas que reducen la incertidumbre y permiten prever escenarios futuros de desarrollo de las epidemias. Sin embargo, aunque los modelos matemáticos proveen información posiblemente más útil, confiable o sofisticada que la que podría brindar la mera intuición, la confianza inmoderada en los resultados ofrecidos por estos puede llevar a cometer errores de juicio, así como a omitir otras posibles contribuciones de información para la toma de decisiones en salud (1,2). Ocurre entonces que en ocasiones se interpretan erradamente las proyecciones de los modelos como escenarios de completa certidumbre, además se olvida la naturaleza dinámica y volátil de la información en salud. En efecto, no solo el conocimiento global sobre las enfermedades emergentes modeladas, sino la calidad y la definición misma de los datos recolectados para el modelo pueden variar en el tiempo durante el transcurso de una epidemia (1). Debe considerarse, en adición, que los modelos son herramientas técnicas que presentan escenarios verosímiles, pero

las decisiones sobre qué aspectos o variables de la realidad se incluyen en el modelo y cómo se sopesan las opciones de las decisiones en torno a sus resultados son de naturaleza principalmente política (1).

Debido a las consideraciones expuestas arriba, diferentes modelos, incluso usando los mismos datos, pueden llevar a conclusiones que conflictúan entre sí, generando desconfianza por parte del público sobre la calidad, utilidad y veracidad del modelo. En este sentido, la forma en que se presentan los procesos y resultados del ejercicio de modelación desde el papel social de autoridad de la rectoría en salud pública juega, igualmente, en la credibilidad de los modelos y en la consolidación o erosión del liderazgo estatal en medio de la situación de epidemia (2,3). En adición, el cubrimiento mediático de los diferentes modelos puede ser inapropiado y transmitir, en consecuencia, nociones erradas sobre la utilidad, limitaciones y aplicabilidad de los modelos matemáticos de epidemias.

A menudo, el aparente conflicto entre diferentes modelos es simplemente consecuencia de la opacidad en información clave para su interpretabilidad, incluyendo los objetivos específicos del modelo, su horizonte temporal y ámbito de aplicación, sus asunciones y limitaciones. Así mismo, el discurso construido en torno a la incertidumbre de las proyecciones epidemiológicas juega un papel clave en la negociación de la credibilidad de los modelos (2).

Principales problemas de política pública en el ámbito de la construcción y divulgación de modelos

En resumen, se podría decir que entre los principales problemas, en el ámbito de la construcción y divulgación de modelos de propagación de epidemias y la preparación para las emergencias de salud pública tipo pandemia, serían:

Problemas Principales

Posibles consecuencias

Causas asociadas con potencial ser modificadas

Incertidumbre frente al curso de la epidemia

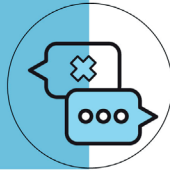


Limita la capacidad de decisión-acción por parte de los tomadores de decisiones en salud

Carencia, baja calidad y volatilidad de la información clave requerida para tomar decisiones frente a escenarios complejos e inciertos relacionados con la propagación de epidemias.



Interpretación equivocada de la incertidumbre incorporada en los modelos y omisión de elementos de juicio adicionales a los modelos para el proceso de toma de decisiones



Generación de puntos ciegos por resonancia interna entre las conclusiones de un modelo específico y las convicciones individuales o de pequeños grupos homogéneos (ej., un tomador de decisiones y sus asesores)

Insuficiente comprensión de las capacidades y limitaciones de los modelos.

Desconocimiento de la necesaria confluencia de elementos técnicos y políticos en la elaboración de los modelos

Opacidad en información clave para la interpretación de los modelos.

Equipos de trabajo cerrado y homogéneo en términos de su perfil profesional, político y experiencia específica.



Desconfianza del público y de los tomadores de decisiones en los modelos



Baja aceptabilidad de las decisiones basadas en los modelos por parte del público

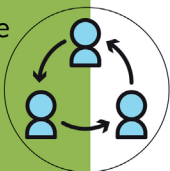
Limitado uso de los modelos para ser tenidos en cuenta como herramienta por parte de los tomadores de decisiones

Comunicación y divulgación inapropiada de los procesos y resultados de modelamiento.

Pobre construcción y manejo del discurso alrededor de la incertidumbre científica



Erosión del liderazgo y del papel social de autoridad como consecuencia de la desconfianza en las herramientas técnicas de control de la pandemia



Generación de nociones erradas sobre la utilidad y limitaciones de los modelos

Limitada legitimidad y aceptabilidad de las medidas de control

Pobre construcción y manejo del discurso alrededor de la incertidumbre científica.

Falta de transparencia en la divulgación de asunciones y limitaciones de los modelos.

Limitada participación y orientación en el cubrimiento mediático de los procesos y resultados del modelamiento.





2. Opciones de política

Cada uno de los siguientes planteamientos, con sus respectivos procedimientos, o cursos de acción política puede ser adoptado por los tomadores de decisiones:

2.1. Conformación temprana de equipos multidisciplinarios para el modelamiento de enfermedades epidémicas:

- Identificación de talento humano clave en el ámbito nacional e internacional mediante invitación amplia y evaluación de hojas de vida de interesados, procurando la diversificación del equipo en términos de área de formación disciplinar, nivel de formación académico, tipo y duración de experiencia específica.
- Invitación dirigida al talento humano clave para participar en panel técnico-político tipo think tank.
- Definición de objetivos y tareas inmediatas y mediatas para el ejercicio de modelación por parte del mismo panel técnico-político.
- Definición de tipo de modelos a construir, objetivos y propósitos, horizontes temporales relevantes y ámbitos de aplicación apropiados.
- Identificación de variables y datos clave, posibles fuentes de información existentes o por construir, definiciones y lineamientos técnicos para la recolección, consolidación, depuración y análisis de datos e información clave para los modelos.
- Análisis de caso de ejercicios de modelación de otros países/regiones.
- Definición de actividades de seguimiento, control de calidad y aseguramiento de calidad de procesos.

2.2. Liderazgo compartido de la comunicación en torno a la modelación:

- Identificación de actores clave en el proceso de comunicación y divulgación de los modelos de epidemias: tomadores de decisiones del ámbito nacional, regional y local, investigadores científicos y modeladores involucrados y no involucrados en la construcción de modelos "oficiales" de propagación de epidemias, oficinas de comunicaciones y relacionamiento público de entidades estatales y privadas involucradas en la toma de decisiones en salud o su implementación social.
- Aplicación de mecanismos eficientes de comunicación interna sobre avances, procesos, resultados e implicaciones de los ejercicios de modelamiento científico de epidemias.
- Delineamiento de un programa de comunicaciones dirigido al público general para la divulgación de los procesos y resultados clave del modelamiento de epidemias.
- Identificación de los actores/divulgadores apropiados conforme a los ámbitos de la comunicación del ejercicio de modelamiento (información técnica, información política, divulgación y apropiación social del conocimiento).
- Establecimiento de relaciones con medios masivos de comunicación para facilitar la participación transparente de los actores políticos en el proceso de divulgación mediática de los resultados de los ejercicios de modelación.

2.3. Establecimiento de escenarios de diálogo con grupos de interés especial:

- a. Identificación de grupos de interés especial alrededor de la ocurrencia y modelamiento de epidemias (profesionales de la salud, sociedades médicas y científicas, asociaciones de pacientes, tomadores de decisiones en salud, equipos asesores).
- b. Vinculación activa y continua de grupos de interés especial en la definición de objetivos/propósitos, horizonte temporal, ámbito de aplicación, identificación y recolección de datos clave, así como en la divulgación de procesos y resultados de modelación de epidemias.
- c. Establecer un diálogo continuo con los profesionales proveedores de servicios de salud, grupos de interés especial, incluyendo asociaciones de pacientes, tomadores de decisiones y sus equipos asesores en torno a sus necesidades e incertidumbres frente al modelamiento de epidemias (1, 2).

2.4. Definición de políticas de transparencia en la divulgación de la información, asunciones y limitaciones de los modelos con estímulos para la creación y utilización de repositorios de datos abiertos y públicos:

- a. Identificar a los equipos de trabajo que estén generando modelos de propagación de epidemias mediante convocatoria amplia.
- b. Divulgar las necesidades de modelación para evitar ejercicios de modelamiento duplicados y poco eficientes.
- c. Divulgar e implementar lineamientos éticos en investigación que faciliten la divulgación de microdatos con las salvaguardas necesarias para mantener la privacidad y confidencialidad de la información recolectada.
- d. Divulgar e implementar lineamientos éticos en investigación que resalten la necesidad de hacer explícitas las asunciones, limitaciones, fuentes de incertidumbre de los modelos.
- e. Identificación de fondos para la creación de estímulos económicos, reconocimientos simbólicos y apoyo a la publicación en medios de comunicación científica, que impulsen la divulgación de datos abiertos y código analítico abierto de los ejercicios de modelación de epidemias.
- f. Documentar y divulgar las limitaciones y asunciones de los modelos, y estimular a los modeladores a compartirlas con transparencia (1,3).
- g. Estimular la divulgación de datos detallados y código de modelos abiertos y disponibles públicamente, con las salvaguardas necesarias para la protección de la privacidad y confidencialidad de los sujetos que originan

dichos datos, así como la divulgación transparente de las limitaciones en el proceso de recolección de los datos (3,4,8).

- h. Promover el posicionamiento social y político de los ejercicios de modelación con base en una aproximación discursiva a la incertidumbre científica como flexibilidad interpretativa (2).
- i. Estimular el uso de protocolos y convenciones estándar para el reporte de los ejercicios de modelamiento científico de epidemias (8).
- j. Estimular el uso consistente de terminología de modelamiento y “establecimiento de marca” de los modelos exitosos (por ejemplo, mediante el uso de acrónimos reconocidos que identifiquen a los modelos) (8).

2.5. Conformación de equipos de trabajo cooperativo de largo plazo para la preparación y prevención de escenarios emergentes:

- a. Identificación y relacionamiento de tomadores de decisiones en salud, equipos asesores, y talento humano multidisciplinario clave para la orientación de políticas públicas en torno a la preparación para emergencias en salud pública de tipo pandemia
- b. Invitación a participación en paneles técnico-políticos tipo think tank
- c. Construcción de una agenda de trabajo para la prevención y preparación a largo plazo frente a la potencial ocurrencia de emergencias en salud pública de tipo pandemia
- d. Comunicación periódica con los tomadores de decisiones en salud, incluyendo la rectoría del sistema de salud y los agentes gubernamentales del nivel central, regional y local.
- e. Conformar equipos de modelamiento, equipos de trabajo cooperativo de largo plazo, y equipos de preparación frente a las emergencias de salud pública que incluyan personas con diferentes acervos profesionales, disciplinares y de experiencia específica (1,6,7).

Recomendaciones en relación con la recolección y uso de datos para la modelación

- a. Considerar múltiples fuentes de datos, múltiples modelos de propagación de epidemias, y elementos de juicio adicionales a los modelos matemáticos en soporte de las decisiones de salud pública para la prevención, control y mitigación de epidemias (1).
- b. Implementar recolección de datos clave para el modelamiento bajo definiciones estandarizadas definidas por consenso de expertos desde un momento temprano de la epidemia (1).
- c. Evaluar periódicamente la calidad de los datos clave para el modelamiento de epidemias (control de calidad) e implementar los procesos necesarios para garantizar de manera continua la calidad de los mismos, de su procesamiento y análisis, de las asunciones involucradas en su recolección y procesamiento, y de la divulgación de los resultados de ellos derivados (aseguramiento de la calidad) (1,2,4).
- d. Documentar y publicar los posibles cambios en las políticas y técnicas de recopilación y divulgación de los datos clave para el modelamiento de la epidemia (1).
- e. Implementar análisis de sensibilidad y explicitar la forma en que los modelos representan la incertidumbre (ej., intervalos de confianza) y sus diferentes fuentes de la incertidumbre (3,5).
- f. Fortalecer y mejorar los sistemas de recolección, consolidación, depuración y divulgación abierta, pública, y en tiempo real de datos para la vigilancia en salud pública durante los periodos de ausencia de epidemias, en preparación para los tiempos críticos y de emergencia en salud pública (4).
- g. Estimular el estudio y adaptación de modelos desarrollados para otros escenarios-países (1).
- h. Hacer explícitos los objetivos/propósitos, la escala de implementación (nacional, regional, local), el horizonte temporal, y los escenarios contrafactuales considerados en los modelos de epidemias (3,4).

Recursos necesarios y disponibles

Una política pública para la construcción y divulgación de modelos de epidemias y preparación para la prevención y atención de emergencias en salud pública tipo pandemia deberá, idealmente, involucrar Universidades y programas de postgrado nacionales e

internacionales, sociedades científicas, agremiaciones profesionales del área de la salud, sociedades e pacientes, entidades estatales como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Instituto Nacional de Salud (INS), el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), el Ministerio de Salud y Protección Social, la empresa privada, y las autoridades locales de salud.

Estas instituciones sociales cuentan o pueden contar con talento humano clave, fuentes de información cruciales, y recursos técnicos y económicos relevantes para facilitar la construcción y divulgación del modelamiento y la preparación frente a la realidad de una epidemia.

Referencias

1. Sridhar D, Majumder MS. Modelling the pandemic. Vol. 369, The BMJ. 2020. p. 2–3.
2. Christley RM, Mort M, Wynne B, Wastling JM, Heathwaite AL, Pickup R, et al. “Wrong, but Useful”: Negotiating Uncertainty in Infectious Disease Modelling. PLoS One. 2013;8(10).
3. Holmdahl I, Buckee C. Wrong but Useful – What Covid-19 Epidemiologic Models Can and Cannot Tell Us. N Engl J Med. 2020 Jul;383(4):303–5.
4. Vespignani A, Tian H, Dye C, Lloyd-Smith JO, Eggo RM, Shrestha M, et al. Modelling COVID-19. Vol. 2, Nature Reviews Physics. Springer US; 2020. p. 279–81.
5. Bertozzi AL, Franco E, Mohler G, Short MB, Sledge D. The challenges of modeling and forecasting the spread of COVID-19. Proc Natl Acad Sci U S A. 2020;117(29):16732–8.
6. Tollefson J. Why deforestation and extinctions make pandemics more likely. Vol. 584, Nature. 2020. p. 175–6.
7. Jenkins A, Jupiter SD, Capon A, Horwitz P, Negin J. Nested ecology and emergence in pandemics. Vol. 4, The Lancet Planetary Health. The Author(s). Published by Elsevier Ltd. This is an Open Access article under the CC BY 4.0 license; 2020. p. e302–3.
8. Willem L, Verelst F, Bilcke J, Hens N, Beutels P. Lessons from a decade of individual-based models for infectious disease transmission: A systematic review (2006-2015). BMC Infect Dis. 2017;17(1):1–16.