

Modelos epidemiológicos e inteligencia epidemiológica

Carlos A. Pantoja-Meléndez

Profesor del Departamento de Salud Pública de la Facultad de Medicina, UNAM

Introducción

En el número 3 del “Boletín sobre COVID-19. Salud Pública y Epidemiología”, se publicó el artículo “Los modelos epidemiológicos y el Humanware”, en donde se mencionó que el Departamento de Salud Pública (DPS) de la Facultad de Medicina (FACMED), realiza un análisis de la situación de COVID-19 a nivel Mundial y en México.¹

Para realizar este análisis se utilizan diferentes herramientas de inteligencia epidemiológica, con la intención de conocer no solo el comportamiento pasado de la pandemia, sino su situación actual, y lo más importante, dilucidar los posibles escenarios futuros.

Diversos países utilizan los modelos compartimentales como herramientas de trabajo para lidiar con su situación específica. El DPS, utiliza un modelo que clasifica a las poblaciones en: **Susceptibles**, **Infectados** y **Recuperados** (o **Retirados del sistema**) denominado comúnmente como **SIR**.

Se eligió este modelo, debido a su capacidad probada de predecir el comportamiento de una epidemia, pero además, porque es posible utilizarlo para predecir el efecto de las intervenciones, el resultado esperado y el tamaño necesario de éstas, para llevar a la epidemia a valores que la dirijan hacia su declive y control. Este es el verdadero significado del R_0 .

En ese mismo artículo del número anterior de este boletín, se mencionó que el R_0 es el resultado del número de individuos que se infectan, menos aquellos que se recuperan, y que cuando se reduce este número, ya sea por efecto de que menos personas se infecten o que se recuperen más rápido, habrá un momento en que se podrá hablar de control de la epidemia.¹

Por ejemplo, este modelo permite predecir el número de personas que necesitan vacunarse para sea posible controlar una epidemia y el número de trata-

mientos requeridos, entre otros.

La epidemia de la COVID-19 en México

En el caso del COVID-19 en México, la pandemia ha tenido varias etapas: en la primera etapa, las personas con la enfermedad provenían de otros países y generaban los nuevos casos. En ese momento lo que se estaba observando eran las dinámicas de casos de otros países, por lo que no resultaba adecuado utilizar el modelo SIR, ya que hubiera reflejado la dinámica de otros países.

La segunda etapa inició con la transmisión local que empezó a reflejar la dinámica interna en el país, lo que ya permitía conocer dos datos cruciales para el desarrollo del modelo:

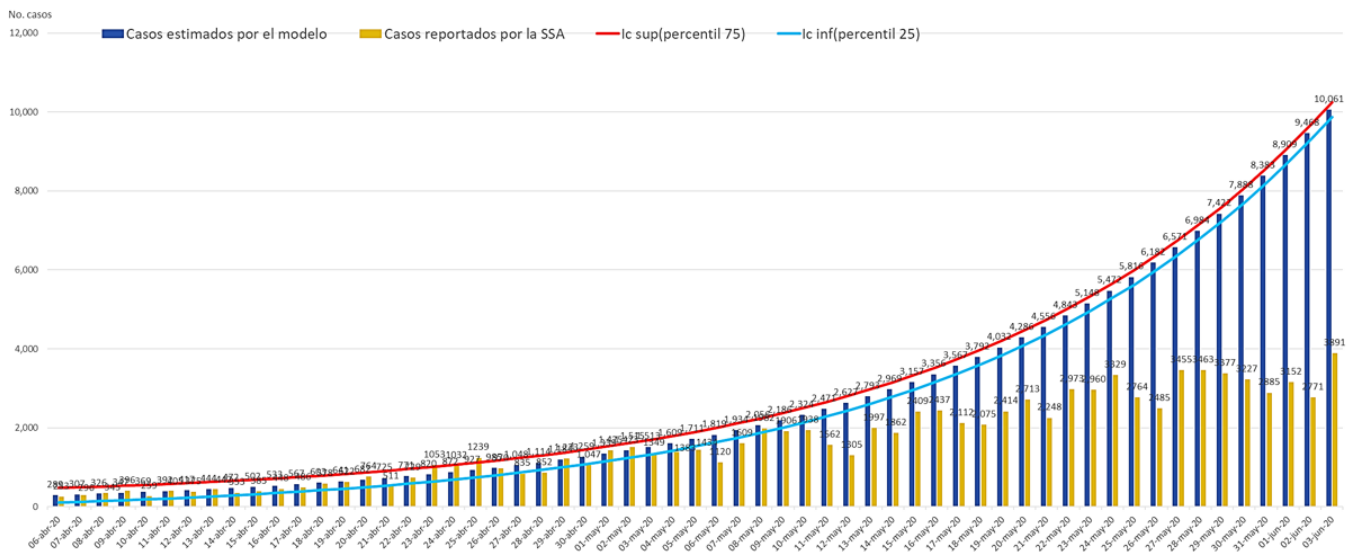
- a) la probabilidad de contagio, es decir, la posibilidad de enfermar si se ha tenido contacto efectivo con un enfermo.
- b) la tasa diaria de interacción, que hace referencia al número de personas con las que tiene contacto efectivo un enfermo en el período en que está transmitiendo la enfermedad.²

Con esta información, fue posible determinar una dinámica interna para la primera quincena del mes de marzo y generar el modelo de la epidemia mexicana, tal y como se estaba presentando. A este modelo se le denominó “Tiempo cero” (T_0), y fue considerado el momento inicial para el seguimiento de la dinámica de la epidemia .

El desarrollo de este modelo ha sido importante porque muestra cómo sería la dinámica de la epidemia en caso que no se realizara ninguna intervención (figura 1).

Además de la promoción intensiva de actividades de higiene, a partir de la segunda semana del mes de marzo de 2020 se realizaron un conjunto de actividades de desmovilización social, que culminaron en el inicio de la “Jornada Nacional de Sana Distancia”. Esta intervención, modificó las dinámicas de la epi-

Figura 1. Comparación de casos de COVID-19 estimados en México con el modelo SIR, en comparación con lo reportado por la SSA, para los meses de abril-mayo de 2020 (T0, previo a las medidas de distanciamiento)



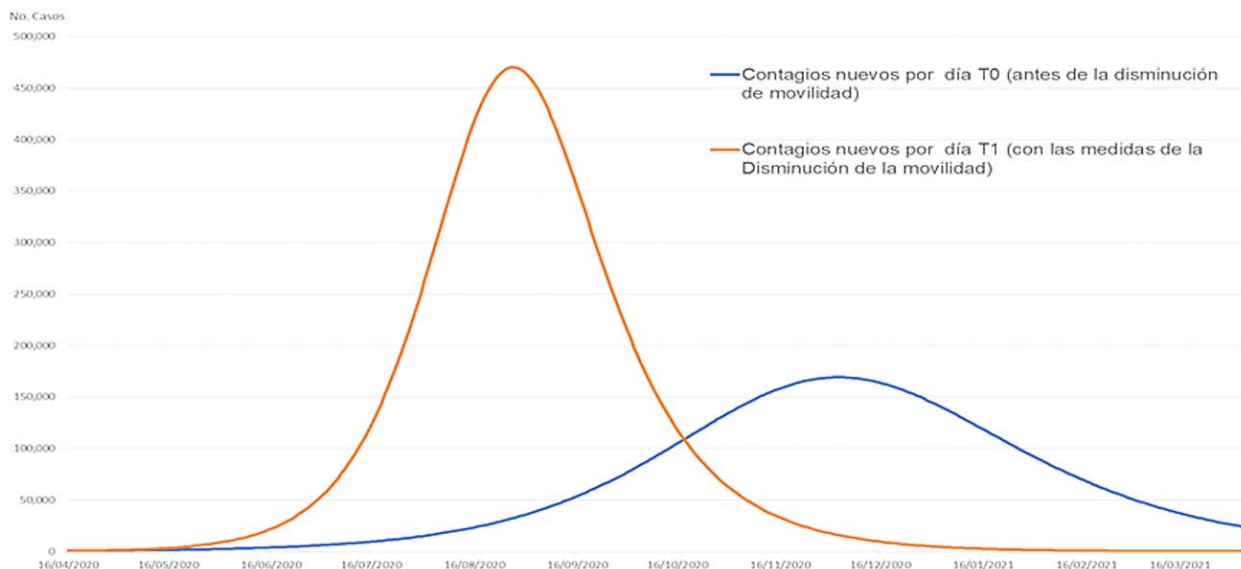
demia en México.

Las medidas de higiene y desmovilización social fueron modeladas para la primer semana del mes de abril en lo que se denominó “Tiempo 1” (T1), es decir, el comportamiento esperado de la pandemia ya con las medidas de intervención (figura 2).

Uno de los errores comunes al modelar es asumir que las intervenciones tienen un efecto inmediato (T1). Esta situación no ocurre de esa forma. Aunque

el nuevo modelaje comienza a correr desde un momento específico en el tiempo, el comportamiento de la epidemia lentamente se va transformando de T0 al T1 (el inicio de esta transformación es clara en el modelo, a partir del 10 de mayo). En forma general, este período tarda entre uno y tres periodos máximos de incubación del agente, en este caso, aproximadamente de 45 días. Es por este motivo que los dos modelos se deben correr en paralelo, para poder determinar en qué momento se presenta la transforma-

Figura 2. Comparación de casos de COVID-19 estimados en México, antes y después de la desmovilización social

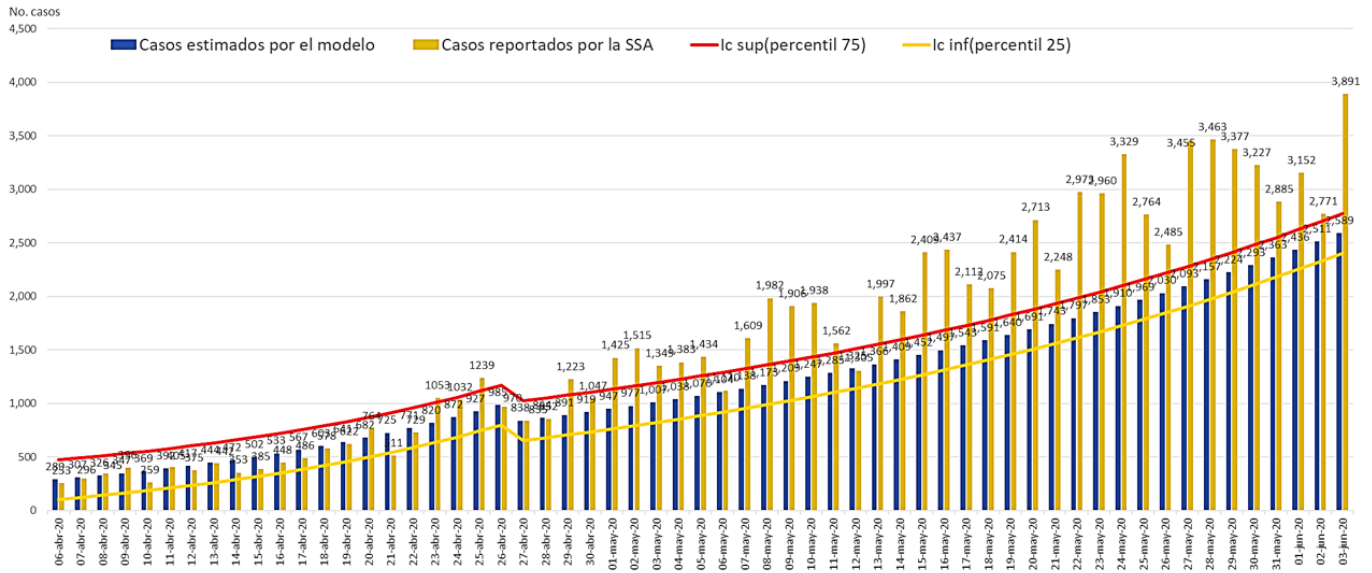


ción y así dimensionar el efecto.

Como resultado de estos modelajes fue posible determinar que el resultado de las acciones de distanciamiento y desmovilización social retrasaron el pico de presentación de casos, ya que para T0, el pico de

casos se presentaba en el mes de agosto. El efecto modelado con las medidas de intervención llevaba el pico, hasta el mes de diciembre de 2020. Además, fue observado que no solo lo retrasaba, si no que el pico se reducía en aproximadamente un 70% en el

Figura 3. Comparación de casos de COVID-19 estimados en México con el modelo SIR, en comparación con lo reportado por la SSA, para los meses de abril-mayo de 2020 (T1, después de las medidas de distanciamiento)

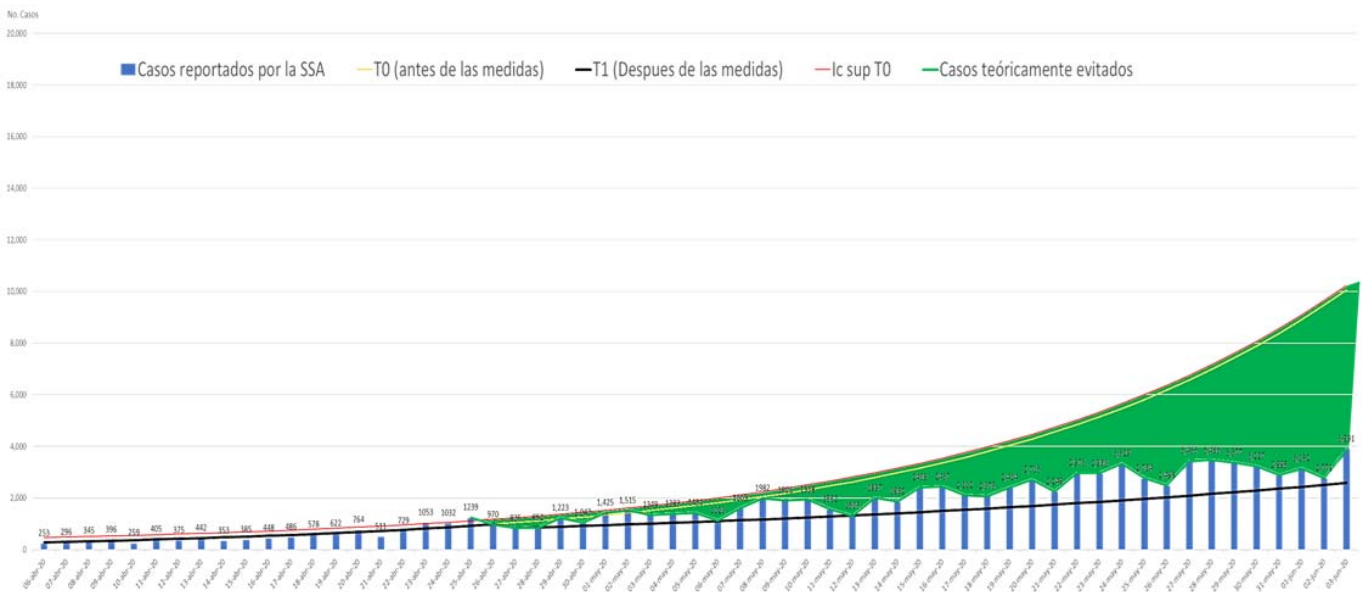


número de casos.

Una estrategia habitual al correr los dos modelos

conjuntamente es hacerlos de forma gráfica, lo que permite dimensionar el efecto de la estrategia y, por lo tanto, evaluarla. Los resultados de ambos mode-

Figura 4. Modelo de resumen de casos de COVID-19 estimados en México con el modelo SIR, en comparación con lo reportado por la SSA, para los meses de abril-mayo de 2020 (T0, previo a las medidas de distanciamiento; T1, después de las medidas de distanciamiento)



los, denominados “Modelo Resumen” se muestran en la figura 4.

En la figura 4 también es posible observar, no solo la diferencia de ambos modelajes, sino también evaluar de forma más objetiva el evento en forma cuantitativa.

Debido a lo anterior, se puede observar una disminución de varias decenas de miles de contagios, y adicionalmente, entender que, de estos contagiados, una proporción de casos fallecen (aproximadamente un 9% al momento); y por lo tanto, se muestra que la intervención ha salvado miles de vidas. Este análisis es indispensable para determinar en qué áreas reforzar medidas, o bien, el momento de cambiar de estrategias por otras más restrictivas o más relajadas.

Por lo tanto, el modelo puede predecir cuál sería el efecto de una posible vacuna, porque permitiría modelar en qué grupo de personas sería más efectivo aplicarla, el número de personas que sería necesario vacunar y el período máximo en que debería aplicarse, entre otros datos.

Todo lo anterior es relevante ya que sustenta la efectividad del uso del modelo SIR para predecir una pandemia. Pero lo más importante en un modelo es su comparación contra la realidad. Si un modelo no refleja la presentación de casos a corto y mediano plazo, en realidad no será útil para modelar un comportamiento.

Es importante mencionar que el actual modelo SIR del DPS, se coteja día con día contra la realidad, y que desde el 6 de abril de 2020 hasta la fecha de la realización de este escrito, los valores modelados han acertado, en 54 de 55 días de seguimiento (98.18% de precisión). Esto permite concluir que se trata de un modelo adecuado para la predicción de la epidemia de COVID-19 en México, por lo menos hasta ahora.

Otra de las finalidades del DSP, es poner esta herramienta de forma transparente y didáctica a disposición de toda la comunidad universitaria, autoridades sanitarias, personal de salud y público en general.

En la página Web del DSP de la FACMED están disponibles los siguientes recursos: información detallada del modelo, a partir de videos sobre el desarrollo de la herramienta; modelajes, T0, T1 y Modelo Resumen; archivos de Excel, bases de datos, presentaciones y guías para el usuario.²

Referencias

1. Pantoja-Meléndez C. Los modelos epidemiológicos y el “Humanware”. Boletín sobre COVID-19. 2020;1 (3):3-5. Consultado: 3 de junio de 2020. Disponible en: <http://dsp.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2013/12/COVID-19-No.3-03-Modelos-epidemiol%C3%B3gicos.pdf>
2. Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina. UNAM. Coronavirus Covid19 [Sitio de Internet]. Consultado: 3 de junio de 2020. Disponible en: <http://dsp.facmed.unam.mx/index.php/coronavirus/#1586894689803-3fce23d1-0287>.



<https://covid19comisionunam.unamglobal.com/>