



## **¿Qué tan útil será la medida de Simulacro Vital propuesta por la Alcaldía de Bogotá?**

**Autores: Javier Darío Burgos Salcedo & Andrés Camilo Álvarez Espinosa**

**CIINAS.**

### **Estado actual**

**En Colombia hay 128 casos confirmados de infección por el coronavirus COVID-19, de los cuales 53 están en Bogotá y 4 en Cundinamarca. LA alcaldía mayor de la ciudad y la gobernación de Cundinamarca han pensado en decretar una medida de aislamiento preventivo, desde el viernes 20 de marzo a las 5 am hasta el martes 24 las 00, con el fin de detener la propagación del virus en la región. Cabe preguntarse ¿qué tan útil será la medida?**

### **Modelo matemático de la dispersión del COVID-19**

**El presente análisis estratégico emplea el modelo matemático usado por la Organización Mundial de la Salud para caracterizar la**

**dispersión y posterior desarrollo de la enfermedad respiratoria aguda causada por el COVID-19<sup>1,2,3</sup> el cual toma en cuenta los siguientes parámetros:**

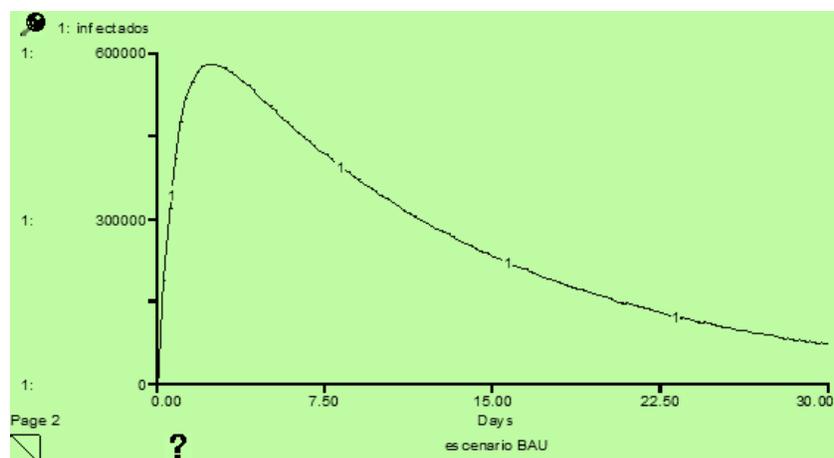
<b>PARAMETRO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>S(t)</b>	<b>Numero de susceptibles en el tiempo (t)</b>
<b>N</b>	<b>Población total</b>
<b>R<sub>0</sub></b>	<b>Numero reproductivo básico</b>
<b>D<sub>i</sub></b>	<b>Periodo medio de la infección</b>
<b>I(t)</b>	<b>Numero infectados en el tiempo (t)</b>
<b>V<sub>e</sub></b>	<b>Promedio diario de viajeros que llegan del extranjero</b>
<b>V<sub>i</sub></b>	<b>Promedio diario de viajeros al interior de la región</b>
<b>E(t)</b>	<b>Número de individuos expuestos en el tiempo (t)</b>
<b>D<sub>e</sub></b>	<b>Periodo medio de latencia</b>

## **Resultados**

**El primer resultado sugerente es que el pico máximo de contagio ocurre a los 2,25 días, desde el primer contacto con un paciente infectado.**

En segundo lugar, se propone un primer escenario: no se toma ninguna medida de control, que, siguiendo la jerga económica, sería el escenario de Business As Usual (BAU). Bajo este escenario, que fue el que ocurrió en Italia al inicio de la dispersión del virus en Europa, sin ninguna medida de control se alcanzaría un nivel de infección cercano al 6% de la población, 558.000 personas en Bogotá y Cundinamarca, en el puente festivo del 23 de marzo (figura 1).

**Figura 1. Escenario sin medidas de control del COVID-19.**



En tercer lugar, se considera el escenario en el cual el 99% de los habitantes acataran la medida.



**Bajo este escenario, al cabo de 30 días aún se habría cerca de 160 infectados dentro de la población de la región, la mayoría en Bogotá.**

**Ahora bien, bajo el escenario donde el 99,9% tomara en serio la medida (siempre hay alguien que no hará caso alguno), a los 2,25 días se tendrían todavía cerca de 560 infectados y menos de 16 a los 30 días.**

**Finalmente, en el mundo ideal de respeto por las normas y, sobre todo el interés común, si el 100% de los Bogotanos acatan las normas, se presentarán tan solo cinco nuevos el fin de semana y ninguno en 30 días (figura 2). Este último escenario es posible en fases iniciales de la dispersión viral, como es el caso en Colombia.**

**Figura 2. Escenarios de acatamiento de medidas de control**



**Resulta claro que el éxito de la medida dependerá en gran parte, de la seriedad y el nivel de compromiso de la ciudadanía.**

**Ahora bien, es importante anotar que las medidas de control de epidemias deben tomar en cuenta siempre los impactos socio-económicos que pueden acarrear, de lo contrario causaran un daño mayor que aquello que buscan controlar.**



**El modelo es solo una aproximación, pero definitivamente muestran tendencias que se deben considerar para tomar decisiones en materia de control de la dispersión del COVID-19. Saquen por favor sus propias conclusiones.**

### **Referencias**

**1. Blackwood, Julie C., and Lauren M. Childs. 2018. "An Introduction to Compartmental Modeling for the Budding Infectious Disease Modeler." Letters in Biomathematics 5 (1): 195–221.**

**<https://doi.org/10.1080/23737867.2018.1509026>.**

**2. "Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 50." 2020. World Health Organization (WHO).**

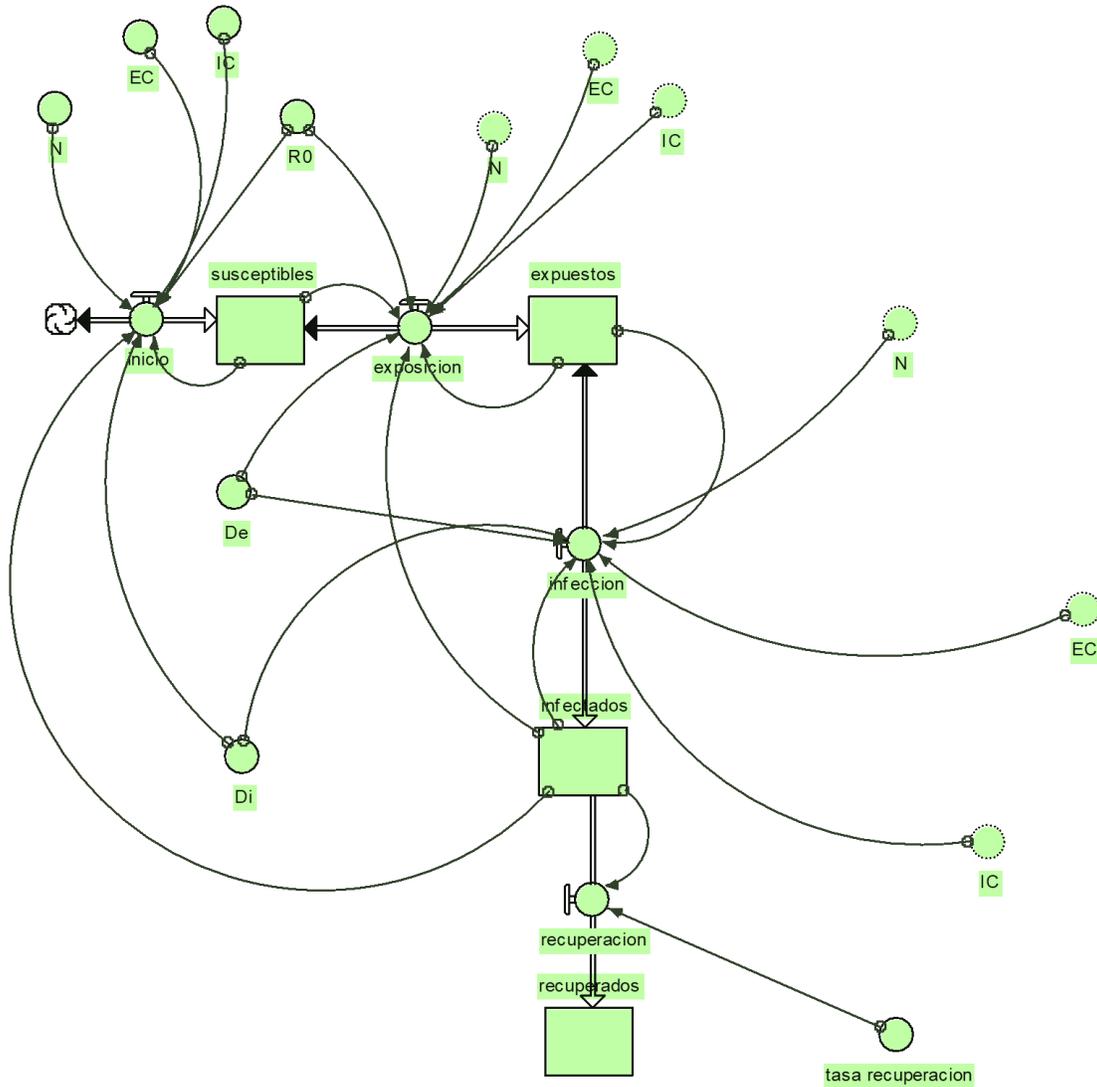
**[https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200310-sitrep-50-covid-19.pdf?sfvrsn=55e904fb\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200310-sitrep-50-covid-19.pdf?sfvrsn=55e904fb_2).**

**3. Fitzpatrick, Meagan C., Chris T. Bauch, Jeffrey P. Townsend, and Alison P. Galvani. 2019. "Modelling Microbial Infection to Address Global Health Challenges." Nature Microbiology 4 (10): 1612–19.**

**<https://doi.org/10.1038/s41564-019-0565-8>.**

# Material anexo

Diagrama de Flujo-Estado del modelo





## El Código

$\text{expuestos}(t) = \text{expuestos}(t - dt) + (\text{exposicion} - \text{infeccion}) * dt$

INIT expuestos = 0

INFLOWS:

$\text{exposicion} = (\text{susceptibles}/N) * (R0/De) * \text{infectados} - (\text{expuestos}/De) - (EC/N + IC/N) * \text{expuestos}$

OUTFLOWS:

$\text{infeccion} = (\text{expuestos}/De) - (\text{infectados}/Di) - (EC/N + IC/N) * \text{infectados}$

$\text{infectados}(t) = \text{infectados}(t - dt) + (\text{infeccion} - \text{recuperacion}) * dt$

INIT infectados = 57

INFLOWS:

$\text{infeccion} = (\text{expuestos}/De) - (\text{infectados}/Di) - (EC/N + IC/N) * \text{infectados}$

OUTFLOWS:

$\text{recuperacion} = \text{infectados} * \text{tasa\_recuperacion}$

$\text{recuperados}(t) = \text{recuperados}(t - dt) + (\text{recuperacion}) * dt$

INIT recuperados = 0

INFLOWS:

$\text{recuperacion} = \text{infectados} * \text{tasa\_recuperacion}$

$\text{susceptibles}(t) = \text{susceptibles}(t - dt) + (\text{inicio} - \text{exposicion}) * dt$

INIT susceptibles = 10200000

INFLOWS:

$\text{inicio} = (\text{susceptibles}/N) * (R0/Di) * \text{infectados} + (EC + IC) - (EC/N + IC/N) * \text{susceptibles}$

OUTFLOWS:

$\text{exposicion} = (\text{susceptibles}/N) * (R0/De) * \text{infectados} - (\text{expuestos}/De) - (EC/N + IC/N) * \text{expuestos}$

De = MAX(14)

Di = 15

EC = 10000

IC = 100000

N = 10200000

R0 = 2.68

tasa\_recuperacion = 0.9