

# Detección temprana de individuos asintomáticos optimizando un limitado número de pruebas de diagnóstico para COVID-19. Caso de estudio: Comunas ciudad de Medellín

Gustavo A. Valencia-Zapata, Ph.D.  
Yessica Giraldo, M.Sc.  
Carolina González-Cañas, B.S  
Daniel Mejía, Ph.D

info@gustavovalencia.com  
ygiraldo@ces.edu.co  
gonza490@purdue.edu  
denphi@denphi.com

## RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

De acuerdo con recientes recomendaciones de la OMS sobre la necesidad de afrontar la infección incrementando el número de pruebas de diagnóstico y dado el limitado número de las mismas en Colombia; este grupo recomienda efectuar pruebas de diagnóstico bajo metodologías analíticas (*Machine Learning* e Inteligencia Artificial) que permitan no solo incrementar la tasa de detección de individuos asintomáticos, sino también aquellos individuos que impliquen un mayor riesgo de propagación del virus.

## REQUERIMIENTOS

El equipo humano detrás de la presente iniciativa es multidisciplinario con amplia experiencia en diversas áreas del conocimiento como epidemiología, estadística e ingeniería. Con el convencimiento de poder contribuir a mitigar tan trágica situación, este grupo se permite mencionar los siguientes requerimientos y condiciones para continuar con la propuesta aquí mencionada:

- Información relacionada a los casos de infección detectados, red de contacto, pruebas diagnóstico e información adicional que permita construir los modelos aquí planteados.
- Todos los resultados generados por este grupo serán de completo dominio público. Ninguna institución o empresa podrá reclamar derechos de explotación de estos.
- Este grupo podrá publicar los resultados en escenarios científicos para diseminar el conocimiento obtenido y contribuir con mitigar los efectos de la problemática global relacionad al COVID-19.

## EL CONTEXTO

La actual pandemia de COVID-19 expone retos inéditos, como la limitada información, referencia de procedimientos y estrategias de contención exitosa de un virus de esta naturaleza. Las evidencias con mayor solidez se relacionan con hallazgos empíricos en los últimos tres meses desde países como China (origen de la pandemia), Corea del Sur, Taiwán, Italia y España <sup>1,2</sup>.

Bajo las circunstancias actuales, es perentorio comprender cómo cada población reacciona y es afectada de formas diferentes frente a la amenaza; factores y características propias de cada población pueden ser componentes determinantes en estimaciones de propagación y estrategias de contención <sup>3-5</sup>. Adicional al aislamiento social como medida de contención para el acelerado crecimiento de casos, las estrategias de optimización de un limitado número de pruebas diarias de diagnóstico toman alta relevancia.

## EL PROBLEMA

La información de los últimos dos meses evidencia una distribución hiperdinámica para el COVID-9, dado su variabilidad entre países y la alta velocidad de propagación en comparación con previas amenazas <sup>6-8</sup>. Por consiguiente, definiciones, políticas y directrices provenientes de organizaciones de salud y gobiernos cambian día a día.

Estadísticas y medidas epidemiológicas como las tasas de incidencia, ataque y letalidad, progresión a síndrome respiratorio agudo grave (SRAG) y muerte; exponen una notoria variabilidad a medida que la pandemia avanza en los territorios; dando sentido al creciente número de publicaciones científicas que señalan una posible subestimación de la medida básica de reproducción ( $R_0$ ) <sup>5,6,9</sup>.

La evidencia científica sugiere un periodo incubación medio de 5.1 días, donde el 97.5% de los individuos infectados mostrarán síntomas alrededor de 11.5 días después de la infección <sup>10</sup>; esta realidad, sugiere abordar con alta prioridad la temprana detección de individuos asintomáticos que propagan el virus. Países como Corea del sur han logrado mitigar la progresión del virus aumentando exponencialmente la realización de pruebas diagnosticas sobre individuos asintomáticos; sin embargo, dicha estrategia está lejos de ser una realidad para países con mayores complejidades económicas y sociales. En consecuencia, un gran número de países y regiones poseen un limitado número de pruebas diagnósticas; lo que demanda una estrategia para la optimización de pruebas, maximizando el número de asintomáticos detectados.

La presente propuesta asume una tasa de transmisión variable en función no solo de la virulencia, sino también del número de personas expuestas, tamaño de la población, tasa de contacto social, movilidad y variables sociodemográficas.

## LA PROPUESTA

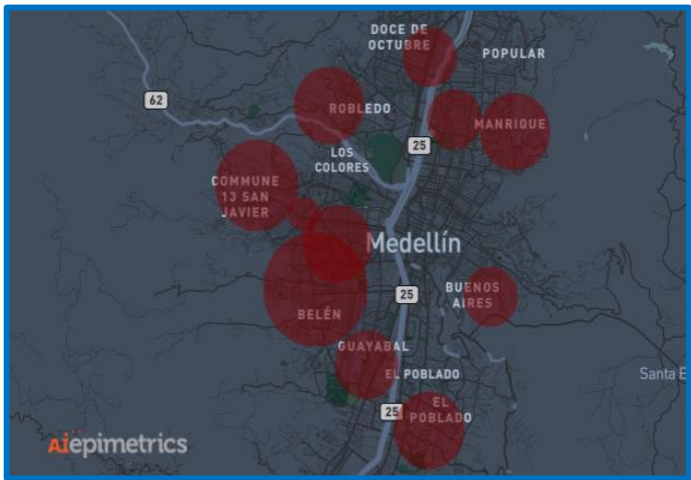
Construir perfiles de propagación del virus en función de variables sociodemográficas y de exposición al virus; de esta forma, individuos asintomáticos con altos niveles de riesgo serán priorizados para pruebas de diagnóstico.

## METODOLOGÍA

La metodología de la presente iniciativa plantea tres fases: Planteamiento conceptual, Simulación y Modelamiento.

### 1. Planteamiento conceptual

Se plantea un modelo eco-epidemiológico para la propagación del virus, contemplando la distribución hiperdinámica y la variabilidad de parámetros fundamentales para las estimaciones. La inclusión de variables, no solo sociodemográficas, sino de movilidad y contacto social, permite ofrecer una aproximación realista a las dinámicas del contacto social y ajustar la tasa de transmisión a los hábitos culturales de interacción social de la población estudiada <sup>9,11</sup>. El modelo integra componentes de simulación, estadística e inteligencia artificial; no solo con el propósito de incrementar la tasa de detección de individuos infectados asintomáticos, sino también individuos con mayor riesgo de propagar el virus, dados sus atributos individuales y movilidad.



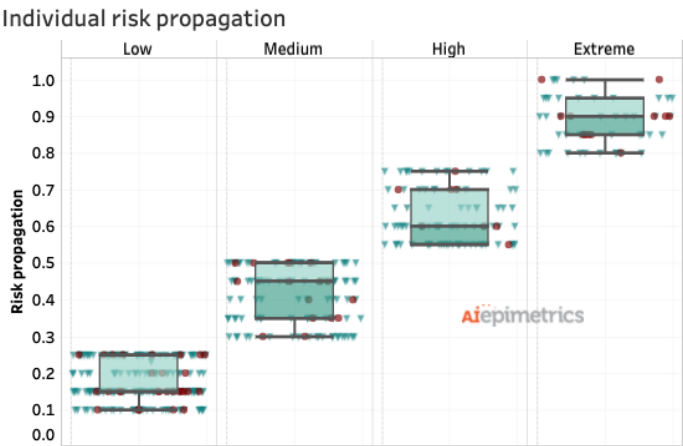
Distribución de casos y movilidad por comuna

## 2. Simulación

Esta etapa busca comparar la efectividad de métodos de selección de individuos asintomáticos para pruebas diagnóstico de COVID-19, las metodologías a contrastar son: muestreo aleatorio, muestreo estratificado por comunas con mayor movilidad y selección por perfil de riesgo de propagación.

Las variables simuladas cubren atributos tales como: identificación de viajeros provenientes del exterior, casos importados, red de contacto (familia y allegados), información sociodemográfica (v. g. cantidad de contactos, comuna de residencia y movilidad en la ciudad) y nivel de riesgo de propagación. En el caso de No-intervención, se permite que el virus alcance su propagación hasta la segunda ola (2nd wave).

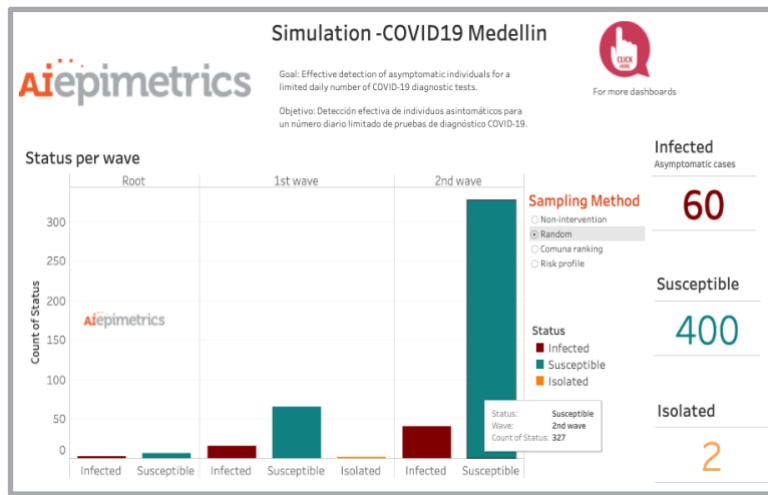
La implementación de los tres métodos (*Random*, *Comuna ranking*, y *Risk profile*), buscan detectar individuos infectados asintomáticos pertenecientes a la primera ola (1st wave) con el propósito de aislamiento y prevención de propagación del virus a sus respectivos contactos; reduciendo el número de infecciones en la segunda ola (2nd wave).



Perfiles de riesgo de propagación

## 3. Modelamiento

El propósito de esta etapa es estimar el nivel de riesgo de propagación para individuos asintomáticos en una red de contacto (intervención temprana); lo anterior, no limita la posibilidad de aplicar el modelo en escenarios donde el virus tenga un mayor avance en su propagación. El modelamiento incorpora análisis estadístico, reconocimiento de patrones e inteligencia artificial; empleando datos reales relacionados a las dinámicas del contacto social <sup>12</sup>, hábitos culturales y característica sociodemográficas. El resultado final identificará no solo los individuos asintomáticos con mayor riesgo de propagación, sino también áreas y radios en la ciudad con mayor criticidad y potencial de propagación del virus.



Comparación de métodos de muestreo para individuos asintomáticos

## DASHBOARDS

Los resultados de la simulación pueden consultarse en los siguientes enlaces:

- [Mapa por comunas](#)
- [Perfiles de riesgo](#)



Información adicional puede ser encontrada en:

<https://github.com/denphi/aiepimetrics>

## RESULTADOS PRELIMINARES Y CONCLUSIÓN

- Aunque la selección aleatoria (*Random*) y estratificada por comuna (*Comuna ranking*) muestran resultados de detección similares en términos de número de individuos infectados-asintomáticos, la segunda metodología; al construir áreas de mayor circulación del virus, permite identificar individuos que propagaron el virus con mayor intensidad.
- El método de selección por perfil de riesgo (*Risk profile*) no solo detecta un mayor número de individuos infectados-asintomáticos, sino también aquellos con mayor tasa de transmisión del virus en la siguiente ola.
- El aislamiento social como medida de contención del virus debe estar acompañado de medidas adicionales que ayuden a mitigar la rápida propagación de la infección. Con base en los resultados de la simulación, se considera plausible la detección temprana de individuos infectados asintomáticos por medio de perfiles de riesgo construidos mediante algoritmos de inteligencia artificial.

## REFERENCIAS

1. Johns Hopkins University (JHU). Coronavirus COVID-19 Global Cases by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE). (2020).
2. Worldometers. COVID-19 CORONAVIRUS PANDEMIC. (2020).
3. Zlojutro, A., Rey, D. & Gardner, L. A decision-support framework to optimize border control for global outbreak mitigation. *Sci. Rep.* (2019) doi:10.1038/s41598-019-38665-w.
4. Lin, Q. *et al.* A conceptual model for the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan, China with individual reaction and governmental action. *Int. J. Infect. Dis.* (2020) doi:10.1016/j.ijid.2020.02.058.
5. Li, Q. *et al.* Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus–Infected Pneumonia. *N. Engl. J. Med.* (2020) doi:10.1056/nejmoa2001316.
6. WHO. Novel Coronavirus (2019-nCoV). *WHO Bull.* (2020).
7. (CDC), C. of D. C. and P. Coronavirus (COVID-19). (2020).
8. Fauci, A. S., Lane, H. C. & Redfield, R. R. Covid-19 - Navigating the Uncharted. *N. Engl. J. Med.* (2020) doi:10.1056/NEJMe2002387.
9. Li, R. *et al.* Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV2). *Science* (2020) doi:10.1126/science.abb3221.
10. Lauer, S. A. *et al.* The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. *Ann. Intern. Med.* (2020) doi:10.7326/M20-0504.
11. Lipsitch, M. *et al.* Transmission dynamics and control of severe acute respiratory syndrome. *Science* (80-. ). (2003) doi:10.1126/science.1086616.
12. Mossong, J. *et al.* Social contacts and mixing patterns relevant to the spread of infectious diseases. *PLoS Med.* (2008) doi:10.1371/journal.pmed.0050074.

**Aiepimetrics**



**Gustavo A Valencia-Zapata**

Ph.D. Artificial Intelligence, Purdue University  
M.Sc. en Estadística, Universidad Nacional de Colombia – Medellín  
Especialista en Estadística, Universidad Nacional de Colombia – Medellín  
Especialista en Gerencia para Ingenieros, Universidad Pontificia Bolivariana  
Ingeniero Electrónico, Universidad Pontificia Bolivariana



**Yessica María Giraldo Castrillón**

Estudiante de Doctorado en Epidemiología y Bioestadística, Univ. CES – Medellín  
M.Sc. en Ciencias Clínicas, Universidad de Antioquia  
MD, Medicina, Universidad de Antioquia



**Carolina González-Cañas**

Ph.D. Student, Health-Care Analytics, Industrial Engineering, Purdue University  
Estadística, Universidad Nacional de Colombia – Medellín



**Daniel Mejía-Padilla**

Ph.D. Nanoelectronics and Visualization, Purdue University  
Estudios de doctorado en realidad virtual, Universidad de los Andes – Bogotá  
M.Sc. Realidad Virtual, Universidad de los Andes – Bogotá  
Ingeniero de Sistemas y Computación, Universidad de los Andes – Bogotá