

Organización de la investigación epidemiológica para la lucha antiepidémica contra la COVID-19 en Cuba

Organization of epidemiological research for the anti-epidemic fight against COVID-19 in Cuba

Pedro Más Bermejo¹ <https://orcid.org/0000-0002-5350-657X>

María Josefina Vidal Ledo^{2*} <https://orcid.org/0000-0002-0293-5999>

Waldemar Baldoquín Rodríguez² <https://orcid.org/0000-0001-9231-7109>

Armando Humberto Seuc Jo³ <https://orcid.org/0000-0002-2231-0822>

Raúl Guinovart Díaz⁴ <https://orcid.org/0000-0001-7702-6063>

Nancy Pérez Rodríguez⁵ <https://orcid.org/0000-0001-9786-0872>

Vivian Noriega Bravo² <https://orcid.org/0000-0003-0463-1988>

¹Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kouri”. La Habana, Cuba.

²Escuela Nacional de Salud Pública. La Habana, Cuba.

³Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. La Habana, Cuba.

⁴Universidad de La Habana, Facultad de Matemáticas y Comunicaciones. La Habana, Cuba.

⁵Universidad de La Habana, Facultad de Geografía. La Habana, Cuba.

* Autora para la correspondencia: mvidal@infomed.sld.cu

RESUMEN

La vigilancia de eventos y situaciones adversas relacionadas con los problemas de las epidemias, es un proceso importante, que permite la identificación, estrategias de actuación, seguimiento y control de los mismos. Fue constituido un grupo de expertos, convocado por el Gobierno, para acompañar las acciones de lucha antiepidémica mediante la aplicación de la ciencia, que comenzó con un núcleo pequeño de profesionales y luego creció buscándose las mejores experiencias de universidades y científicos de diferentes instituciones. El trabajo tiene como objetivo documentar la organización de las investigaciones epidemiológicas y estadístico-matemáticas para el control y seguimiento de la COVID-19, en apoyo a la toma de decisiones y medidas del Gobierno. Para ello, se explica la organización del Grupo de expertos y sus áreas de trabajo; así como, el abordaje de modelos predictivos con enfoque

estadístico-matemático, aplicaciones georeferenciadas y apoyo de las tecnologías móviles en los diferentes procesos. Se concluye que la intervención del Gobierno cubano tiene un alto nivel según el índice de Oxford y las medidas han sido efectivas, la aplicación de los diferentes modelos ha permitido adoptar decisiones con énfasis en el trabajo local para el control de brotes y se propone la extensión de estos resultados y herramientas a nivel local.

Palabras clave: epidemiología; pandemia; COVID-19; coronavirus; Cuba.

ABSTRACT

Surveillance of adverse events and situations related to epidemic problems is an important process that allows the identification, action strategies, monitoring and control of these. A group of experts was established, convened by the government, to accompany the actions of the anti-epidemic fight through the application of science, which began with a small nucleus of professionals and then grew up seeking the best experiences of universities and scientists from different institutions. The work aims to document the organization of epidemiological and statistical-mathematical investigations for the control and monitoring of COVID-19, in support of government decision-making and measures. For this, the organization of the Group of experts and its areas of work are explained; as well as, the approach of predictive models with a statistical-mathematical approach, georeferenced applications and support of mobile technologies in the different processes. It is concluded that the intervention of the Cuban government has a high level according to the Oxford index and the measures have been effective, the application of the different models has allowed decisions to be taken with an emphasis on local work to control outbreaks and the extension is proposed of these results and tools at the local level.

Keywords: epidemiology; pandemic; COVID-19; coronavirus; Cuba.

Recibido: 05/05/2020

Aceptado: 08/05/2020

Introducción

El 31 de diciembre de 2019, el municipio de Wuhan en la provincia de Hubei, China, informó sobre un grupo de casos de neumonía con etiología desconocida. El 30 de enero de

2020, con más de 9700 casos confirmados en China y 106 casos confirmados en otros 19 países, el Director General de la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que el brote era una emergencia de salud pública de importancia internacional (ESPII), aceptando los consejos del Comité de Emergencia del Reglamento Sanitario Internacional (RSI). El 11 de febrero, siguiendo las mejores prácticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para nombrar nuevas enfermedades infecciosas humanas, la OMS denominó a la enfermedad, COVID-19, abreviatura de "enfermedad por coronavirus 2019"(por sus siglas en inglés). Los coronavirus (CoV) son una gran familia de virus que causan enfermedades que van desde el resfriado común hasta enfermedades más graves.^(1,2)

El Director General de la OMS, el doctor Tedros Adhanom Ghebreyesus, anunció el 11 de marzo de 2020 que la nueva enfermedad por el coronavirus 2019 (COVID-19) es una pandemia. La caracterización de pandemia significa que la epidemia se ha extendido por varios países, continentes o todo el mundo, y que afecta a un gran número de personas.⁽³⁾

Esto fue motivado por la rápida diseminación de la enfermedad que, hasta el 30 de abril de 2020 alcanzó más de 3,3 millones de casos, en más de 212 países y territorios en el mundo; los cinco países con mayor número de infectados son Estados Unidos, España, Italia, Reino Unido y Francia, con más de 234 000 muertes y más de 1 millón de casos de personas recuperadas. Los cinco países con mayor número de personas recuperadas son Estados Unidos, España, Alemania, China e Irán.⁽⁴⁾

Esta enfermedad se propaga en América Latina, reportándose sus primeros casos a finales de febrero en Brasil, México y Ecuador, alcanzándose ya en abril 201 977 casos en esta región.^(5,6)

El día 11 de marzo del 2020, son notificados en Cuba los tres primeros casos importados de la enfermedad procedente de Italia, detectada en el municipio de Trinidad, de la provincia Sancti Spíritus.⁽⁷⁾

Al cierre del día 6 de abril el país, tenía un acumulado de 396 casos diagnosticados, con una letalidad de 2,7 %. En el informe del día 7 de abril al dar seguimiento al plan aprobado por el Gobierno cubano para la prevención y el control del nuevo coronavirus en la Isla, el ministro de Salud Pública, José Ángel Portal Miranda, debido al reporte de seis eventos de transmisión local; declara la *trasmisión autóctona limitada* que ocurre “cuando se confirman casos en los que no se ha podido establecer nexo con viajeros procedentes de zonas afectadas y están limitados a conglomerados pequeños en localidades o instituciones del país”. El primero relacionado con un hotel en Varadero y que generó la apertura en el

Consejo Popular de Versalles en Matanzas; el segundo en la comunidad Camilo Cienfuegos perteneciente al municipio Consolación del Sur en Pinar del Río; el tercero en el Consejo Popular Carmelo del municipio Plaza de la Revolución en La Habana; el cuarto en Florencia, Ciego de Ávila; el quinto en Florida, Camagüey; y el sexto en Gibara, Holguín.⁽⁸⁾

Al cierre del mes de abril, se reportan un total de 1537 casos confirmados acumulados. Esta enfermedad ha movilizado todas las fuerzas del Sistema Nacional de Salud para lo cual se sigue un plan del Gobierno desde enero del 2020, que propició la organización e intervención de todos los factores en la lucha contra la pandemia.^(8,9,10)

El presente trabajo tiene como objetivo documentar la organización de las investigaciones epidemiológicas y estadístico-matemáticas para el control y seguimiento de la COVID-19, en apoyo a la toma de decisiones y medidas del Gobierno.

Desarrollo

El método de trabajo que se está usando en Cuba para el enfrentamiento a esta pandemia, sigue el mismo estilo empleado, en las mejores experiencias de lucha contra epidemias en el país como, el dengue y la neuropatía, en cuya concepción participó personalmente el Comandante Fidel Castro Ruz.^(11,12)

Para ello, se utilizaron técnicas epidemiológicas y matemáticas como instrumentos en el análisis y lograr la mejor capacidad en la administración y gestión de la epidemia en cuestión.

La vigilancia de eventos y situaciones adversas relacionadas con los problemas de las epidemias, es un proceso importante, que permite la identificación, estrategias de actuación, seguimiento y control de los mismos.

Se creó un grupo de expertos, convocado por el Gobierno, para acompañar las acciones de lucha antiepidémica mediante métodos científicos, que comenzó con un núcleo pequeño de profesionales y luego creció buscando las mejores experiencias de universidades e instituciones de salud pública.

Este grupo, trabajó en diferentes líneas temáticas que incluyeron modelos matemáticos en cuanto a pronóstico y seguimiento de la situación, para el ajuste epidemiológico del curso de la epidemia; como información de apoyo a una mejor toma de decisiones en el Gobierno, sistema nacional de salud y otros sectores de la sociedad.^(13,14,15)

Las tecnologías móviles y aplicaciones en red, constituyeron herramientas para el diseño de la comunicación, conocimiento, autopesquisa y pesquisa de la enfermedad; así como, la recolección, procesamiento y análisis de datos, con vista a facilitar el trabajo de campo y el flujo informativo para las acciones. Varias aplicaciones fueron diseñadas con este objetivo por la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), Grupo Empresarial GeoCuba y CineSoft.^(16,17,18)

Organización del Grupo de Expertos

Para la organización de las actividades se definió un grupo de áreas de trabajo que abordó:

- Enfoque Estadístico para el análisis de la epidemia en Cuba a partir de datos nacionales e internacionales.
- Modelo predictivo basado en Inteligencia Artificial para el análisis de la epidemia.
- Modelo matemático SIR (Susceptibles, Infectados, Recuperados) para estudiar el comportamiento de la enfermedad en Cuba
- Sistema de difusión a través de la plataforma tecnológica toDus y Sistema de pesquisa con apoyo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).
- Sistema Geo-referenciado para la gestión sanitaria y propuesta para el análisis espacial de la población vulnerable.

Estas áreas contribuyeron a identificar la magnitud y diseminación de la epidemia, su riesgo y severidad, la evaluación de las intervenciones, la planificación de los recursos del sistema nacional de salud para su enfrentamiento y el análisis de la situación epidemiológica de Cuba en el contexto internacional.

El Sistema de trabajo empleado se basó en la incorporación de especialistas científicos y profesores con propuestas o ideas para evaluarlas y si procedía, implementarlas.

Fueron establecidos cronogramas de trabajo según subgrupos, tales como: Modelación, Georeferencia y apoyo de las tecnologías móviles en los diferentes procesos.

Se programaron de manera semanal actividades científicas, de acuerdo a los temas que se presentan a nivel de Gobierno, a fin de mantener la integralidad y respaldo científico consensuado, que ha mejorado sustancialmente las propuestas de intervención, basados en los resultados parciales de investigación.

Intervención del Gobierno cubano

Desde la aparición de los primeros casos en China en enero del 2020, Cuba conformó el plan de prevención y control contra la epidemia. El 20 de marzo, el gobierno anunció nuevas medidas para enfrentar la COVID-19, que se aplicaron en dos etapas: (19)

- Transmisión autóctona limitada: En la cual se confirman casos donde no se han podido establecer nexos directos con viajeros procedentes de áreas afectadas. Casi siempre limitada a conglomerados pequeños, o una localidad del país, o una institución o centro en particular.
- Epidémica: Es la más compleja. Se detectan y confirman casos sin nexos con viajeros, se incrementan los casos en diferentes localidades del territorio nacional y ocurren picos en la curva de la pandemia.

Las principales medidas estuvieron relacionadas con:⁽¹⁹⁾

1. Regulación de la entrada por las fronteras del país.
2. Aplicación de prácticas de distanciamiento social.
3. Cierre de las escuelas.
4. Cancelación de eventos deportivos y culturales.
5. Medidas en el sector de comercio y gastronomía.
6. Medidas de carácter laboral, salarial y de seguridad social.
7. Activación de los Consejos de Defensa para el enfrentamiento a la epidemia en todo el territorio nacional.

La ejecución de las medidas adoptadas por el país fue efectiva para evitar un mayor número de contagios y propagación de la epidemia.

La pertinencia de estas medidas se sintetizan en el Índice Oxford, que es un indicador internacional que mide la eficacia de las acciones de gobierno, realizado por la Universidad de Oxford en Inglaterra, este refleja siete tipos de intervenciones, tales como:^(19,20,21)

- Cierre de escuelas.
- Cierre de centros de trabajo.

- Cancelación de eventos públicos.
- Cierre de transporte público.
- Campañas de información.
- Control de viajes internacionales.
- Cuarentena (Llamado a #QuedateEnCasa) y limitaciones a reuniones públicas.

Cuba ha sido evaluada con el máximo de cien (100) en todas las categorías, excepto en el caso de las cuarentena y limitación a reuniones públicas. En la última puntuación realizada en el mes de mayo, el índice obtenido por Cuba fue de 83,07 sobre 100. Tal y como aclaran sus autores, no necesariamente un mayor valor en el índice Oxford significa un mejor control de la epidemia.

Las actividades realizadas fueron las siguientes:

La modelación matemática, en la que se incluye el enfoque estadístico para el análisis de la epidemia en Cuba a partir de datos nacionales e internacionales; modelos predictivos para el análisis de la epidemia, el número reproductivo efectivo; así como, el modelo matemático SIR (susceptibles, infectados, recuperados). Todas permiten estudiar el comportamiento de la enfermedad en Cuba; así como, facilitan la comprensión y decisiones en las diferentes instancias.

La modelación estadística para el análisis de la epidemia en Cuba a partir de datos internacionales, involucró modelos multiniveles de la tasa de casos activos y el modelo Kaplan-Meier para el análisis de supervivencia (Fig. 1). En el modelo multinivel se consideraron dos niveles; el primero constituido por la serie temporal de las tasas de casos activos diarias y el segundo representado por los países (con varios predictores a ese nivel). En el caso del modelo Kaplan-Meier, se estimó el número de días que transcurren desde el reporte de los primeros casos hasta la ocurrencia del pico en la curva de casos activos de cada uno de los países.⁽²²⁾

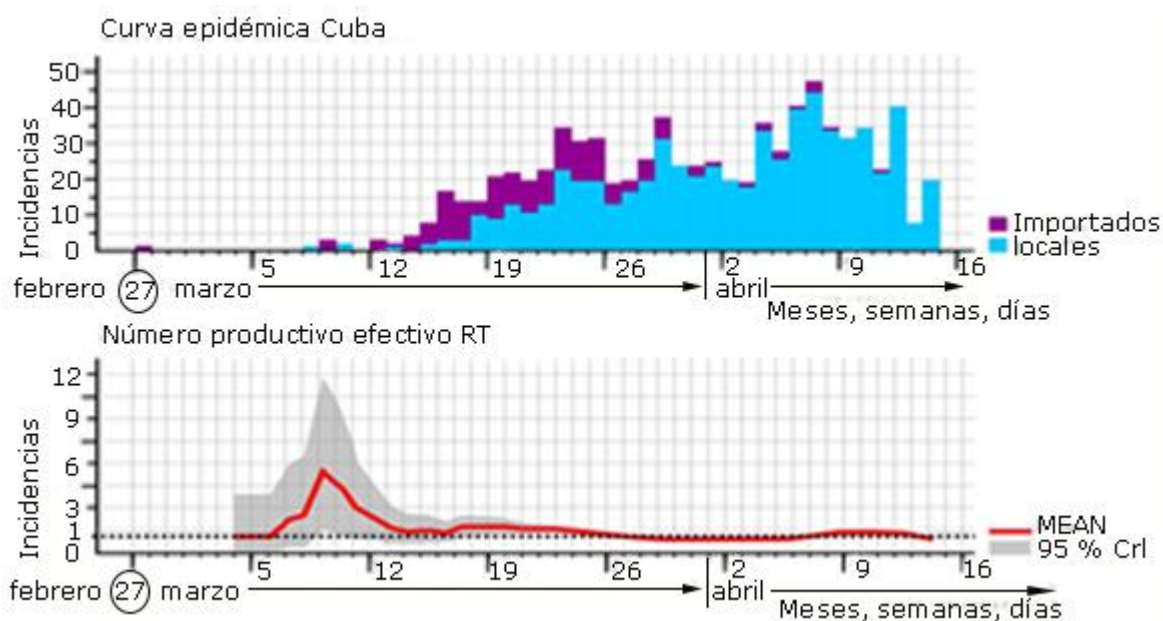


Fig. 2- Número reproductivo R.

También los modelos dinámicos se han aplicado para la modelación de la COVID en Cuba, estos permiten considerar el número de casos activos cada día, así como predecir el número de recuperados en la población. Una ventaja de estos métodos, es que proporcionan una visión global del tiempo de duración de la epidemia, de los picos hospitalarios; así como, ayudan a conocer el número de camas y otros recursos de la salud necesarios en cada etapa. Como desventaja de estos modelos es que se requiere resolver sistemas de ecuaciones diferenciales que dependen de parámetros que son necesarios estimar a partir de los datos que se obtienen (Fig. 3). La aplicación de ellos, le ha permitido al estado tomar decisiones oportunas para el control de la epidemia.^(13,14,15)

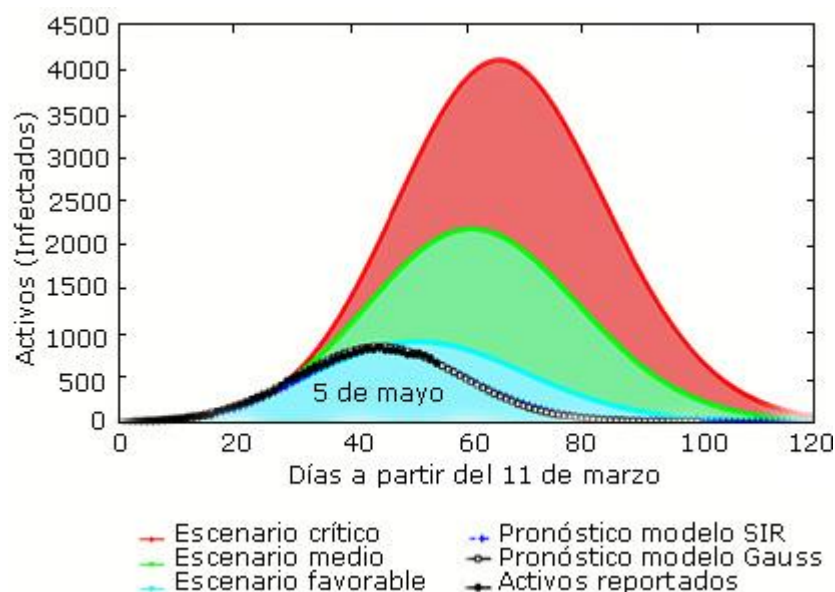


Fig. 3- Enfermos activos.

En la figura 3, se presentan las predicciones de casos activos y cómo se mueven en tres modelos de escenario diferentes en el transcurso de la enfermedad. A partir de las medidas tomadas. Se puede observar que para este momento se ha realizado un ajuste al pronóstico por dos modelos diferentes, usándose un modelo SIR (línea azul) y estimando los parámetros de una curva Gaussiana (líneas rojas). Las líneas continuas corresponden a las estimaciones del 1ro. de mayo y las discontinuas a las del 3 de mayo. Las curvas establecen un rango de variabilidad de los pronósticos.

Otros sistemas georeferenciados han sido utilizados, entre ellos, se destaca los resultados obtenidos por el grupo de la Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana, los que estructuraron la investigación en tres dimensiones o etapas utilizándose los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La primera, se refiere al estudio de los grupos de riesgos de personas con 60 años y más, y que padecen enfermedades crónicas (hipertensión arterial, diabetes mellitus, cardiopatía isquémica, asma bronquial, Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y cáncer); por la posibilidad que tienen una vez contraída la enfermedad de la COVID-19, de desarrollar un cuadro clínico que transite de forma rápida a las fases de grave y crítico y culminar con el fallecimiento. La representación de los grupos de riesgos se realizó para todo el país a diferentes escalas: provincial y municipal. Para la provincia La Habana, el análisis se desarrolló a nivel de áreas de salud. Esta etapa concluye con la realización de un

mapa elaborado a partir de un modelo espacial de evaluación multicriterio, al que se le llamó “Vulnerabilidad de las áreas de salud de La Habana a la COVID-19, según enfermedades de mayor riesgo” (Fig. 4).⁽²⁴⁾

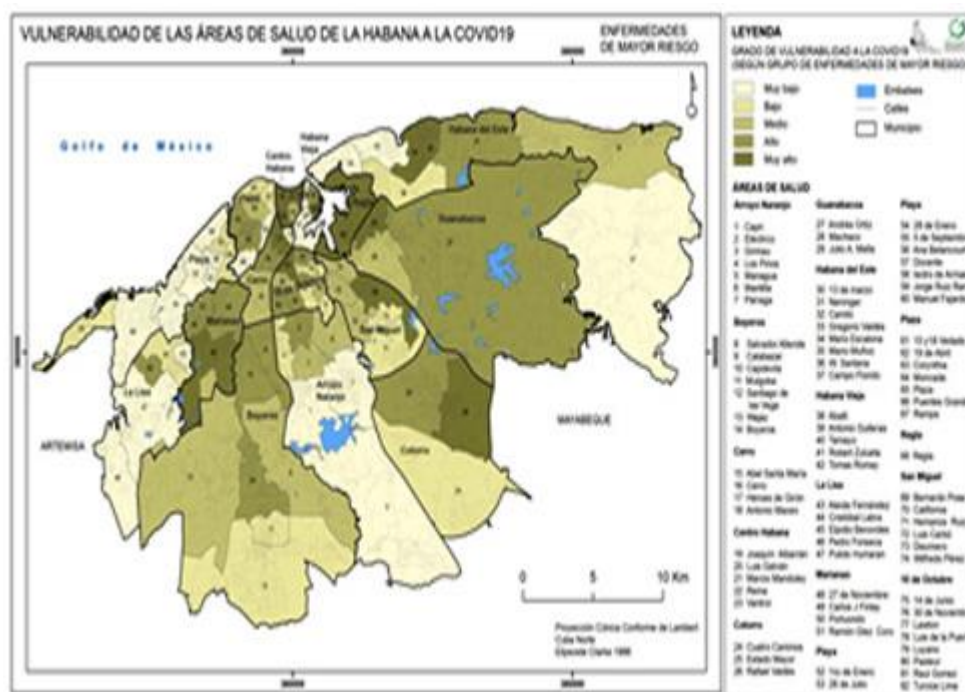


Fig. 4- Vulnerabilidad de las áreas de salud de La Habana a la COVID-19.

En la segunda etapa se identifican para la provincia La Habana las áreas de salud más vulnerables a la transmisión del virus, teniendo en cuenta la densidad de población, los centros que generan aglomeraciones de personas, el hacinamiento poblacional y la presencia de barrios precarios; finalmente se confeccionó un mapa síntesis que representa la vulnerabilidad de las áreas de salud a la transmisión de la COVID-19 (Fig. 5).⁽²⁴⁾

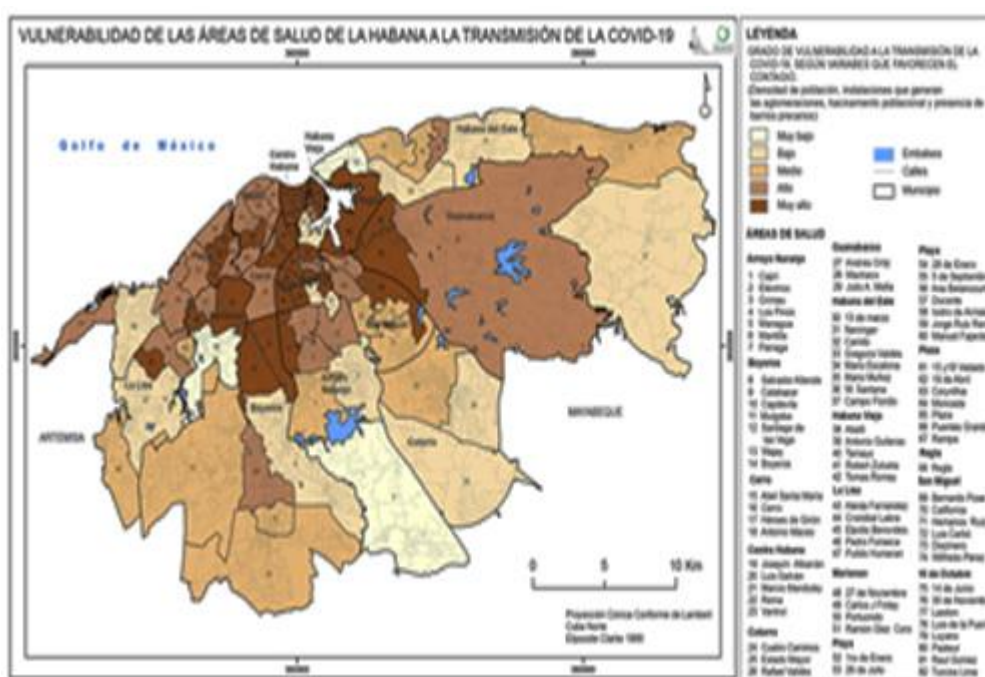


Fig. 5- Vulnerabilidad de las áreas de salud de la provincia La Habana a la transmisión a la COVID-19.

En la tercera etapa se generaron varios mapas, entre ellos, el que resume los casos acumulados por áreas de salud en el periodo del 17 hasta el 30 de abril. También, una animación que acompaña a esta representación, un mapa que representa el número de días con casos positivos en este periodo, otro con las tasas de incidencia acumulada por 100 000 habitantes, así como el del número y por ciento de asintomáticos; todos con posibilidades de actualización (Fig. 6).

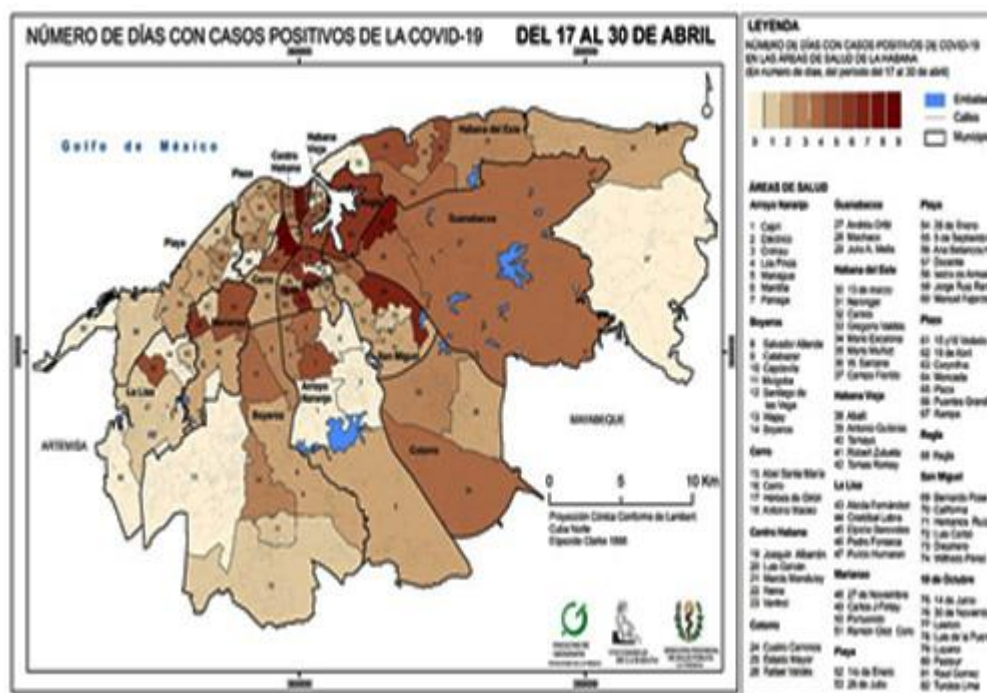


Fig. 6- Número de días con casos positivos de la COVID-19.

Este trabajo continuará con la integración de los resultados de las tres dimensiones del esquema de investigación (Vulnerabilidad grupos de riesgo de enfermedades, vulnerabilidad por transmisión y localización de casos positivos) para sugerir intervenciones más específicas donde se aplica el test de diagnóstico de manera masiva, reorientar pesquisas, etc.

Otra herramienta de este tipo utilizada para el análisis y toma de decisiones, es el Sistema Andariego de Grupo GeoCuba, que facilita el trabajo desde el área de salud, con datos geoespaciales, e información geográficamente referenciada, para la detección de brotes, seguimiento y análisis epidemiológico, como puede observarse en la figura 7.⁽²⁵⁾

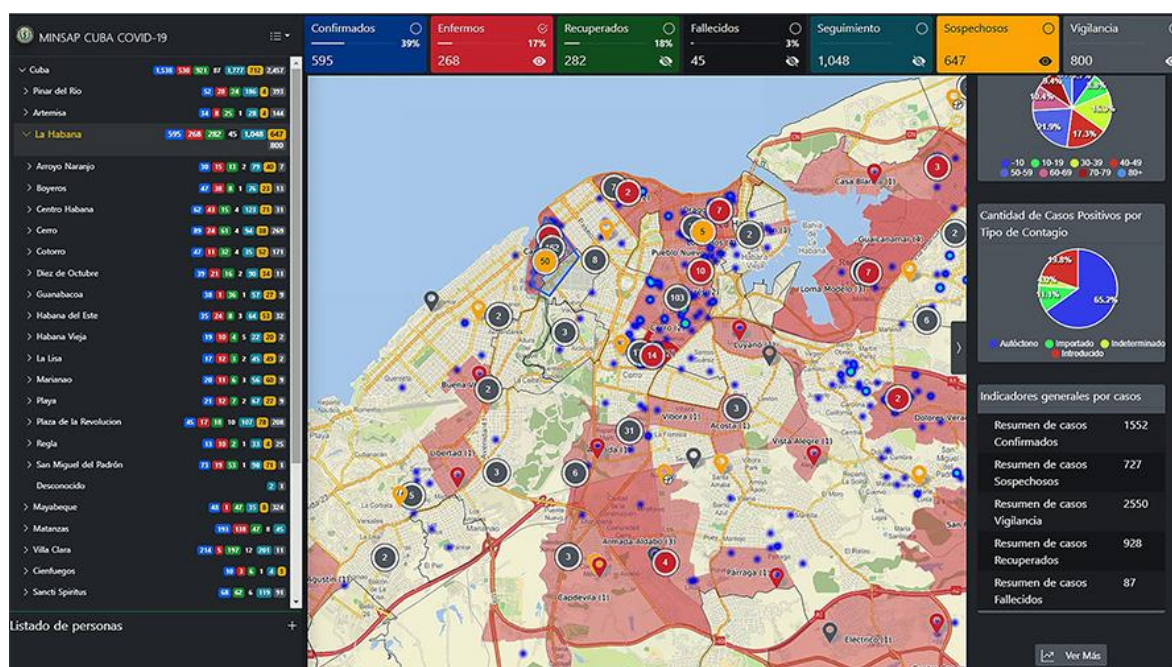


Fig. 7- Sistema Andariego. GeoCuba.

Todo este quehacer ha tenido como marco el *Simposio para el modelado, seguimiento e intervención epidemiológica de la COVID-19*, que ha contado hasta la fecha con ocho talleres de análisis y discusión, según muestra la figura 8, con vistas al debate científico y validación de las herramientas utilizadas, para su introducción inmediata.

| No. | TALLER | FECHA | SEDES / ORGANISMO | PONENCIAS | PARTICIPANTES |
|--------------|---|----------|-------------------|-----------|---------------|
| I | Análisis y predicciones | 6 abril | CNSCS / MINSAP | 11 | 25 |
| II | Modelos Matemáticos | 13 abril | MATCOM-UH / MES | 11 | 30 |
| III | Adultos mayores y COVID-19 | 15 abril | CITED / MINSAP | 2 | 12 |
| IV | Pandemia COVID-19 en la salud de las personas | 20 abril | IPK / MINSAP | 7 | 35 |
| V | Georeferenciación | 21 abril | CNSCS / MINSAP | 2 | 19 |
| VI | Estudio de portadores | 27 abril | CNSCS / MINSAP | 1 | 15 |
| VII | Variables Meteorológica | 27 abril | INSMET / CITMA | 1 | 18 |
| VIII | Modelos Matemáticos II | 28 abril | MATCOM-UH / MES | 10 | 18 |
| TOTAL | | 8 | 5 / 3 | 45 | 172 |

Fig. 8- Talleres para el Simposio: modelado, seguimiento e intervención epidemiológica de la COVID-19.

Consideraciones finales

La intervención del Gobierno cubano tiene un alto nivel según el índice de Oxford. Las medidas adoptadas por el Gobierno han sido efectivas.

Es necesario poner énfasis en el trabajo local para el control de brotes, a fin de evitar la prolongación en el tiempo de la COVID-19 y que se convierta en una epidemia.

Extender los resultados de las investigaciones y herramientas desarrolladas por el Grupo de Expertos a los territorios para que se aplique en la toma de decisiones a nivel municipal, de áreas y consejos populares.

Agradecimientos

A los siguientes profesionales que participaron directamente en los resultados que se presentaron en el trabajo: Lizet Sánchez Valdés, Pablo Velazco Villares, Celso Pazos Alberdi, Nancy Pérez Rodríguez, Wilfredo Morales Lezca, Yudivián Almeida Cruz, Raydel Montesinos Perera, entre otros.

Referencias bibliográficas

1. OPS-OMS. Actualización Epidemiológica. Nuevo coronavirus (COVID-19). 2020 [acceso 30/04/2020]. Disponible en: <https://www.paho.org/sites/default/files/2020-02/2020-feb-28-phe-actualizacion-epi-covid19.pdf>
2. Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias. Preguntas y respuestas sobre el SARS-CoV-2 y el COVID-19. Secretaría general de Sanidad. España. 2020 [acceso 30/04/2020]. Disponible en: https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov-China/documentos/20200224.Preguntas_respuestas_COVID-19.pdf
3. OPS-OMS. Enfermedad por el Coronavirus (COVID-19). 2020 [acceso 30/04/2020] Disponible en: <https://www.paho.org/es/tag/enfermedad-por-coronavirus-covid-19>
4. Johns Hopkins University Medicine. “Coronavirus COVID-19 Global Cases”. Johns Hopkins University. [acceso 23/04/2020]. Disponible en: <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>

5. Johns Hopkins University. Progresión del contagio de COVID-19 en América Latina, [acceso 30/04/2020]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-52131238>
6. Ríos Montanez AM. América Latina y el Caribe: Número de casos de COVID-19 por país 2020. abr 2020 [acceso 30/04/2020]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/1105121/numero-casos-covid-19-america-latina-caribe-pais/>
7. ACN. Cronología sobre la COVID-19 en Cuba. 2020 [acceso 30/04/2020]. Disponible en: <http://www.acn.cu/cuba/63214-cronologia-sobre-la-covid-19-en-cuba-dossier>
8. CUBADEBATE. COVID-19: Cuba entró en fase de transmisión autóctona limitada. 7 abril 2020. Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2020/04/07/cuba-en-fase-de-transmision-autoctona-limitada/#.XqxBqM3NtXw>
9. Infomed. Infecciones por coronavirus. COVID-19. Temas de Salud. Infomed. 2020 [acceso 05/05/2020]. Disponible en: <https://temas.sld.cu/coronavirus/covid-19/>
10. MINSAP. Coronavirus en Cuba. Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba. 2020 [acceso 05/05/2020]. Disponible en: <https://salud.msp.gob.cu/?p=5100>
11. Guzman MG. Dengue. La Habana: Editorial Ciencias Médicas. 2016 [acceso 05/05/2020]:512 p. Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/libros/dengue/dengue_completo.pdf
12. MINSAP y OPS/OMS. Neuropatía epidémica en Cuba. 1992-1994. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas; 1995.
13. Velasco Hernández JX. Modelos matemáticos en epidemiología: enfoques y alcances. Miscelánea Matemática. 2007 [acceso 05/05/2020];44:11-37. Disponible en: http://www.matcuer.unam.mx/~max/Misc44/Velazco_j.pdf
14. Montesinos López OA, Hernández Suárez CM. Modelos matemáticos para enfermedades infecciosas. Salud pública de México. 2007 [acceso 05/05/2020];49(3):218-26. Disponible en: <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2007.v49n3/218-226/es>
15. Álvarez Cabrera CE, Andrade Lotero EJ, Gauthier Umaña V. Modelos epidemiológicos en redes: una presentación introductoria. Boletín de Matemáticas. 2015 [acceso 05/05/2020]. 22(1):21-37. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bolma/article/viewFile/51844/51641>

16. Gavilondo Mariño X, Vialart Vidal MN. Salud Móvil: retos y perspectivas de aplicación en Cuba. Rev Cubana Enferm. 2016 [acceso 06/05/2020];32(1):[aprox. 13 p.]. Disponible en: <http://revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/657>
17. Infomed. COVID-19. Coronavirus. Información actualizada para Cuba. CNICM-INFOMED. 2020 [acceso 06/05/2020]. Disponible en: <http://www.sld.cu/noticia/2020/02/27/disponible-aplicacion-desarrollada-por-infomed-sobre-el-covid-19>
18. Infomed. Pesquisador virtual COVID-19. CNICM-INFOMED. 2020 [acceso 06/05/2020]; Disponible en: <http://www.sld.cu/anuncio/2020/04/17/disponible-pesquisador-virtual-covid-19>
19. Ahora. Cuba: Nuevas medidas para enfrentar el COVID-19. Periódico “Ahora”. Holguín. Cuba. 2020 [acceso 06/05/2020]. Disponible en: <http://www.ahora.cu/es/holguin/8124-cuba-nuevas-medidas-para-enfrentar-el-covid-19>
20. Reyes Carmona S, Fernández Salazar J. ¿Se puede evaluar la respuesta de un gobierno ante la COVID-19? ACN. Tablero Interactivo CubaData Covid19. 2020 [acceso 05/05/2020]. Disponible en: <http://www.acn.cu/cuba/64175-se-puede-evaluar-la-respuesta-de-un-gobierno-ante-la-covid-19> o <https://covid19cubadata.github.io/#cuba>
21. Díaz Ceballos FJ. Introducción a los estudios de cohorte en epidemiología y al análisis de supervivencia. Med. UNAB. 2005 [acceso 06/05/2020];8(1):43-53. Disponible en: <https://revistas.unab.edu.co/index.php/medunab/article/view/210/193>
22. Gramatges Ortiz A. Aplicación y técnicas del análisis de supervivencia en las investigaciones clínicas. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter 2002 [acceso 30/05/2020];18(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892002000200004
23. Ridenhour B, Kowalik JM, Shay DK. El número reproductivo básico (R_0): consideraciones para su aplicación en la salud pública. Rev. Panam Salud Pública. 2015 [acceso 06/05/2020];38(2):167-76. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/10053/v38n2a11.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Pérez Rodríguez N. Estudios de Geografía Médica en Cuba. Facultad de Letras y Ciencias Humanas. Pontificia Universidad católica del Perú. 2019 [acceso 06/05/2020]. Disponible en: <http://facultad.pucp.edu.pe/letras-ciencias-humanas/noticias-y-eventos/eventos/conferencia-estudios-de-geografia-medica-en-cuba-a-cargo-de-nancy-perez/>

25. GeoCuba. Andariego. ECURED. 2020 [acceso 06/05/2020]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Andariego> o <http://www.cubadebate.cu/noticias/2015/01/30/descargue-en-su-movil-el-andariego-un-servicio-de-localizacion-para-cuba/#.XrNRfs3NtXw>

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Pedro Más Bermejo: Iniciativa y coordinación para escribir el artículo, organización y elaboración del texto.

María Josefina Vidal Ledo: Idea, organización, revisión bibliográfica, elaboración y revisión final del texto.

Waldemar Baldoquín Rodríguez, Armando Humberto Seuc Jo, Raúl Guinovart Díaz y Vivian Noriega Bravo: Descripción de los modelos y herramientas utilizadas y revisión del texto final.