

Investigaciones para enfrentar el COVID-19 entregan resultados

Aquí están los principales avances que han tenido los tres proyectos que ejecutó la Universidad, más otro en el que participó dentro de la alianza Caoba, en la convocatoria hecha por Minciencias para encarar el nuevo coronavirus.

SEBASTIÁN AGUIRRE EASTMAN
COLABORADOR

Tras unos diez meses de trabajo, contados a partir del anuncio que en abril de 2020 hizo el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación –Minciencias– de los proyectos científicos para enfrentar la pandemia, la labor desarrollada por investigadores de EAFIT presenta unos resultados que no solo evidencian labores importantes en las producciones científica y académica, sino que extienden sus beneficios a la sociedad en general.

Fueron tres proyectos ejecutados por la Institución, más otro en el que participó como parte de la alianza Caoba, en equipo con otras empresas y universidades del país. Estos fueron seleccionados entre 32 propuestas en total que recibieron financiación del Gobierno Nacional en la que se denominó “Mincienciatón”.

En la presentación de los primeros resultados de estas investigaciones, en septiembre pasado, la ministra de ese despacho, Mabel Gisela Torres, agradeció a EAFIT la complicidad para tener este tipo de sinergias que sumaron al propósito nacional de enfrentar los retos de la pandemia por COVID-19, generando innovaciones desde la investigación. En ese sentido, según dijo, la Mincienciatón “fue una estrategia que logró que ese rezago que por años hemos tenido de conversación y sincronización entre investigadores y sector productivo se redujera y respondiéramos con productos tangibles”.



En ese acto, realizado en las instalaciones de EAFIT, el alcalde de Medellín, Daniel Quintero Calle, celebró las capacidades tecnológicas que mostraron los científicos e investigadores de la ciudad en fabricar productos que parecían reservados para las grandes potencias mundiales y que “aquí las pudimos resolver porque hay con qué”.

EAFIT presentó a la convocatoria diez proyectos de investigadores con grupos adscritos a las escuelas de Ciencias, Ingeniería y Humanidades, y los elegidos estuvieron asociados a las áreas de matemáticas, biología, microbiología, física e ingeniería, algunas con trabajo previo relacionado con medicina y con una capacidad construida desde hace varios años.

En esta entrega de la Revista Universidad EAFIT actualizamos los avances de estos proyectos y explicamos cuáles fueron los resultados más importantes de las propuestas ejecutadas.



De los cuatro proyectos desarrollados por EAFIT o con su participación, dos culminaron en diciembre de 2020 y los otros dos tienen acciones por ejecutar durante 2021.

Foto Shutterstock.

Membrana con mayor eficiencia de filtración

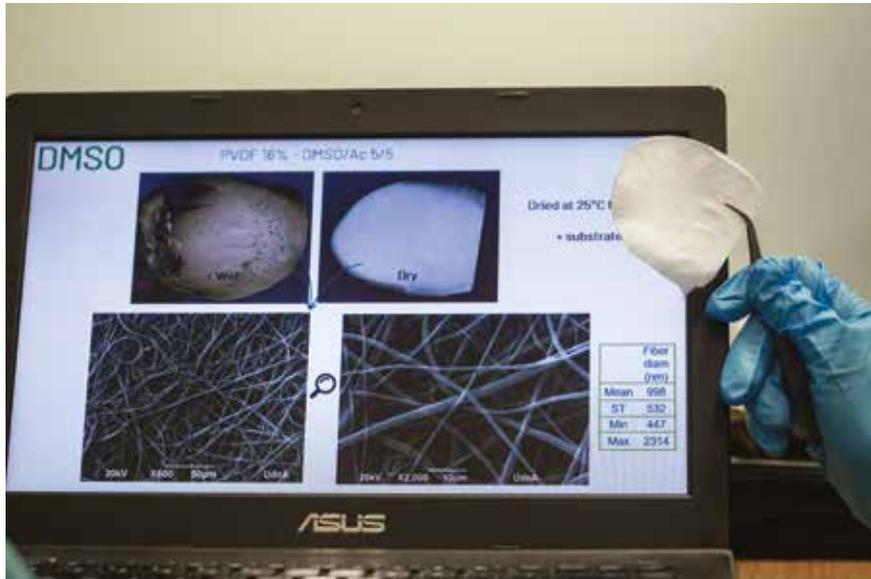
Desarrollar una membrana de filtración basada en nanofibras para el manejo de infecciones respiratorias agudas, como el COVID-19, fue el objetivo de un proyecto liderado por la docente e investigadora Mónica Lucía Álvarez Lainez.

Desde 2013, el grupo de investigación en Ingeniería de Diseño de Producto, liderado por ella, ha trabajado en la fabricación de nanofibras a partir de diferentes polímeros y generando nuevas funcionalidades para las membranas. Desde aquel momento, el equipo evidenció que se podían elaborar membranas para la fabricación de filtros que

servían como mecanismos de prevención durante las emergencias ambientales que se han presentado en años recientes en el Valle de Aburrá.

“Estos materiales daban buenas eficiencias de filtración de material particulado –cerca del 98%–, más comodidad al usuario y podíamos fabricarlos a la medida”, señala Álvarez. Con ese trabajo previo, el grupo de investigación consideró su propuesta para la Mincienciatón para encontrar iniciativas científicas en Colombia que podrían hacer frente a la pandemia.

Una vez seleccionado, el proyecto comenzó con una fabricación a escala mayor. Con los recursos recibidos de parte del Ministerio se adquirió un *Electrospinning*, una máquina para hacer electrohilado (de allí su nombre en inglés), para modificar materiales en la nano y la microescala a través de procesos de mezclado y funcionalización –un método para activar la superficie de los materiales y adicionarles nuevas



El proyecto tendrá una segunda fase en la cual la membrana se probará en los sistemas de aire acondicionado y de climatización del tranvía de Medellín. Foto Róbinson Henao.



La membrana creada es capaz de retener aerosoles cuyo tamaño es nanométrico, como el que puede transportar el COVID-19. Un primer uso fue en la realización de mascarillas que han probado su alta eficiencia. Foto Róbinson Henao.

funciones-, así como para caracterizar y hacer seguimiento a las modificaciones realizadas. Eso ayudó a elaborar membranas en mayor volumen.

Esa membrana producida en los laboratorios de EAFIT, que Álvarez describe en forma sencilla como un “rollo de tela”, es capaz de retener aerosoles cuyo tamaño es nanométrico, como el que puede transportar el COVID-19. Uno de los resultados inmediatos de esta membrana filtrante fue la elaboración de mascarillas con alta eficiencia de filtración que han sido validadas en cerca de 250 integrantes del personal del Hospital Pablo Tobón Uribe de Medellín.

El proyecto comprende las donaciones de unas 4.000 mascarillas a hospitales de regiones apartadas en los departamentos de Chocó, Putumayo y Nariño, tarea que estará a cargo de Bottom, *spin off* nacida de este grupo de investigación y que esta propuesta ayudó a impulsar. Con ella espera comercializar este producto en el futuro.

Nuevos desarrollos en el tranvía

Además, Minciencias extendió el proyecto hasta agosto de 2021. En esa segunda fase se busca generar sistemas de filtración industrial con membranas de nanofibras para ser puestos a prueba en otros usos de tipo industrial, como en el tranvía del Metro de Medellín, cuyos vagones cerrados y con aire acondicionado que circula en su interior ofrecen condiciones ideales de prueba.

Mónica Álvarez señala que “en acompañamiento con el Metro realizaremos la integración de la membrana filtrante en los sistemas de aires acondicionados y de climatización. Lo importante es que ese aire interior tenga una mejor calidad. Nuestro sistema de filtración es capaz de retener las partículas ultrafinas, que son las más pequeñas y las más difíciles de filtrar”.

La infraestructura que dejará el proyecto permitirá, en adelante, un desarrollo de capacidades muy alto y potenciar nuevas investigaciones de este equipo de ingenieros.



Grupo al que está adscrito el proyecto:

Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño de Producto.

Investigadora principal:

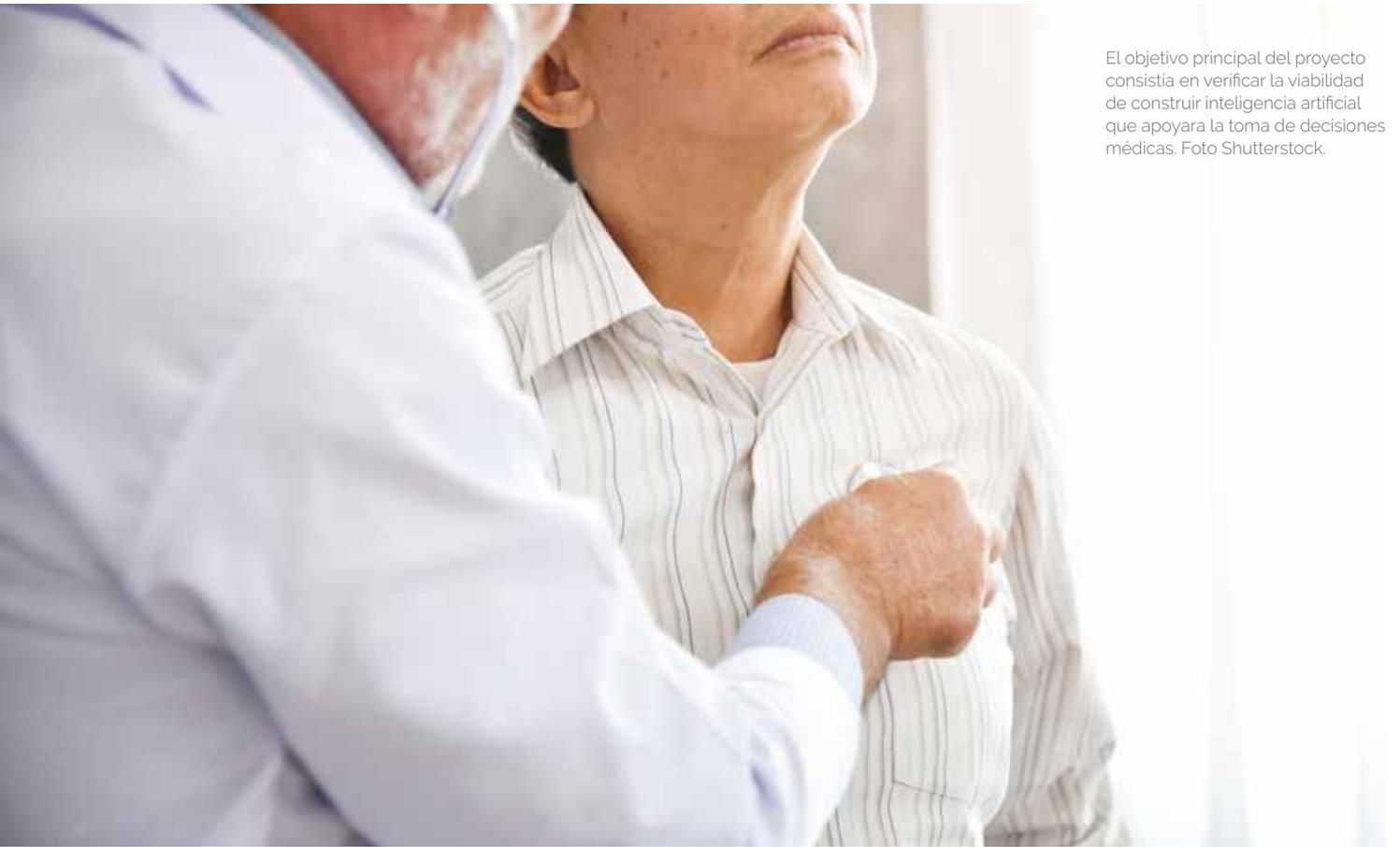
Mónica Lucía Álvarez Lainez.

Coinvestigador:

Andrés Felipe Zapata.

Otras instituciones participantes:

Hospital Pablo Tobón Uribe y Metro de Medellín.



El objetivo principal del proyecto consistía en verificar la viabilidad de construir inteligencia artificial que apoyara la toma de decisiones médicas. Foto Shutterstock.

Inteligencia artificial en la detección de la neumonía

Establecer la viabilidad y la validación de la aplicación de modelos de inteligencia artificial para la detección de neumonía con base en lo aprendido en los servicios de radiología de hospitales de tercer y cuarto nivel de Medellín, fue otro de los proyectos desarrollados por EAFIT dentro de la convocatoria de Minciencias para hacer frente al COVID-19.

“Se desea ofrecer al país y a los hospitales de todos los niveles este conocimiento experto a médicos que no son especialistas pero que puedan apoyar el proceso de priorización y tamizaje”, explica la profesora Olga Lucía Quintero, quien hace parte del Departamento de Ciencias Matemáticas y que lideró esta propuesta.

La premisa era ofrecerles a los médicos, en especial a aquellos instalados en regiones apartadas, una aplicación que les permitiera, con soporte en modelos matemáticos y una base de conocimiento previo adquirido por los profesionales, detectar posibles pacientes con casos sospechosos o positivos de COVID-19 sin que esta fuese una herramienta de diagnóstico sino de apoyo en la priorización.

Quintero afirma que “no buscábamos construir algoritmos de inteligencia artificial de entrada, sino hacer un estudio clínico con los hospitales de tercer y cuarto nivel, como el Pablo Tobón Uribe o el San Vicente Fundación, en el que se hiciera una evaluación de la información y el conocimiento obtenidos a partir de unas imágenes diagnósticas de alta complejidad para pacientes con casos positivos y con ella verificar si era factible tener un sistema capaz

“Este proyecto consolidó la capacidad de la Universidad para desarrollar plataformas de telemedicina, aspecto que ya venía dándose antes de la pandemia”.

Olga Lucía Quintero, profesora e investigadora del Departamento de Ciencias Matemáticas.

de predecir el diagnóstico. Igualmente, hacer una evaluación retrospectiva para determinar, con modelos matemáticos, si era apropiado; y luego, hacer una evaluación prospectiva que dijera si la herramienta era confiable y si en efecto les agregaba valor a los médicos".

Los algoritmos construidos aplicaban para la detección de alteraciones en la radiografía y tomografía de tórax, acompañados de un sistema de teleradiología. Los avances ya fueron presentados en un congreso de la Asociación Colombiana de Radiología.

"La herramienta ofrece una interfaz que maximiza la experiencia del médico. Ellos reclamaban que fuera sencilla, ligera, rápida, que no les generara dificultades sino que les facilitara su trabajo", señala la docente. El equipo de investigación

puso al servicio de ese personal la capacidad de las ciencias básicas y las matemáticas para responder a problemas reales.

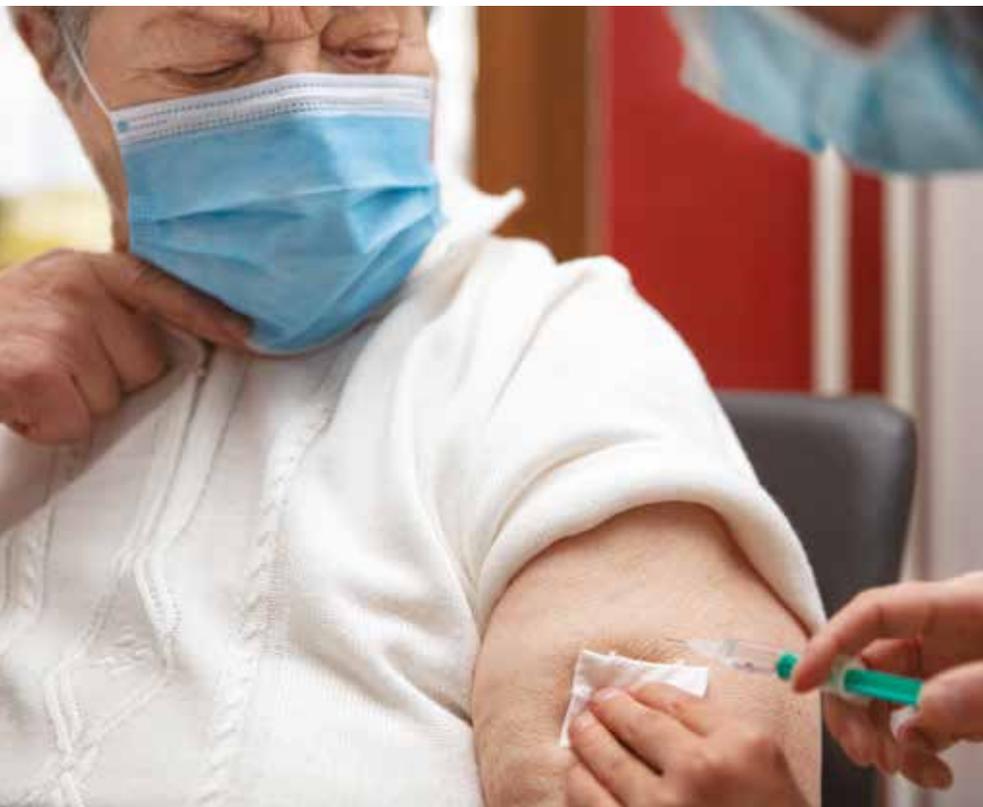
Plataformas de telemedicina

Como resultado de este proyecto surgió "vIvA-Med", una aplicación desarrollada por la *spin off* Humath (igualmente nacida en EAFIT), que funciona como un sistema de priorización para uso exclusivo del personal médico. El dispositivo brinda un apoyo técnico en la toma de decisiones, pero no como herramienta de diagnóstico que sustituyera su criterio clínico ni la interpretación de las imágenes diagnósticas de pacientes con sospechas de COVID-19, las cuales son cargadas a la aplicación por los especialistas.

vIvA-Med tiene dos versiones: Conrad, especializada en rayos X, y Godfrey que se encarga de las tomografías axiales computarizadas.

"Este proyecto consolidó la capacidad de la Universidad para desarrollar plataformas de telemedicina, aspecto que ya venía dándose antes de la pandemia; lo que hicimos fue coger este ejercicio y repotenciar y mostrar la evidencia de construcción basándose en la ciencia y la tecnología aplicadas a la salud", expresa la investigadora Quintero.

Fruto de esta labor, se estableció una alianza con Indigo Tecnología, una empresa que desarrolla software médico, la cual se interesó en esta herramienta para ampliar su capacidad tecnológica en el sector. Un logro que habla muy bien de los resultados obtenidos en esta investigación.



El análisis de las dinámicas de salud mediante *Data Analytics* y *Machine Learning* permite a los tomadores de decisiones fijar las acciones y políticas que mejor consideren para solucionar los problemas detectados. Foto Shutterstock.



Grupo de investigación al que está adscrito el proyecto:

Modelado Matemático, perteneciente a la Escuela de Ciencias.

Investigadora principal:

Olga Lucía Quintero Montoya.

Coinvestigador:

Christian Andrés Díaz León.

Otras instituciones

participantes:

Universidad de Antioquia, Instituto Tecnológico Meropolitano, Universidad CES, Clínica CES, Hospital Pablo Tobón Uribe, Hospital Universitario San Vicente de Paúl, IPS Universitaria.

Medir con *Data Analytics* el efecto COVID-19 en coberturas de vacunación

Además de los efectos directos que el coronavirus ha causado en la salud pública y el interés que ha suscitado la vacunación para contrarrestar su impacto, ha habido otros daños colaterales en distintos ámbitos que son investigados con apoyo de la ciencia y la academia.

Uno de ellos, con un efecto no menor, fue la disminución en las tasas y coberturas de vacunación de enfermedades como el sarampión, la rubéola, la papera, la difteria y la pertussis debido a situaciones como el aislamiento preventivo, la cuarentena estricta y las medidas de prevención en centros de salud que hicieron que muchas personas no continuaran con sus esquemas de vacunación.

Para evaluar ese impacto, el profesor Edwin Montoya, coordinador del Centro de Excelencia Caoba e investigador de la Escuela de Ingeniería de EAFIT, lideró la investigación *Desarrollo y evaluación de modelos matemáticos y epidemiológicos que apoyen la toma de decisiones en atención a la emergencia por SARS-Cov-2 y otros agentes causales de IRA en Colombia utilizando Data Analytics y Machine Learning*.

El grupo de investigación evaluó el impacto que el COVID-19 ha tenido en la cobertura del programa ampliado de inmunización y la carga de enfermedades prevenibles por vacunación, para identificar escenarios posibles que permitieran generar recomendaciones de política pública y priorizar acciones por parte de las autoridades competentes para ello.

El proyecto trabajó con base en dos vacunas que cubren enfermedades transmisibles por contagio, las cuales se escogieron de acuerdo con criterios como la disponibilidad de datos para hacer análisis, así como el mayor impacto que pudieran tener con la reducción de los programas de vacunación y salud pública:

- La triple viral, para la cual se escogieron como enfermedades a evaluar el sarampión, la rubéola y la papera.
- La DPT o pentavalente, en la que se eligieron la difteria y la pertussis (no se incluyeron el tétano, la hemofilia y el neumococo).
- Además, se agregó una sexta enfermedad: la influenza, que se transmite por contagio y se controla con una vacuna.



Grupo al que está adscrito el proyecto:

Estudios en Mantenimiento Industrial y I+D+I en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Giditic).

Investigador principal por EAFIT:

Edwin Montoya Múnera.

Coinvestigadores:

Elizabeth Suescún Monsalve

Otras instituciones participantes:

este proyecto fue ejecutado por EAFIT dentro de la alianza Caoba, integrada por instituciones entre las que están las universidades de Los Andes, Javeriana, Icesi, Fundación Valle del Lili, Instituto Nacional de Salud y Grupo Nutresa, entre otros. Caoba promueve la participación del sector público y privado con el objetivo de generar soluciones con el uso de macrodatos (*Big Data*) y análisis de datos (*Data Analytics*).

Variantes a considerar

El proyecto partió de dos causas raíces: la reducción de la vacunación y el aumento de casos dada la desprotección en una parte de la población, con incidencia en la tasa de mortalidad de las enfermedades señaladas por este fenómeno.

Con esto definido, el equipo recolectó la información en sistemas como el del Instituto Nacional de Salud, Sivigila, entre otros, en los que cada ente territorial registra sus programas de vacunación, para evidenciar los comportamientos antes señalados.

Posteriormente, explica Montoya, el trabajo se enfocó en crear los modelos matemáticos que ayudaran a estimar los efectos del COVID-19 en esas causas raíces, más otros factores relacionados como el de las migraciones, en particular la de población venezolana.

"Al emplear estos modelos, el personal de salud y las autoridades de cada territorio reciben unos resultados y reportes de análisis que les ayudan a identificar cómo se comportarán las dinámicas de futuro y predecir cómo variarán los casos y las muertes por estas enfermedades en virtud de la disminución en las coberturas de vacunación y la evolución de la curva epidemiológica del COVID-19. Con esto pueden establecer políticas públicas que mitiguen ese impacto", concluye el docente.



MATH COVID
VISUALIZAR ANALIZAR PREDECIR

Plataforma web para visualizar y analizar datos con modelos que permiten entender las relaciones complejas que existen entre la epidemia, el sector de la salud, la sociedad y la economía.

VISUALIZACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

 <p>ENCUESTA DE CASO POTENCIAL</p> <p>Módulo para la evaluación de casos potenciales a través de un cuestionario de datos personales de contacto con casos confirmados, de síntomas o enfermedades recientes, ubicación e información de contacto.</p> <p>VER MÁS</p>	 <p>MAPAS DE RIESGO</p> <p>Módulo para visualizar los mapas de riesgo por departamentos y municipios de acuerdo a los casos, tasas de letalidad, recuperados, fallecidos y genocidios, además de indicadores posicionales de la incidencia del COVID-19.</p> <p>DEPARTAMENTOS MUNICIPIOS</p>	 <p>MAPA DE CALOR</p> <p>Módulo basado en la información geográfica y análisis de los casos confirmados y potenciales.</p> <p>VER MÁS</p>
---	--	---

EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS POLÍTICAS PARA LA CONTENCIÓN DE LA PANDEMIA Y TOMA DE DECISIONES

 <p>EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS MEDIDAS DE CONTENCIÓN</p> <p>Módulo matemático en tiempo discreto que modela la transmisión del COVID-19 y las distintas estrategias de control.</p> <p>REGIONES COSECHAS</p>	 <p>PRONÓSTICOS</p> <p>Técnicas de Inteligencia Artificial y otras tecnologías para auxiliar en los procesos de toma de decisiones de las autoridades competentes y así pronosticar el número de casos de contagios a corto y mediano plazo.</p> <p>VER MÁS</p>	 <p>Módulo de simulación en dinámica de sistemas para estudiar el efecto de las políticas económicas a mitigar la propagación de COVID-19 sobre la economía y el sistema de salud.</p> <p>VER MÁS</p>
 <p>DINÁMICA ESPACIAL EN MEDELLÍN</p> <p>Módulo de simulación basado en agentes para analizar la dinámica de transmisión del virus a partir de variables físicas geográficas, socioeconómicas, y demográficas de los habitantes de la ciudad de Medellín para así evaluar el efecto de políticas de mitigación sobre la misma población.</p> <p>VER MÁS</p>	 <p>Módulo de Inteligencia Artificial para el análisis de datos y sentimientos sobre el COVID-19 en Colombia a partir de noticias, datos de Twitter y datos de Facebook.</p> <p>VER MÁS</p>	 <p>Módulo de optimización para realizar la asignación de pacientes y visitantes resueltos en los diferentes regiones considerando la capacidad y el porcentaje de ocupación actual.</p> <p>VER MÁS</p>

Robusta plataforma permite ahondar en análisis del COVID-19 en Colombia

Para analizar y apoyar estrategias de salud pública ajustadas a la realidad colombiana, un equipo de investigadores de EAFIT liderado por María Eugenia Puerta, doctora en Ciencias Matemáticas, diseñó la plataforma web Mathcovid (<https://epidemiologia-matematica.org>) que ofrece, desde sus 11 módulos, una visión amplia del COVID-19 en el país, a partir del uso de modelos matemáticos, de simulación e inteligencia artificial.

Mediante un trabajo interdisciplinario, el proyecto entregó esta plataforma que agrega valor a los esfuerzos por enfrentar la pandemia a nivel nacional e internacional.

Si bien es posible encontrar plataformas web que dan cuenta del avance de la enfermedad, tableros de información, sistemas de vigilancia, disposición de políticas públicas, protocolos de bioseguridad y pedagogía de la enfermedad, Mathcovid ofrece algo nuevo: simuladores en línea específicos para Colombia y sus regiones.

Tales simuladores permiten entender la dinámica de la enfermedad ante diferentes escenarios que incorporan, además, varios elementos novedosos. Por ejemplo, el comportamiento social de los ciudadanos frente a la enfermedad, los efectos de las políticas públicas –incluida la vacunación–, el impacto de la migración en el desarrollo de la epidemia, dimensionar los efectos colaterales de las decisiones, pronosticar de acuerdo con información, distribuir recursos

La plataforma tiene los primeros simuladores en línea específicos para Colombia y sus regiones. Ellos incorporan incluso una variable importante: el comportamiento social de los colombianos frente a la enfermedad.

de manera óptima y tener información sobre lo que manifiesta la gente sobre el COVID-19 en redes sociales como Twitter.

A la plataforma se han afiliado alcaldías y gobernaciones como las de Envigado, Neiva, Ibagué, Huila y Tolima que se han suscrito a esta herramienta para sustentar sus decisiones en aspectos como modelos de alternancia, aforos permitidos, logística humanitaria –por ejemplo en la repartición de respiradores artificiales– entre otros, con mapas y calculadoras de riesgo y otras opciones de visualización.

La investigadora María Eugenia Puerta celebra la aceptación que la plataforma ha tenido en distintos sectores gubernamentales y académicos, ya que facilita predecir temas relacionados con la salud pública. Del mismo modo, sirve como herramienta pedagógica para ilustrar a los estudiantes sobre los comportamientos de las curvas de contagio, a partir de las decisiones públicas que se tomen para prevenir la propagación del virus.



La plataforma Mathcovid fue utilizada en el segundo semestre de 2020 para hacer seguimiento al virus durante la temporada cafetera en el Suroeste antioqueño. Foto Robinson Henao.

Apoyo a la cosecha cafetera

En el mes de julio de 2020, cuando ya se tenían varios modelos matemáticos validados e implementados en uno de los módulos de la plataforma Mathcovid, el grupo investigador trabajó en equipo con el Comité de Cafeteros de Antioquia y el Secretario de Agricultura de este departamento, Rodolfo Correa, quien lideró el Plan Cosecha para el Suroeste antioqueño. Los cafeteros y el funcionario estaban preocupados por las consecuencias de la migración de campesinos de distintas regiones del país hacia dicha subregión, con motivo del inicio de la temporada de cosecha cafetera en esa parte del país.

“A través de Mathcovid se hizo el análisis de la mejor estrategia para contener la propagación de la enfermedad, teniendo presente el impacto de la migración de campesinos sobre la región. En paralelo se desarrolló la plataforma Cosecha Segura (www.cosecha-segura.org) mediante la cual se guiaba al campesino a las plazas que había disponibles en las fincas cafeteras y se le daba información sobre los sitios con incidencia de la enfermedad, de tal manera que pudiera tomar la mejor decisión en cuanto al lugar de trabajo”, explica la directora del proyecto, María Eugenia Puerta.

Utilizando Cosecha Segura, los vigías de la salud hacían seguimiento de las condiciones de salud de los campesinos de tal forma que se diera atención inmediata a la persona afectada por el virus y se generara una alerta de cerco epidemiológico, si era necesario.

“Para esto se hizo un trabajo pedagógico con la población en general y el campesinado sobre el cuidado de sí mismo y el cuidado del otro, buscando con ello una mayor conciencia frente a la enfermedad y cómo evitar el contagio”, explica la profesora Puerta.

El resultado de ese trabajo conjunto entre la Secretaría de Agricultura de Antioquia, el Comité de Cafeteros, la población involucrada en la cosecha y la academia se presentó el 24 de diciembre de 2020, cuando se dio fin al Plan Cosecha con un informe por parte del Secretario Rodolfo Correa.

En ese reporte se dio a conocer que los objetivos de cuidar la salud de los campesinos y salvar la cosecha se cumplieron a cabalidad: hubo cero muertos, 14 contagios y una cosecha valorada en 1.5 billones de pesos. ■



Grupos de investigación al que está adscrito el proyecto:

Matemáticas y Aplicaciones, Modelado Matemático y I+D+I en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Giditic).

Investigador principal:

María Eugenia Puerta Yepes.

Coinvestigadores:

Mauricio Toro, Fredy Marín, Paula Alejandra Escudero, José Lizandro Aguilar y Vadim Azhmyakov.