

Maui: iniciativa eafitense para mejorar la calidad del aire

Foto: Paulo Cepeda

Teniendo en cuenta que los contaminantes del Valle de Aburrá siguen su curso a través de la atmósfera, lo primero que se necesita es resolver el problema local y entender el daño ecosistémico hacia donde fluyen las corrientes en el país.

Medellín Air qQuality Initiative (Maui), proyecto interdisciplinario e internacional liderado por la Universidad EAFIT, busca comprender el transporte atmosférico de contaminantes en el Valle de Aburrá mediante modelado matemático. En septiembre de 2017 reunió un panel de expertos mundiales en el Taller de contaminación atmosférica y sus impactos en la salud humana, la agricultura y los ecosistemas naturales: una perspectiva de modelado matemático.



Foto: Robinson Henao

Beatriz Elena García Nova

Colaboradora

Soluciones científicas

Cuando el investigador José Fernando Duque Trujillo observa una planta a través del microscopio electrónico y detecta partículas metálicas de 1.4 micras no solo evidencia el grave problema de contaminación del aire del Valle de Aburrá, sino que le preocupa que la composición de estas incluyan arsénico, azufre, zinc y plomo.

Dichas partículas se desprenden de la combustión de los motores, de las llantas o de las carrocerías y, al respirarlas, pueden adherirse fácilmente a un glóbulo rojo –que mide 10 micras de ancho por 2.5 micras de alto– y llegar a cualquier célula del cuerpo, explica José Duque, doctor en Ciencias de la Tierra y jefe del pregrado en Geología de la Universidad EAFIT.

Partículas tan pequeñas como las descritas han protagonizado grandes crisis ambientales recientemente en el Valle de Aburrá, periodos en los que es fácil evidenciar cómo las emisiones de sus 10 municipios –Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas– circulan y causan daños en la salud humana, la economía, la movilidad y el medio ambiente.

A eso se suma que las montañas del Valle de Aburrá no actúan como contenedoras de este problema, ya que los contaminantes siguen su curso a través de la atmósfera y se depositan en lugares como bosques del Chocó o regiones agrícolas del país.

Para plantear soluciones con argumentos científicos, Lucía Quintero Montoya, del Grupo de Investigación en Modelado Matemático de EAFIT, se unió con los profesores José Fernando Duque, del Grupo de Investigación en Geología Ambiental e Ingeniería Sísmica; Nicolás Pinel Peláez, coordinador del Grupo de Investigación en Biodiversidad, Evolución y Conservación de EAFIT, y Ángela María Rendón Pérez, del Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad de Antioquia.

Esta unión interdisciplinaria para ayudar a mejorar la calidad del aire llevó en 2016 a Lucía Quintero, directora del doctorado en Ingeniería Matemática en EAFIT, a establecer una alianza entre la Escuela de Ciencias de EAFIT y la Universidad Tecnológica de Delft (TuDelft) y TNO, en Países Bajos, para realizar un proyecto de investigación en el que participan, entre otros, dos estudiantes de doctorado que tendrán doble grado con estas instituciones.

Aunque el proyecto se planteó para cuatro años, uno de los propósitos es comunicar cada adelanto. Por eso, en 2017 empezaron por publicar y presentar avances en eventos académicos en Brasil y, además, el equipo decidió que su proyecto se convirtiera en Medellín Air qUality Initiative (Maui).

Gracias a Maui y al apoyo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia y la Escuela de Ciencias de EAFIT, del 25 al 27 de septiembre de 2017 realizaron el Taller de contaminación atmosférica y sus impactos



Foto: Paulo Cepeda

Para modelar la dinámica del Valle de Aburrá se basan en dos modelos matemáticos internacionales: WRF modelin air quality research, del Weather Research and Forecasting (Estados Unidos), y Lotos-Euros model in air quality research de TNO (Holanda).

en la salud humana, la agricultura y los ecosistemas naturales: una perspectiva de modelado matemático.

El evento reunió a biólogos, geólogos, matemáticos, economistas, investigadores internacionales, tomadores de decisión de entidades como el AMVA, representantes de la consultora Deloitte y profesores de las universidades de Antioquia, EIA, CES y EAFIT, quienes alertaron sobre los impactos en el ámbito regional y presentaron la rigurosidad técnica con la que trabajan.

Modelos para la solución

Teniendo en cuenta que los contaminantes del Valle de Aburrá siguen su curso a través de la atmósfera, lo primero que se necesita es resolver el problema local y entender el daño ecosistémico hacia donde

fluyen las corrientes en el país. A esto le apunta Ángela Rendón, doctora en Ingeniería Ambiental, quien busca comprender en el área metropolitana cómo los vientos fluyen y mueven los contaminantes hasta transportarlos hacia otros lugares.

La pregunta crucial para ella es cómo esto afecta los ecosistemas a escala regional que, precisamente, es el interés de Nicolás Pinel, doctor en Microbiología, quien se encarga de analizar el impacto de la contaminación en cultivos como el café, el banano o la caña de azúcar, importantes en la economía de Colombia.

Para poder predecir cómo fluctuarán las emisiones y cómo se comportará la atmósfera en determinados momentos del día y del año, el equipo de investigadores recurre al modelado matemático para representar, describir y predecir escenarios, hacer diagnósticos y plantear las mejores soluciones para el problema de la calidad del aire.

Por eso, manifiesta la profesora Quintero, para

modelar la dinámica del Valle de Aburrá se basan en dos modelos matemáticos internacionales: WRF model in air quality research, del Weather Research and Forecasting (Estados Unidos), y Lotos-Euros model in air quality research de TNO (Holanda).

Con técnicas de estimación y reducción de incertidumbre ambos modelos han funcionado muy bien en esas latitudes para representar, por ejemplo, incendios forestales, análisis de transporte atmosférico, calidad de aire o comportamientos atmosféricos en volcanes. Ahora se busca aplicarlos en el Valle de Aburrá donde los principios físicos y las leyes químicas se comportan diferente. Comprender qué pasa en este contexto daría luces para tomar decisiones frente a los contaminantes atmosféricos y sus impactos.

Una ventaja es que se trata de un fenómeno observable y las matemáticas brindan herramientas para cuantificarlo. Sin embargo, no es fácil describir el fenómeno con un modelo de gran escala. "Se requiere un esfuerzo que implica identificar las fuentes de incertidumbre asociadas a ese modelo, estudiarlas y reducirlas", puntualiza Lucía Quintero, doctora en Ingeniería de Sistemas de Control.

Encuentro de corrientes

Para fortalecer las capacidades en la implementación del modelo Lotos-Euros en el Valle de Aburrá, el equipo cuenta con la colaboración del investigador Martijn Schaap, del Instituto de Meteorología de la Universidad Freie (Alemania) y quien dirige TNO Built Environment and Geosciences (Países Bajos).

Para implementar el modelo WRF cuentan con la ayuda del investigador colombiano John F. Mejía, del Desert Research Institute, de la Universidad de Nevada (Estados Unidos). Aunque él ha utilizado el WRF para diagnosticar y predecir el impacto de incendios forestales en los Estados Unidos, considera que este sistema es escalable y transferible. De hecho, es usado por más de 15.000 usuarios en el mundo entre universidades, centros de investigación, servicios meteorológicos y climáticos, incluidos el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (Siata), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y la Fuerza Aérea Colombiana.

Trayectos retadores

Los investigadores que participaron en el Taller de contaminación atmosférica y sus impactos en la salud humana, la agricultura y los ecosistemas naturales: una perspectiva de modelado matemático, realizado en 2017 en EAFIT, concuerdan en dos tipos de retos en relación con la contaminación de la atmósfera: de un lado hablan de las dificultades técnicas para representar los fenómenos desde el modelado matemático y, por otra parte, los inquieta lograr aportes para el cambio de comportamiento de las personas. Estas son sus consideraciones:



"Mi mayor preocupación es que la forma como nos estamos desarrollando en el mundo no es sostenible": Jan Willem Erisman, profesor de ciencias de la Tierra y la vida en la Universidad Libre de Amsterdam (Países Bajos). Para él lo más difícil es asegurar un comportamiento equilibrado de la gente con el sistema que les provee sus necesidades. Aunque es vegetariano, usa transporte público y tiene energía sostenible en la casa, es consciente de la complejidad del problema y se cuestiona ante situaciones como que él mismo provoca una gran huella de nitrógeno porque viaja en aviones por el mundo para compartir sus mensajes.



“Es difícil transmitir de manera responsable y clara los resultados, además sin generar pánico, para lograr acciones que reduzcan la contaminación y para no seguir llevando al interior del cuerpo las partículas emitidas de tan diversas formas”: José Duque, jefe del pregrado en Geología de EAFIT. Para él, solo a partir del trabajo conjunto se podrán generar buenos datos que puedan entrar en los modelos y, posteriormente, los resultados ayuden a generar políticas públicas.



“Si queremos impulsar la producción agrícola, pero a la vez, de manera inadvertida, impedimos que se materialice esa productividad, vamos en círculos”: Nicolás Pinel, coordinador del Grupo de Investigación en Biodiversidad, Evolución y Conservación de EAFIT. Él se concentra en lo complejo que resulta, para la conservación de la biodiversidad y la productividad agrícola, el hecho de que los contaminantes que se generan localmente también causan daño en las zonas regionales aledañas. Esto debido a que van a la atmósfera, reaccionan y se convierten en otros contaminantes que, se estima, causan caídas en la productividad agrícola de hasta 16 por ciento en algunos cultivos en el ámbito mundial.

“En el desafío de hacer a los ciudadanos partícipes de la solución son fundamentales la academia y los tomadores de decisiones”: Ángela Rendón, del Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad de Antioquia. Para ella otro desafío es lograr que un modelo de meteorología y un modelo de química representen bien los procesos en un valle tan estrecho y densamente poblado como el de Aburrá. Por eso, afirma que están usando modelos que involucran gran cantidad de información y se ha mejorado en toma de datos, pero estos son de diferentes fuentes y resolución, y de cortos periodos de tiempo.



“Se trata de modelos de una cantidad enorme de variables: vientos, velocidades, horizontales, verticales, tangenciales, la química del ozono, del azufre, del nitrógeno, es algo tan grande que sobrecoge la capacidad de la metodología matemática para acercarlo”: Lucía Quintero, del Grupo de Investigación en Modelado Matemático de EAFIT. Ella considera que la asimilación de datos o el 'arte' de lograr que el modelo se acerque a la realidad, vía modificación de sus parámetros internos, representa un gran reto.



“El componente más importante para adaptar los modelos al caso del valle consiste en la adecuada caracterización físico-química de las fuentes de emisiones, así como su variabilidad temporal y estacional”: John F. Mejía, del Desert Research Institute, de la Universidad de Nevada (Estados Unidos). Él asegura que en el Valle de Aburrá las emisiones son principalmente vehiculares e industriales.



“Las particularidades del Valle de Aburrá son un reto y una oportunidad para aprender de quienes hacen meteorología aquí”: Martijn Schaap, director del TNO Built Environment and Geosciences (Países Bajos). Él afirma que Colombia puede aprender de lo que pasa en los Estados Unidos y en Europa, donde hay tecnología que se podría usar y adaptar a la cultura y modo de vida colombianos. Schaap recomienda poner las emisiones como alta prioridad e instalar pronto el sistema de modelado para poder testear, comparar y analizar.

Investigadores

Lucía Quintero Montoya

Ingeniera de control, Universidad Nacional de Colombia; ingeniera electrónica, Universidad San Francisco de Quito (Ecuador), y doctora en Ingeniería de Sistemas de Control, Universidad Nacional de San Juan (Argentina). En la Universidad EAFIT es docente investigadora de la Escuela de Ciencias, directora del Grupo de Investigación en Modelado Matemático y directora del doctorado en Ingeniería Matemática.

Nicolás Pinel Peláez

Microbiólogo e inmunólogo, Universidad de Miami. Doctor en Microbiología, Universidad de Washington. Ocupó una posición posdoctoral en el Instituto de Biología de Sistemas en Seattle, Washington. Es coordinador del Grupo de Investigación en Biodiversidad, Evolución y Conservación, y del semillero de Estudio de Ecología de Plantas y Suelos (Samfund), de la Universidad EAFIT. Es integrante del Grupo de Investigación en Ciencias Biológicas y Bioprocesos (Cibiop).

José Fernando Duque Trujillo

Geólogo, Universidad EAFIT, y magíster y doctor en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es jefe del pregrado en Geología de la Universidad EAFIT, docente del Departamento de Ciencias de la Tierra, integrante del Grupo de Investigación en Geología ambiental e ingeniería sísmica y coordinador del semillero de investigación de Magnetismo Ambiental.

Ángela María Rendón Pérez

Ingeniera civil y magíster en Ingeniería de Recursos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia. Doctora en Ingeniería Ambiental. Es profesora de la Facultad de Ingeniería e integrante del Grupo de Investigación en Ingeniería y Gestión Ambiental de la Universidad de Antioquia.