

# Un enfoque académico para sensores de bajo costo para empoderar a la comunidad en la calidad del aire

Oscar A. Fajardo \*

**A**ctualmente existe una tendencia creciente en el uso de sensores de bajo costo para el monitoreo complementario de la calidad del aire en todo el mundo, lo cual ha empoderado a los ciudadanos y a las comunidades en temáticas que son fundamentales para el disfrute de una buena calidad de vida. La contaminación por material particulado o gases contaminantes en el aire que se respira está estrechamente vinculada con enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La Organización Mundial de la Salud reporta que más del 90% de la población mundial se expone a mala calidad del aire, muchas veces desconociéndolo o sin saber cómo protegerse.

Típicamente, la medición de la calidad del aire se realiza por medio de los denominados métodos de referencia federal (FRM, por su sigla en inglés) o métodos equivalentes federales (FEM). Aunque sus mediciones son muy precisas y confiables, tienen como principal limitación un elevado costo económico para su instalación, operación y mantenimiento. Esto restringe de forma significativa su implementación masiva en los territorios, y dado que para operarlos es necesario un conocimiento técnico especializado, están fuera del alcance de la población en general. En consecuencia, a lo largo de estas últimas décadas, gracias a avances significativos en microelectrónica y en sistemas de comunicaciones inalámbricos, se han creado una serie de dispositivos de bajo costo que permiten hacer un seguimiento de variables ambientales, particularmente de aspectos relevantes en el estudio de la calidad del aire, como las concentraciones de partículas o gases.

A la fecha, aún se ve muy poco probable que estos sensores reemplacen los métodos tradicionales de monitoreo, pero su potencial de generar información complementaria de valor es innegable. En el caso de los sensores de material particulado, toman mediciones de tamaños de partículas comprendidas entre los 400 nm y los 10 000 nm, operan a humedad relativa del ambiente y cuando se supera el 80%–85% del valor normal, se ha reportado que su rendimiento puede resultar afectado significativamente; además, actualmente hay muy pocas herramientas estandarizadas que permitan corregir o ajustar los datos obtenidos. Sin embargo, varios autores aclaran que esto no significa que tengan un rendimiento menor, sino que aún no alcanzan la exactitud de los de referencia, y que se requiere un trabajo de la sociedad científica para su progresiva mejora.

\* Doctor en Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Tsinghua (China), magíster en Desarrollo Ambiental Sostenible de la Universidad de Kingston (UK), ingeniero químico de la Universidad Nacional de Colombia. Investigador en contaminación del aire por material particulado, impactos en la salud asociados a la exposición de la población, desarrollo y aplicación de tecnologías de monitoreo de contaminantes. Vinculado a la Universidad Central desde el 2017 en la Facultad de Ingeniería de Ciencias Básicas y el Clúster NBIC. Correo: ofajardom@ucentral.edu.co

Estas nuevas herramientas tecnológicas son vistas como poderosas alternativas para generar avances en algunos aspectos científicos particulares, como puede ser determinar con mucho más detalle los niveles de exposición personal, al aumentar la cobertura espacial de forma masiva de las redes existentes. También permiten desplegar sensores en ubicaciones urbanas inaccesibles y esquemas de muestreo móviles o semimóviles. Pero se consideran aún más disruptivas cuando se usan como herramientas de enseñanza y socialización de temáticas ambientales para la población en general.

En otras latitudes y otros contextos sociales, la apropiación de estos sensores de bajo costo se ha dado más rápidamente. Sin embargo, los bajos niveles de educación formal y las reducidas tasas de dominio de una segunda lengua en Colombia han obstaculizado históricamente la posibilidad de que los ciudadanos adopten nuevos desarrollos tecnológicos y conocimientos científicos de forma más acelerada. Asimismo, al contrario de lo que ha ocurrido en otras regiones del mundo, donde las instituciones reguladoras ambientales han asumido el papel protagónico para evaluar y comunicar las capacidades y las limitaciones de estas nuevas tecnologías de bajo costo, las autoridades locales en Colombia no han participado de forma activa en esta revolución, de manera que han dejado un profundo vacío de información al público. Como se comentó previamente, esta tecnología es emergente, razón por la cual es importante realizar estudios en diferentes ambientes, ya sean abiertos o cerrados para validar su desempeño. Es por esto por lo que desde la academia se ha intentado implementar actividades para promover el desarrollo, la evaluación, el análisis y la socialización de estas novedosas herramientas.

En la Universidad Central hemos integrado el uso de sensores de bajo costo en actividades de aula, proyectos de grado interdisciplinarios y proyectos de investigación para aumentar la visibilidad de los sensores de bajo costo. Esto es particularmente relevante en nuestro caso porque estamos ubicados en Bogotá, una megaciudad latinoamericana, uno de los centros urbanos más grandes de América del Sur con problemas de contaminación del aire mayores que el promedio de la región. Adicionalmente, la contaminación en la ciudad se distribuye de forma heterogénea, focalizada principalmente en los distritos de bajos ingresos, lo cual genera mayor vulnerabilidad para sus residentes. Allí yace la importancia de empoderar a la población con herramientas que ellos mismos puedan implementar y entender, que les permitan tomar decisiones informadas en su vida diaria para proteger su salud y la de sus familias.

A la fecha contamos con nuestra propia red de monitoreo de material particulado empleando estos sensores y con comunicación IoT, que, en tiempo real, permite conocer las concentraciones del contaminante en la zona de influencia de la Universidad Central y que estará publicada para el acceso de cualquier persona interesada. También hemos realizado campañas de monitoreo en colegios de básica primaria en las localidades de Puente Aranda y Barrios Unidos, donde al finalizar las mediciones se hacen campañas de socialización de los resultados, de las tecnologías empleadas y de las alternativas que tenemos las personas para protegernos de la contaminación. Es especialmente motivante ver el interés que manifiestan los más pequeños en aprender sobre estos temas y sobre los instrumentos cuando se llevan a cabo las actividades, ya sea presencial o virtualmente.

Creemos que estas pequeñas acciones de socialización y el uso de estos sensores de bajo costo aportan de forma fundamental en el empoderamiento de las personas y que redundará en ciudadanos más conscientes de los riesgos y de las alternativas con que cuentan para protegerse, pero también de su papel activo en la ciudad. Las decisiones que tomamos como individuos diariamente impactan la calidad del aire que respiramos.