



# NOTAS DE POLÍTICA

## La importancia del monitoreo comunitario participativo de la calidad del aire en México

Gabriela Muñoz Meléndez

El monitoreo comunitario participativo de la calidad del aire puede complementar los esfuerzos oficiales de muestreo y evaluación de la contaminación atmosférica y así auxiliar a entes gubernamentales a superar las dificultades que acarrear reducciones presupuestales y falta de personal capacitado dedicado a esas tareas; aún más, el apoyo comunitario tiene el potencial de expandir áreas de muestreo y detallar información en sitios determinados. Sin embargo, la ciencia ciudadana -entendida como involucramiento comunitario en tareas especializadas- requiere de una estructura organizada y algún grado de conocimiento experto, que de lograrse puede generar datos precisos sobre los cuales sentar bases para respuestas eficientes de acciones de salud pública. Actualmente en México no se lleva a cabo el monitoreo comunitario participativo de la calidad del aire y de esta manera tanto el gobierno como las comunidades están perdiendo una oportunidad para mejorar la condición del aire que respiramos. Este documento explora brevemente la relevancia de este tipo de monitoreo.

### Introducción

La contaminación atmosférica es una seria amenaza a la salud, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (WHO por sus siglas en inglés) al 2016 cerca de 7 millones de personas en el mundo fallecieron por exposición a aire contaminado, de esta cantidad 4.2 millones se debieron a aire ambiental poluto, y 3.8 millones de muertes fueron por inhalación de aire doméstico contaminado por la cocción de alimentos

con combustibles y tecnologías sucias. Del total de muertes, 34% se debieron a cardiopatía isquémica, 21% a neumonía, 20% a ataques cardíacos, 19% a neumopatía obstructiva crónica y 7% a cáncer pulmonar. El citado reporte también asevera que si bien todos estamos expuestos a la contaminación atmosférica, son los más pobres y marginados los más vulnerables (WHO, 2018).

Estas cifras ponen de manifiesto que mantener una buena calidad del aire es un reto relevante para casi cualquier nación, así en pos de alcanzar este objetivo se establecen sistemas administrativos y regulatorios complejos en especial para el aire ambiental; e instauran normas de calidad del aire para contaminantes criterio; por este término se designa a un contaminante dañino para la salud humana y que originalmente se reguló bajo las normas de calidad del aire ambiental de la agencia de protección ambiental de los E.U. La procedencia del término podría remontarse a las enmiendas a la Ley de Aire Limpio de 1970, en donde se requirió a esa agencia describir los impactos a la salud y el bienestar provocados por un contaminante dado, a fin de formular un criterio de inclusión en el régimen regulatorio (Lee, 2005:192). En la actualidad se reconocen seis contaminantes criterio: ozono ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO), material particulado (como partículas inhalables o PM10 o bien partículas finas inhalables o PM2.5), dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y óxido de nitrógeno (NO); cuyas concentraciones se promedian sobre un periodo de tiempo específico. Las regulaciones a corto plazo se desarrollan para proteger contra efectos agudos en la salud en tanto que aquellas a largo plazo se establecen para resguardar de efectos crónicos (USEPA, 2016).

---

A fin de conocer la calidad del aire y su cumplimiento con los requerimientos regulatorios, los países han instalado redes de monitoreo atmosférico para levantar observaciones y realizar análisis periódicos o continuos (Lee, 2005: 507). Sin embargo, el monitoreo "oficial" de la calidad del aire presenta dos complicaciones; la primera es que no proporciona la resolución espacial lo suficientemente fina y específica a los sitios donde habitan los ciudadanos y realizan sus actividades cotidianas tales como correr, sacar a pasear al perro, llevar al niño a jugar al parque, hacer ejercicio al aire libre, etc. El segundo problema es que el monitoreo oficial no ha sido diseñado para evaluar ni reportar eventos súbitos de concentraciones altas de contaminantes atmosféricos que pueden conducir a impactos agudos en la salud de la población expuesta.

Con la meta de contrarrestar las limitaciones del monitoreo oficial de la calidad del aire, recientemente miembros de comunidades alrededor del mundo están tomando en sus manos el muestreo, esto ha sido posible gracias a la llegada al mercado de monitores pequeños y de bajo costo que pueden proveer información en tiempo real (Jiao et al. 2016; Snyder et al. 2013). Ejemplos de monitoreo comunitario participativo de la calidad del aire se han documentado en E.U. (O'Rourke and Macey, 2003; English et al, 2017), Reino Unido (Marsh, 2017; Plume LABS, n.d.), y Alemania (Luftdaten, n.d.), esas experiencias han demostrado que el uso de estrategias que involucren a miembros de la comunidad puede ser efectivas para el desarrollo de nuevos métodos de colección, para la medición de otras sustancias aparte de los contaminantes criterio y para la realización de estudios locales detallados. A tal punto está adquiriendo importancia la participación comunitaria que ya está influyendo prácticas de salud pública en algunos sitios (Den Broeder et al. 2016). Empero, la ciencia ciudadana no está libre de complicaciones, se ha reportado que el monitoreo comunitario participativo de la calidad del aire no puede ser usado independiente de monitoreo oficial ni puede proporcionar información definitiva para dar respuesta a cuestiones ambientales y de riesgos en la salud (D'Addario, 2015).

Dado los potenciales beneficios -y defectos- del monitoreo comunitario participativo de la calidad del aire, el objetivo de este documento es explorar su potencial implementación en nuestro país.

### Descripción del problema

En México, la calidad del aire es monitoreada de manera oficial usando una red de 187 estaciones localizadas en 29 de 31 Estados y diseminadas en 75 ciudades y áreas metropolitanas. Sin embargo hay que reconocer que las estaciones no están distribuidas de manera equitativa; urbes como la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara tienen un mayor número de estaciones que el resto de ciudades mexicanas; 34, 13 y 11; respectivamente para ser precisos. A nivel estatal, Guanajuato (18), Baja California (13) e Hidalgo (11) poseen más de 10 estaciones asignadas. En tanto que Querétaro (8), el Estado de México (7) y Puebla (6) detentan menos de 10 pero más de cinco estaciones. El resto de los estados (17) tienen menos de cinco estaciones para medir la calidad del aire en todo su territorio (SEMARNAT and INECC, 2018).

De acuerdo con el Informe Nacional de Calidad del Aire 2015, de las 187 estaciones de monitoreo existentes, 129 tenían infraestructura y equipamiento para medir ozono, 162 para cuantificar  $PM_{10}$  y 99 para evaluar  $PM_{2.5}$ . A nivel ciudad, 42 tenían monitores de ozono, de éstas sólo tres tuvieron índices por debajo del límite establecido en la norma correspondiente, en tanto que 22 se rebasaron las concentraciones máximas permisibles y en 17 no se pudo realizar la evaluación. Con relación a  $PM_{10}$ , 64 ciudades tenían capacidad técnica para medirlo; de estas sólo seis cumplieron con la norma apropiada en tanto que 16 no lo hicieron y en 42 metrópolis fue imposible evaluarlo debido a que las estaciones o no funcionaron o no existían suficientes datos. Finalmente, de las 44 urbes con capacidad de monitorear  $PM_{2.5}$ ; 11 incumplieron con la norma y en 32 no fue posible hacer la evaluación (INECC, 2016a). En ningún caso se reportaron actividades de monitoreo comunitario participativo.

Si bien las cifras reportadas en el citado informe muestran fuertes limitaciones, cabe preguntarse si esos resultados son representativos de la calidad del aire que respiran las personas en la ciudad que habitan. A fin de explorar esta idea, es recomendable enfocarse en una red de monitoreo en particular; tómesela de Baja California por ser uno de los estados que más estaciones de monitoreo posee (ver Cuadro 1). Esta

red fue instalada en 1995 como resultado de los acuerdos binacionales de la Paz. La red está conformada por 13 estaciones y desde 2007 es operada por la Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California. Actualmente la red monitorea a las cinco ciudades más importantes del Estado con características relevantes a la calidad del aire resumidas en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Estado de cumplimiento con las regulaciones de calidad del aire en Baja California durante 2015

| Ciudad   | PM <sub>10</sub>                     |                                     |              | PM <sub>2.5</sub>                     |                                     |              | O <sub>3</sub>         |                         |              |
|----------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------|------------------------|-------------------------|--------------|
|          | 24 hrs<br>(75<br>µg/m <sup>3</sup> ) | Anual<br>(40<br>µg/m <sup>3</sup> ) | cumplimiento | 24 hr s<br>(45<br>µg/m <sup>3</sup> ) | Anual<br>(12<br>µg/m <sup>3</sup> ) | cumplimiento | 1 hr<br>(0.095<br>ppm) | 8 hrs<br>(0.070<br>ppm) | cumplimiento |
| Mexicali | 281                                  | 108                                 | No           | 58                                    | 20                                  | No           | 0.102                  | 0.077                   | No           |
| Tijuana  | 88                                   | 34                                  | No           | DI                                    | DI                                  | DI           | DI                     | DI                      | DI           |
| Ensenada | FO                                   | FO                                  | FO           | FO                                    | FO                                  | FO           | FO                     | FO                      | FO           |
| Rosarito | FO                                   | FO                                  | FO           | FO                                    | FO                                  | FO           | FO                     | FO                      | FO           |
| Tecate   | DI                                   | DI                                  | DI           | DI                                    | DI                                  | DI           | DI                     | DI                      | DI           |

Fuente: INECC, 2016a  
DI = Datos insuficientes  
FO = Fuera de operación

Cuadro 2. Algunas características relevantes a la calidad del aire de las principales ciudades en Baja California al 2015

| Ciudad   | Número de estaciones | Población a marzo 2015 | Superficie municipal, km <sup>2</sup> | Fuentes de contaminación atmosférica |   |  |  |
|----------|----------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|--|--|
|          |                      |                        |                                       | Móvil, número de vehículos           | Estacionario, número de instalaciones   | Área, hectáreas agrícolas  | Natural                                  |
| Mexicali | 6                    | 988,417                | 13,700                                | 358,813                              | 3 centrales eléctricas, 190 maquiladoras  | 340 ha   | Clima semiárido con escasa precipitación |
| Tijuana  | 4                    | 1,641,570              | 637                                   | 552,613                              | 552 maquiladoras, 40 del sector automotriz  | Poca actividad agrícola, pero presencia significativa de baldíos | Clima semiárido y mediterráneo seco      |
| Ensenada | 1                    | 486,639                | 51,952                                | 132,971                              | Algunas industrias pesqueras  | 84,400 ha  | Clima mediterráneo templado              |
| Rosarito | 1                    | 96,734                 | 513                                   | 38,710                               | 1 central eléctrica y una instalación de almacenamiento y distribución de hidrocarburos | Poca actividad agrícola  | Clima mediterráneo templado              |
| Tecate   | 1                    | 102,406                | 3,079                                 | 43,011                               | Algunas maquiladoras y una cervecería   | Poca actividad agrícola  | Clima seco                               |

Fuentes: INEGI, 2016a; GobBC, 2015

---

Como se observa en el Cuadro 1, el objetivo final del monitoreo de calidad del aire en Baja California pareciera no alcanzarse del todo en principio porque muchas estaciones no operan, y cuando lo hacen reportan una calidad de aire "mala". Sin embargo, como puede verse en el Cuadro 2, es muy probable que, aunque todas las estaciones de monitoreo funcionaran bajo condiciones óptimas y de manera continua, éstas no serían suficientes para tomar observaciones representativas de todas las potenciales emisiones de las fuentes presentes que son someramente descritas en el Cuadro 2.

### El papel de Colef

Investigadores en Calidad del Aire de El Colef han participado en discusiones binacionales con relación a las necesidades de monitorear la calidad del aire, incluidas las actividades comunitarias (Castañeda, 2016). Además, durante el año 2016, dieron asesorías de manera informal, a varias asociaciones en La Paz Baja California Sur, y recientemente a algunas en Ensenada, Baja California.

El ejercicio en La Paz surgió de la preocupación de varios ciudadanos por conocer la calidad del aire en su ciudad, dado que no existe una red de monitoreo atmosférico aunque si hay una estación propiedad de CFE que mide la calidad del aire ambiental en los alrededores de la planta termoeléctrica que alimenta a la ciudad.

Hacia 2016, un grupo conformado por académicos de la Universidad Autónoma de Baja California Sur y dos asociaciones civiles (CERCA y BCSICLETOS) decidieron llevar a cabo una campaña de calidad del aire. En ese ejercicio El Colef contribuyó de dos formas: la primera fue presentar al equipo de BCS con académicos de la Universidad Estatal de San Diego (SDSU por sus siglas en inglés), un grupo con experiencia y equipo de monitoreo de calidad del aire. La segunda contribución fue recomendar el desarrollo de un inventario de emisiones atmosféricas y

documentar los patrones climáticos urbanos a fin de identificar fuentes de contaminación atmosférica y su distribución espacial.

El ejercicio en Ensenada es de reciente inicio; tiene como objetivo explorar la factibilidad de implementar una red móvil de monitoreo atmosférico comunitario usando bicicletas; en este punto los miembros de las asociaciones civiles involucradas ya han adquirido varios monitores móviles. Estudiosos de El Colef han participado en pláticas informales para enfatizar la relevancia de desarrollar inventarios de emisiones, de conocer el clima urbano, de conformar una estructura multinivel con actores académicos, gubernamentales y miembros de la comunidad, así como de validar monitores. Contribuciones adicionales a las que hasta el momento se han hecho podrían extenderse al diseño del proceso participativo y la delineación de recomendaciones de política pública.

### Comentarios finales y recomendaciones

Ciudadanos alrededor del mundo se encuentran cada vez más interesados en conocer la calidad del aire que respiran y como ésta afecta su salud y las de sus familiares y amigos; México no es una excepción. Este interés no es atendido por el monitoreo "oficial" de calidad de aire en parte por cuestiones de escalas y diseño. Recientemente, los ciudadanos preocupados por la calidad del aire de su ciudad han podido realizar sus propias mediciones gracias al advenimiento al mercado de monitores de aire pequeños y económicos. Esto ha abierto una ventana de oportunidad que permite a los residentes de una comunidad conocer la calidad del aire en su vecindario de manera instantánea, identificar zonas "seguras", reducir su exposición a la contaminación atmosférica ambiental, cambiar hábitos personales y abogar por cambios en las regulaciones que conciernen a su salud.

Los esfuerzos comunitarios participativos, sin embargo, deben ser apoyados por una estructura apropiada que idealmente debería incluir

---

compromiso, apertura, entrenamiento técnico, flexibilidad, claridad sobre la propiedad de datos, apropiación del conocimiento, acceso e interpretación de datos, confianza, responsabilidad, apoyo de una red multi-actor, validación, instalación y mantenimiento de monitores, y sostenibilidad económica (English et al, 2017). La participación comunitaria en el monitoreo de calidad del aire puede generar datos precisos que a su vez optimizarían acciones a favor de la salud pública. Experiencias previas sugieren que el involucramiento de ciudadanos científicos en la colección de datos puede auxiliar al gobierno a cumplir con sus tareas de monitoreo, aún más si se considera que no es poco común que dichas agencias se encuentren con recortes presupuestales y falta de personal capacitado (Galloway et al. 2006).

Las asociaciones civiles ambientales podrían servir de plataforma de cohesión social en las comunidades interesadas en instalar una red de monitoreo atmosférico; de las 35,000 asociaciones trabajando en México poco más de 1000 se dedican a tópicos ambientales (PensemoverdeMx, 2016), y algunas ya se encuentran involucradas en temas de calidad del aire como se demostró en la reunión de expertos en calidad del aire, mitigación y adaptación al cambio climático organizada en 2016 por el Instituto de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2016b).

Las entidades gubernamentales en los diferentes ordenes de gobierno encargadas de velar por la calidad del aire del país, bien harían en impulsar primero y apoyarse después en el monitoreo comunitario participativo.



---

## Referencias

- Castañeda L. (2016, March 16). Binational experts press for air quality monitoring at border. Inewsource.org. Recuperado de <https://inewsource.org/2016/03/16/binational-experts-press-for-air-quality-monitoring-at-border/>.
- D'Addario L. L. (2015). Community-Based Monitoring and Air Quality: Citizen Scientists as Data Collectors in the University Village Community and Quantifying the Effects of Nearby Industrial Practices in West Berkeley and Albany, California. Recuperado de [https://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2015final/DAddarioL\\_2015.pdf](https://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2015final/DAddarioL_2015.pdf).
- Den Broeder L, Devilee J, Van Oers H, Schuit AJ, Wagemakers A. (2016). Citizen science for public health. *Health Promot Int* Dec 23. pii: daw086, 10.1093/heapro/daw086.
- English, P. B., Olmedo, L., Bejarano, E., Lugo, H., Murillo, E., Seto, E., . . . Northcross, A. (2017). The Imperial County Community Air Monitoring Network: A Model for Community-based Environmental Monitoring for Public Health Action. *Environmental Health Perspectives*, 125(7). doi:10.1289/ehp1772.
- Galloway A.W.E., M.T. Tudor, and W.M. Vander Haegen. (2006). The Reliability of Citizen Science: A Case Study of Oregon White Oak Stand Surveys. *Wildlife Society Bulletin* 34:1425-1429.
- Gobierno del Estado de Baja California (GobBC). (2015). Nuestro Estado. Recuperado de [http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro\\_estado/municipios/tecate/tecate.jsp](http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/municipios/tecate/tecate.jsp).
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2016a). Informe Nacional de Calidad del Aire 2015, México. Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental, Dirección de Investigación sobre la Calidad del Aire y los Contaminantes Climáticos de Vida Corta. Ciudad de México. Diciembre 2016. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/236724/Informe\\_nacional\\_calidad\\_del\\_aire\\_2015\\_Final.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/236724/Informe_nacional_calidad_del_aire_2015_Final.pdf)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2016b, 15 de Agosto). Concluye con éxito reunión de expertos en calidad del aire, mitigación y adaptación al cambio climático. Recuperado de <https://www.gob.mx/inecc/prensa/concluye-con-exito-reunion-de-expertos-en-calidad-del-aire-mitigacion-y-adaptacion-al-cambio-climatico?idiom=es>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). (2016). Anuario estadístico y geográfico de Baja California 2016 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, 2016.
- Jiao W, Hagler G, Williams R, Sharpe R, Brown R, Garver D, et al. (2016). Community Air Sensor Network (CAIRSENSE) project: evaluation of low-cost sensor performance in a suburban environment in the southeastern United States. *Atmos Meas Tech* 9(11):5281, 10.5194/amt-9-5281-2016.

---

Lee, C. C. C. (2005). Criteria pollutant & air monitoring network. In: Environmental Engineering Dictionary, 4th ed. Cincinnati: Government Institutes.

Luftdaten. (n.d.). Build a sensor and become part of the worldwide Civic Tech network. Recuperado de <https://luftdaten.info/en/home-en/>.

Marsh, S. (2017, September 1). UK citizens are taking air pollution monitoring into their own hands. The Guardian. Recuperado de <https://www.theguardian.com/environment/2017/sep/01/uk-citizens-are-taking-air-pollution-monitoring-into-their-own-hands>.

O'Rourke, D., and G. Macey. (2003). Community Environmental Policing: Assessing New Strategies of Public Participation in Environmental Regulation. *Journal of Policy Analysis and Management*. 22:383-414.

PensemosverdeMx.org (2016, June 6). Organizaciones que protegen el medio ambiente en México Recuperado de <https://pensemosverde.com/2016/06/06/organizaciones-que-protegen-el-medio-ambiente-en-mexico/>.

Plume LABS. (n.d.). Clean air, together. Recuperado de <https://plumelabs.com/en/>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2018). Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire, SINAICA. Recuperado de <http://sinaica.inecc.gob.mx>.

Snyder EG, Watkins TH, Solomon PA, Thoma ED, Williams RW, Hagler GS, Williams RW, Shelow D, et al. (2013). The changing paradigm of air pollution monitoring. *Environ Sci Technol* 47(20):11369-11377, 10.1021/es4022602.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2016). Air Pollution Monitoring. Recuperado de <https://www3.epa.gov/airquality/montring.html>.

World Health Organization (WHO) (2018, May 2). 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action. Recuperado de <http://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>.

