

Recibido: 16.11.2018 | Aceptado: 14.01.2018

Palabras clave: Calidad del aire, contaminación atmosférica, derecho al aire limpio, gestión ambiental y salud pública.

La contaminación del aire: un problema de salud pública

ERIK VELASCO

he_velasco2003@yahoo.com

ARMANDO RETAMA

INVESTIGADORES INDEPENDIENTES

Los vínculos entre la mala calidad del aire y los efectos en la salud pública son evidentes. La contaminación causa daños a corto y largo plazo. Muchas enfermedades respiratorias y cardiovasculares están estrechamente relacionadas con la contaminación del aire, al igual que diversas enfermedades crónicas no transmisibles, que hasta hace poco tiempo eran insospechadas. La exposición prolongada a aire contaminado puede desencadenar enfermedades como Alzheimer y diabetes tipo 2, incluso incentivar cuadros de ansiedad y depresión y,

en casos extremos, sentimientos de suicidio y comportamiento criminal.

A los problemas de salud pública hay que añadir el impacto que tiene la contaminación del aire en el desarrollo social y el crecimiento económico. Una sociedad enferma rinde menos y es incapaz de alcanzar sus objetivos colectivos.

En este artículo revisamos los impactos a la salud causados por la contaminación del aire y los ponemos en el contexto de la necesidad de un



cambio en el enfoque actual de la gestión de la calidad del aire en México, basado en el cumplimiento de requisitos normativos dentro de un marco jurídico, en lugar de reducir los riesgos en salud controlando los niveles de contaminación.

Efectos en la salud

Además de incidir en enfermedades respiratorias y cardiovasculares, existe evidencia científica del impacto de la mala calidad del aire en padecimientos endocrinológicos, incremento en los casos de asma, desarrollo de cáncer y

arterosclerosis, enfermedades ginecológicas, padecimientos oculares como conjuntivitis y cataratas, daños en la piel que van desde dermatitis y urticaria hasta la pérdida de pigmentación, efectos negativos en el embarazo y daños diversos en el sistema nervioso.

No existe límite inferior en que la contaminación no cause daño. Aún en Canadá, Nueva Zelanda, Australia y los países escandinavos, donde los niveles de contaminación atmosférica están por debajo de los límites recomendados por la Organización

Mundial de la Salud (OMS), sus ciudadanos ven disminuir su expectativa de vida entre dos y tres meses a causa de la contaminación del aire. En el caso de México, sus habitantes pueden esperar una reducción de al menos seis meses, considerando los niveles actuales de contaminación (Apte *et al.*, 2018).

Los efectos de la contaminación del aire son más severos en niños y adultos mayores, mujeres embarazadas y personas asmáticas o con enfermedades respiratorias o cardiovasculares crónicas. Al encontrarse en un estado de desarrollo, la influencia de los agentes externos en el aire que respiran los niños y adolescentes se agudiza, afecta su crecimiento e incrementa el riesgo de sufrir enfermedades crónicas en su etapa adulta. En el caso de adultos mayores, el sistema inmunológico ya no responde tan eficientemente, por lo que las alteraciones causadas por la contaminación del aire aumentan la susceptibilidad a diversas enfermedades.

De manera similar, la exposición a contaminación ambiental durante el embarazo puede acarrear problemas tanto a la madre como al hijo. El periodo gestacional puede acortarse y aumenta el riesgo de sufrir un aborto. El desarrollo del embrión o feto se altera y puede causar anomalías congénitas, problemas pulmonares y alteraciones en el sistema inmunológico en diferentes etapas de su vida. Asimismo, la madre puede desarrollar trastornos hipertensivos y diabetes gestacional (Capello y Gaddi, 2018).

El aire sucio desencadena enfermedades crónicas no transmisibles que hasta hace poco tiempo eran insos-

pechadas. Por ejemplo, ciertos contaminantes están relacionados con alzhéimer y otras formas de demencia, mientras que otros parecen favorecer el sobrepeso e incidir en los casos de diabetes tipo 2. Se estima que 14 por ciento de los nuevos casos de diabetes en el mundo están relacionados con la contaminación del aire (Bowe *et al.*, 2018). De acuerdo con la Federación Mexicana de la Diabetes, en 2016 siete de cada 10 mexicanos padecían sobrepeso y 10 por ciento diabetes, siendo ésta la segunda causa de mortalidad en el país.

Estudios recientes (Tumiatli *et al.*, 2018) han reportado que el efecto de algunos medicamentos disminuye cuando el paciente respira aire contaminado. Tanto medicamentos como contaminantes son metabolizados por los mismos sistemas enzimáticos, y éstos pueden alcanzar un umbral en el que ya no son capaces de eliminar más los compuestos xenobióticos (sustancias que no forman parte de nuestro cuerpo). Y aún peor, las reacciones químicas encargadas de la desintoxicación del cuerpo pueden empezar a transformar compuestos xenobióticos no tóxicos en tóxicos, e incrementar así los efectos adversos de la contaminación del aire.

Trastornos mentales y psicológicos

Cada vez es más robusta la evidencia de que la exposición por varios años a altos niveles de contaminación causa inflamación neuronal, lo que contribuye a desencadenar desórdenes mentales. La contaminación del aire parece ser así un factor importante en la incidencia de cuadros de ansiedad y depresión, incluso induce ataques de pánico y pensamientos de suicidio.



La contaminación atmosférica puede reducir seis meses de vida de los mexicanos



Estudios recientes (Lu *et al.*, 2018; Bondy *et al.*, 2018) han encontrado que el aire sucio incrementa la producción de cortisol, hormona relacionada con el estrés que incide en la ansiedad y percepción de riesgo, y promueve un comportamiento criminal. Un aire limpio podría contribuir a la disminución de los niveles de ansiedad y estrés, principalmente en ambientes urbanos en donde este tipo de trastornos son cotidianos y, en casos críticos, pueden llevar a conductas violentas en los ámbitos en los que se desenvuelven los individuos (familiar, laboral o público).

Impacto en el aprendizaje

Se ha encontrado también que la capacidad de razonar y de aprender está relacionada con la calidad del aire. La exposición prolongada a aire contaminado hace que el cerebro envejezca rápidamente y se dañen sus funciones cognitivas. Un estudio con adultos mayores en China mostró recientemente cómo la contaminación del aire había deteriorado su habilidad lingüística y para realizar operaciones aritméticas, afectando así su capacidad para tomar decisiones cotidianas (Zhang *et al.*, 2018). En niños y adolescentes, la exposición a aire contaminado causa problemas de memoria y atención, por lo que en España se recomienda que no presenten exámenes cruciales en días muy contaminados.

Impacto en el crecimiento económico y desarrollo social

Pero además de ser un problema de salud pública, la contaminación del aire afecta a la economía y desarrollo social del país. Desde una perspectiva económica, la protección ambiental debe verse como una inversión en capital humano y, por ende, como una herra-

Propuesta de una gestión ambiental inclusiva y transparente para asegurar que todo ciudadano mexicano respire aire limpio.



Figura 1.

mienta para promover el crecimiento económico. Estudios en China y Estados Unidos de América han encontrado una relación significativa entre productividad laboral y calidad del aire; por ejemplo, se encontró que la productividad de los obreros de una fábrica en China decrecía 1 por ciento al aumentar 10 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g m}^{-3}$) la concentración de partículas contaminantes (He *et al.*, 2018).

En términos de muertes prematuras, la mala calidad del aire se equipara con la crisis de violencia que el país

enfrenta actualmente: se estima que la contaminación del aire causa la muerte prematura de entre 40 000 y 50 000 personas cada año en México (WB e IHME, 2016), cifra superior a los 33 000 asesinatos contabilizados en toda la república en 2018 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi).

El modelo económico, deterioro institucional, corrupción e impunidad explican la crisis de violencia, y en parte también el problema de la contaminación atmosférica. Durante las tres

últimas décadas ha dado prioridad al crecimiento económico en detrimento de la protección ambiental y la salud pública del país. Aunado a la falta de una gestión ambiental eficaz y una deficiente planificación territorial, la mayoría de los mexicanos respiramos aire sucio, violando así nuestro derecho a la salud y a un ambiente sano.

La necesidad de atender el problema de la contaminación del aire es urgente. El Inegi ha estimado que conlleva pérdidas económicas superiores a 3 por ciento del producto interno bruto.

to (PIB). Sorprendentemente, el gasto del gobierno federal para atender los problemas ambientales en todos sus rubros merece hoy en día un magro 0.14 por ciento del PIB.

Salud pública: motor de la gestión ambiental

El Estado tiene la función de coadyuvar para proporcionar un ambiente limpio que facilite una vida sana y digna a sus ciudadanos. Asimismo, tiene la responsabilidad de establecer leyes y mecanismos de gestión que permitan abordar y solucionar los problemas ambientales de manera oportuna.

En consecuencia, la gestión de la calidad del aire debe tener como objetivo principal reducir el riesgo que representa la contaminación del aire en la salud pública. El gobierno debe reconocer la importancia de la salud ambiental en el desarrollo integral del país, considerándola un componente fundamental en las agendas de protección al ambiente, salud y desarrollo social. Así, los planes de gestión de la calidad del aire deben dictar políticas que controlen eficientemente los niveles de contaminación y reduzcan las fuentes de emisión. Para evaluar su éxito se requiere contar con datos de salud que permitan cuantificar los beneficios económicos de la mejora en la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo.

Gestión ambiental con una perspectiva de derechos humanos

Para asegurar que todo ciudadano respire aire limpio, es necesario contar con una estructura normativa, administrativa y técnica que soporte el diseño de las políticas ambientales que requiere la sociedad. Ésta debe funda-

mentarse en valores éticos, educación, ciencia y tecnología.

La figura 1 propone tres plataformas en las que debiera sustentarse la gestión ambiental. La primera incluye los fundamentos éticos necesarios para cumplir con la perspectiva de derechos humanos y justicia social. Educación, ciencia y desarrollo tecnológico conforman la segunda plataforma; toda política ambiental debe estar sustentada en evidencia científica, incorporar los avances tecnológicos e informar y educar a la sociedad sobre los beneficios esperados. El monitoreo atmosférico, modelación numérica e inventario de emisiones forman una tercera plataforma, con las herramientas necesarias para evaluar la calidad del aire que permitirá diseñar medidas de control eficaces. El círculo exterior enlista las áreas de la administración gubernamental beneficiadas directa o indirectamente por la gestión ambiental, teniendo un lugar prioritario la salud pública.

Monitoreo de la calidad del aire

Dentro del marco técnico de la gestión ambiental es necesario contar con un sistema de monitoreo atmosférico confiable y transparente que permita verificar la calidad del aire que se respira. Éste debe reportar, al menos cada hora, las concentraciones de los seis contaminantes criterio requeridos por la normatividad mexicana: dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃) y partículas menores a 10 µm y 2.5 µm (PM₁₀ y PM_{2.5} respectivamente).

Aunque el monitoreo de la calidad del aire ha incrementado en años recientes, aún está lejos de cubrirse

las necesidades del país: 21 estados cuentan con sistemas de monitoreo atmosférico, pero sólo 16 reportan datos en al menos una estación. Con excepción de la Ciudad de México, en la que se cuenta con registros desde 1986, el acceso a los datos en las demás localidades es limitado y su calidad cuestionable. Por ello, es urgente extender y fortalecer el programa de monitoreo de la calidad en el aire en todo el país, para que la mayoría de la población pueda conocer la calidad del aire que respira y las autoridades puedan identificar y atender las prioridades en salud ambiental.

Es necesario establecer un índice de la calidad del aire en todo el país, que integre en sí mismo las concentraciones de los seis contaminantes criterio e informe de manera fácil y oportuna al ciudadano sobre ésta. Es recomendable que dicho índice considere el riesgo que la mezcla de contaminantes representa para la salud, y use como referencia los niveles máximos de concentración recomendados por la OMS. Puede emplearse como referencias iniciales los índices de Calidad del Aire y de Riesgo para Personas Susceptibles (IRPS) actualmente en uso en la Ciudad de México o, todavía mejor, el índice que está en operación en Canadá, Air Quality Health Index, que reúne las características aquí mencionadas.

También es necesario revisar y actualizar varios de los límites de las concentraciones máximas permisibles de los contaminantes criterio, previstos en la normatividad de salud ambiental, acorde a los límites recomendados por la OMS. Las normas oficiales mexicanas para CO₂ y NO₂ datan de

1993. La norma de SO₂ fue actualizada en 2010 y las de O₃, PM₁₀ y PM_{2.5} en 2014. Estas normas están condicionadas a una revisión periódica, de manera que reflejen —en lo posible— la información más reciente sobre los efectos en la salud y la gestión de la calidad del aire.

Investigación científica en salud ambiental

A pesar de la importancia de la investigación científica para identificar y documentar la aparición de enfermedades en la población, causadas por la exposición al aire contaminado, el interés por realizar estudios epidemiológicos en México ha sido escaso en años recientes. Los estudios pioneros en el tema de la Universidad Autónoma Metropolitana y el Instituto Nacional de Salud Pública (Castillejos *et al.*, 1992; Romieu *et al.*, 1996), pusieron en evidencia el daño a la salud provocado por los elevados niveles de contaminación de la Ciudad de México a finales del siglo pasado, y fueron fundamentales para incentivar los primeros programas de mejoramiento de la calidad del aire en el país.


Los estudios en epidemiología, en conjunto con trabajos en toxicología ambiental, proporcionan evidencia del impacto de la contaminación del aire en la salud pública. La toxicología valida y predice los efectos de los contaminantes en el ser humano, a través de estudios de exposición controlada y experimentos en animales y células. Mientras que la epidemiología examina los efectos de corto y largo plazo de la contaminación del aire en poblaciones humanas en condiciones reales de exposición e identifica grupos vulnerables.

Conclusiones

La contaminación del aire es una amenaza para la salud pública, pone en riesgo el desarrollo integral de la sociedad, afecta la capacidad cognoscitiva de niños y adultos e incide en trastornos mentales que afectan la convivencia social. Además pone en peligro la sustentabilidad de cualquier nación y afecta directamente su crecimiento económico y desarrollo social.

En el caso particular de México, el problema de la contaminación del aire puede equipararse en términos de muertes prematuras con el número de asesinatos provocados por la crisis de violencia que enfrenta actualmente.

Es urgente crear un paradigma nuevo en la gestión ambiental, de manera que el país cuente con las herramientas que permitan diseñar e implementar las políticas ambientales que aseguren el derecho a la salud y un ambiente sano para todos sus ciudadanos.

Es esencial que cada vez más personas respiren aire limpio sin importar su condición social como parte de la Cuarta Transformación propuesta por la nueva administración. Tienen que redefinirse las prioridades nacionales e individuales a través de planes de desarrollo económico, desarrollo territorial, energía, medio ambiente y movilidad urbana, que antepongan la salud, la seguridad y la justicia social. Asimismo, habrá que implementar políticas innovadoras que promuevan el uso de transporte público y fomenten el uso de la bicicleta y otros modos de transporte no contaminantes. Esto sólo será posible con la construcción de instituciones transparentes y democráticas con el aporte de mexicanos expertos en el tema y un gran compromiso social. 



ERIK VELASCO

Obtuvo el Doctorado en Ingeniería Ambiental por la Universidad Estatal de Washington, Estados Unidos de América. Actualmente es investigador independiente y trabaja en el proyecto “Vegetación urbana como medida de mitigación ante el cambio climático”.



Referencias bibliográficas:

- Apte, J. S., Brauer, M., Cohen, A. J., Ezzati, M. y Pope III, C. A. (2018). Ambient PM_{2.5} reduces global and regional life expectancy. *Environmental Science & Technology Letters*, 5, pp. 546-551.
- Bowe, B., Xie, Y., Li, T., Yan, Y., Xian, H. y Al-Aly, Z. (2018). The total global and national burden of diabetes mellitus attributable to PM_{2.5} air pollution. *The Lancet Planetary Health*, 2(7), pp. 301-312.
- He, J., Liu, H., Salvo, A. (2018). Sever air pollution and labour productivity: evidence from industrial towns in China. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1), pp.173-201.
- World Bank (WB) e Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) (2016). *The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action*. World Bank, Estados Unidos de América, Washington DC, 2016.
- Zhang, X., Chen, X. y Zhang, X. (2018). The impact of exposure to air pollution on cognitive performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(37), pp. 9193-9197.