
Contaminación por partículas PM 2.5

Hinojosa Rodríguez Mauricio Raúl.

Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, Coordinación de Regulación Sanitaria.

Resumen

La Organización Mundial de la Salud (OMS), estimó que 1 de cada 9 muertes en todo el mundo es el resultado de condiciones relacionadas con la contaminación atmosférica (WHO, GBoD 2016). Los contaminantes atmosféricos más relevantes para la salud son material particulado (PM), que pueden inducir la reacción de la superficie y las células de defensa.

Los efectos que las partículas PM_{2.5}, causan en la salud de las personas han estado históricamente asociados a enfermedades de tipo respiratorio y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca ocupa el primer lugar a nivel nacional en contaminación por partículas suspendidas en el aire.

Por lo anterior, se hace necesario presentar evidencia a las autoridades del Medio Ambiente en el Estado de México sobre las afectaciones a la salud por exposición a partículas PM 2.5 como la OMS, que señala en su documento "Health Effects of particular Matter", sus estimaciones mundiales: el 3% de las muertes cardiopulmonares y el 5% de las muertes por cáncer de pulmón están asociadas a la exposición a estas partículas.

Summary

The World Health Organization estimated 1 in 9 deaths worldwide is the result of conditions related to air pollution (WHO, GBoD 2016). The most relevant air pollutants for health are particulate matter (PM), which can induce the reaction of the surface and defense cells.

The effects the PM_{2.5} particles cause in people's health have historically been associated with respiratory diseases and more recently, their effects on cardiovascular diseases have also been analyzed and demonstrated. According to the National Institute of Ecology and Climate Change, the Metropolitan Area of the Valley of Toluca ranks first in the nation for contamination by particles suspended in the air.

Therefore, it is necessary to present evidence to the authorities of the Environment in the State of Mexico on the health effects of exposure to PM 2.5 particles such as the World Health Organization (WHO), who indicates in its document "Health Effects of particular Matter", their estimates worldwide: 3% of cardiopulmonary deaths and 5% of deaths from lung cancer are associated with exposure to these particles.

Palabras Clave: Contaminantes atmosféricos, partículas PM 2.5, material particulado.

Introducción

La contaminación atmosférica es el principal riesgo ambiental para la salud humana en las Américas (WHO, 2016). La Organización Mundial de la Salud estimó que 1 de cada 9 muertes en todo el mundo es el resultado de condiciones relacionadas con la contaminación atmosférica (WHO, GBoD 2016). Los contaminantes atmosféricos más relevantes para la salud son material particulado (PM), que pueden inducir la reacción de la superficie y las células de defensa.

La mayoría de estos contaminantes son el producto de la quema de combustibles fósiles, pero su composición puede variar según sus fuentes.

El material particulado es uno de los seis contaminantes criterio, de acuerdo con la EPA (United States Environmental Protection Agency por sus siglas en inglés) del aire respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida, las partículas PM_{2.5} están constituidas por aquellas partículas de





Fuente: www.freepik.com

diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano, su origen está principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las emisiones de los vehículos diesel.

A pesar de que no se miden en muchas ciudades, las partículas en suspensión de menos de 2,5 micras (PM2.5) parecen ser un mejor indicador de la contaminación urbana que las que se venían utilizando como las PM10 y los efectos que tienen sobre nuestra salud son muy graves, por su gran capacidad de penetración en las vías respiratorias.

Los efectos que las partículas causan en la salud de las personas han estado históricamente asociados a enfermedades de tipo respiratorio y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular.

Las partículas PM2.5, por tanto, se pueden acumular en el sistema respiratorio y están asociadas, cada vez con mayor consistencia científica, con numerosos efectos negativos sobre la salud en los grupos más sensibles (niños, ancianos y personas con padecimientos respiratorios y cardíacos) pues corren más riesgo de padecer los efectos negativos de este contaminante.

Los efectos a la salud a corto plazo que resultan de la exposición a la contaminación del aire incluyen picazón en los ojos, la nariz y la garganta, sibilancias, tos, falta de aire al respirar, dolor en el pecho, dolores de cabeza, náuseas e infecciones respiratorias superiores (bronquitis y neumonía). También exacerba el asma y el enfisema.

Los efectos a largo plazo incluyen cáncer de pulmón, enfermedades cardiovasculares, enfermedades respiratorias crónicas y alergias en desarrollo. La contaminación del aire también se asocia con ataques cardíacos y accidentes cerebrovasculares.

La contaminación por partículas también se relaciona con casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), crisis en asmáticos y aumento del riesgo de infarto al miocardio, entre otras.

Científicos en Canadá y los EE. UU., encontraron que la exposición a largo plazo a PM2.5 aumentó significativamente no solo las posibilidades de problemas cardiopulmonares sino también la mortalidad por cáncer de pulmón.





De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca ocupa el primer lugar a nivel nacional en contaminación por partículas suspendidas en el aire.

Las partículas penetran directamente al aparato respiratorio sin ser capturadas por sus mecanismos de limpieza, las partículas PM2.5 pueden penetrar hasta los alvéolos pulmonares.

Los riesgos a la salud asociados con las partículas en el área pulmonar son mucho mayores que el riesgo por las partículas que se quedan en la garganta.

El aumento en las concentraciones de partículas PM2.5 generalmente se ha relacionado con el incremento de visitas a servicios de urgencias, acrecentamiento de sintomatología respiratoria, hospitalización por incremento de los padecimientos respiratorios, bronquitis aguda en niños, bronquitis crónica en adultos y muerte prematura, principalmente en menores de edad y personas de la tercera edad.

Existe una relación entre el aumento de enfermedades respiratorias y el número de muertes asociadas con la exposición a partículas; ahora se cuenta con mayor evidencia sobre el efecto que tienen las partículas en el incremento de la mortalidad en relación con otros contaminantes.

Además un estudio sobre los trabajadores en los Estados Unidos en la industria del transporte de carga por carretera determinó que existe cada vez mayor riesgo de sufrir de cáncer del pulmón con el mayor número de años en el trabajo (Garshick et al., 2008).

Otro estudio sobre la inhalación de humo de diésel por adultos sanos no fumadores, encontró un aumento en la presión sanguínea y en otros disparadores potenciales de ataques al corazón y de embolias (Krishnan et al., 2013).

En un estudio efectuado por el Instituto de Efectos en la Salud (HEI, por sus siglas en inglés) en China se encontró que la contribución en la mortalidad por las fuentes de emisión de PM2.5 se atribuían en 21% a la quema de carbón en industrias, seguido de 19% a la quema de biomasa para calentamiento doméstico (HEI 2017).

Las personas que viven o trabajan cerca de caminos, puertos, patios de ferrocarril, terminales de autobuses o centros de distribución de camiones de carga pueden sufrir un alto nivel de exposición (US EPA, 2002; Krivoshto et al., 2008). Las personas que pasan una cantidad de tiempo significativo cerca de caminos muy transitados también pueden sufrir un alto nivel de exposición.

Discusión

Se ha encontrado que los tomadores de decisiones en contaminación del aire en Europa, utilizan métodos de evaluación de impacto en la salud, lo que les permite considerar esta evidencia para incrementar en aproximadamente 20 meses la esperanza de vida, si la exposición a PM 2.5 a largo plazo se reduce a los niveles anuales de la OMS. Los niveles de PM 2.5 en exteriores son más propensos a elevarse en días con poco o nada de viento o mezcla de aire.

Los últimos trabajos científicos sugieren que este tipo de contaminación, y particularmente las partículas procedentes del tráfico urbano, está asociado con incrementos en la morbimortalidad de la población expuesta y al creciente desarrollo del asma y alergias entre la población infantil. Estas partículas de menor tamaño están compuestas por elementos que son más tóxicos (como metales pesados y compuestos orgánicos) que los que componen. Todo ello hace que la evidencia científica esté revelando que las partículas PM2.5 tienen efectos más severos sobre la salud que las más grandes (PM10). Asimismo, su tamaño hace que sean más ligeras y por eso, generalmente, permanecen por más tiempo en el aire. Ello no sólo prolonga sus efectos, sino que facilita su transporte por el viento a grandes distancias.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), autoridad estatutaria independiente bajo la Ley de Protección del Medio Ambiente de 2017 de Australia, junto con el Departamento de Salud y Servicios Humanos, desarrollaron un sistema de siete categorías para el aire ahumado, con base en las concentraciones de PM2.5. Estas son:

- Baja, de 0 a 8.9 concentraciones de partículas PM2.5.
- Moderada, de 9.0 a 25.9.
- Insalubre para personas sensibles, de 26.0 a 39.9.
- Insalubre para todos, de 40.0 a 106.9.
- Muy insalubre para todos, de 107.0 a 177.9.
- Peligroso (alto), más de 177.9.
- Peligroso (extremo), más de 250.

La Agencia estableció los Estándares de Calidad del Aire Ambiental para PM 2.5 desde 1997 y los revisó en 2006 y en 2012 su última versión, mismos que se establecieron para proteger la salud pública.

A pesar de la evidencia contundente a favor de la relación causal entre la exposición a partículas finas (PM2.5) y efectos en la mortalidad y morbilidad, se ha establecido gradualmente que no solo las concentraciones del contaminante están vinculadas





con el grado de impacto, sino también la composición de éstas partículas. Los principales constituyentes de las PM_{2.5} son los sulfatos de amonio, nitratos de amonio, materia orgánica carbonácea, carbono elemental y materia de corteza (EPA 2006). El nivel de riesgo individual está determinado también por diversos factores que incluyen: la predisposición genética, edad, estado nutricional, presencia y severidad de condiciones cardíacas y respiratorias, y el uso de medicamentos; así como la actividad y el lugar de trabajo. En general, la población con mayor riesgo a la exposición de contaminantes está constituida por los niños menores de 5 años, las personas de la tercera edad (mayores de 65 años) y las personas vulnerables con enfermedades cardíacas, respiratorias, con diabetes y asmáticas.

La evidencia identificada para PM_{2.5} y sus efectos en mortalidad a largo plazo es la más amplia y consistente. En el estudio de Hoek et al (2013) se realizó un meta-análisis de los estudios epidemiológicos publicados hasta ese año sobre efectos a la mortalidad general, cardiovascular y respiratoria por exposición a largo plazo de PM_{2.5}, incluyendo análisis de la cohorte de la Sociedad Americana contra el Cáncer (ACS, por sus siglas en inglés) y nuevos estudios realizados en regiones como Asia. Los

valores promedio y el intervalo de confianza (IC) del meta-análisis indicaron un incremento de 6% en el riesgo de mortalidad por causas generales (IC 95%: 4-8%) y de 11% (IC 95%: 5-16%) por causas cardiovasculares en la población mayor a 15 años.

El indicador de la materia particulada de diésel es diferente a otros indicadores de la contaminación del aire en CalEnviroScreen, en especial PM_{2.5}., que incluye carcinógenos conocidos, tales como el benceno y el formaldehído (Krivoshto et al., 2008) y el 50% o más de las partículas se encuentran dentro del rango de ultra finas (US EPA, 2002).

Tenemos así que las emisiones provenientes de Fuentes Puntuales en el Estado de México en el año 2016 para PM 2.5 fueron 495 (tons/año) de fuentes estatales y 2,045 (tons/año) de fuentes federales mientras que las emisiones provenientes de fuentes en el Estado de México en el año 2016, de material particulado PM 2.5 fueron 15,435 (tons/año) de la quema de combustibles de fuentes estacionarias; de fuentes industriales ligeras y comerciales: 1,320 (tons/año); fuentes misceláneas 3,939 (tons/año) y fuentes agropecuarias 8,711 (tons/año).





El consumo energético del 2016 fue de 377.4 PJ (pentajoules), del cual, el 40.8% corresponde a las fuentes móviles (el doble que el de la industria), de este porcentaje, la gasolina representa el 68% del gasto energético y al diésel el 24%.

El análisis por tipo de contaminante indica que la combustión doméstica es la mayor emisora de partículas PM₁₀ y PM_{2.5}, su contribución se encuentra entre 34% y 42%, respectivamente, con respecto al total del contaminante. Esto se debe a que el combustible evaluado fue la leña principalmente, seguido por el gas L.P. En segundo lugar, encontramos las quemaduras agrícolas con un 20% para PM₁₀ y 24% para PM_{2.5} dado que al igual que la leña, la quema de biomasa de residuos agrícolas emite altas cantidades de partículas de hollín como resultado de una combustión incompleta. Las ladrilleras participan en ambos tipos de partículas, mientras que los autobuses contribuyen a la emisión de PM_{2.5}.

En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), se encontró que durante la época invernal, de noviembre a febrero, es común que se presenten inversiones térmicas debido a que el aire frío y caliente de la atmósfera se invierten. Esto impide la dispersión de contaminantes durante las primeras horas del día. Por esta razón, en las mañanas de invierno es frecuente observar una espesa capa de contaminación formada por las partículas suspendidas; además, la contribución de las fuentes puntuales por Jurisdicción en material particulado PM_{2.5} es del 22% de fuentes fijas Estatales y del 78% de fuentes fijas federales.

Un balance general indicó que el aumento de emisiones al 2030 se encuentra entre el 7 y el 19% dependiendo del contaminante. Aunado al notable aumento en las emisiones provenientes de fuentes móviles, se presenta un incremento en las emisiones PM_{2.5} que es de casi un 40% para el 2030.

De acuerdo con el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de México ProAire 2018-2030, en la entidad, los impactos evitables que se atribuyen a la contaminación atmosférica son de 94,098 IRA (Infecciones Respiratorias Agudas), 4,356 egresos cardiovasculares y 4,120 egresos respiratorios. La Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca tiene mayores impactos acumulados (en el escenario OMS) debido a que hay una mayor cobertura de población en esta zona metropolitana.

Actualmente, el análisis de las incidencias que se puede evitar en cuanto a la carga de morbilidad considera los efectos a corto plazo como Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), Egresos Hospitalarios por Causas Cardiovasculares y Respiratorias, debido al consenso que se tiene sobre su causalidad con los

contaminantes analizados del PROAIRE y a que se cuenta con información epidemiológica de soporte para su análisis.

Conclusiones

Por lo anterior, se requieren acciones tanto de mitigación como de adaptación por lo que es importante tomar medidas congruentes más allá de la situación de emergencia que sirvan para reducir la contaminación en el mediano y largo plazo, en particular las emisiones generadas por el sector transporte que es el mayor consumidor de combustibles fósiles con más del 60% de la energía de una Ciudad, y que se relaciona con las mayores emisiones de partículas (PM_{2.5}) y otros contaminantes criterio.

En el Estado de México, se necesita un mayor control y en algunos casos, evitar el crecimiento urbano y se requiere revisar la NOM-015 que regula el uso de fuego en las prácticas agrícolas. Son necesarios más estudios epidemiológicos locales como evidencia para tomar medidas drásticas que mitiguen las afectaciones a la salud de la población especialmente en niños menores de 5 años que se encuentran en desarrollo.

Aun cuando existe un Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Estado de México, es necesario contar con un instrumento (Protocolo de Actuación) en el que se definan con claridad las formas de colaboración, corresponsabilidad y participación de los tres órdenes de gobierno, empresas, organizaciones sociales y la población en general, en las acciones de prevención y atención de contingencias ambientales relacionadas con el tráfico de vehículos e incendios forestales.

Es necesario presentar suficiente evidencia a las autoridades del Medio Ambiente en el Estado de México sobre las afectaciones a la salud por exposición a partículas PM_{2.5} como la Organización Mundial de la Salud (OMS), que señala en su documento "Health Effects of particular Matter", que estima que mundialmente, el 3% de las muertes cardiopulmonares y el 5% de las muertes por cáncer de pulmón están asociadas a la exposición a estas partículas.

Referencias bibliográficas

1. Contaminación del Aire Ambiental. OPS. 26 de octubre de 2019 https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es
2. Qué son las partículas PM_{2.5} y cómo afectan nuestra salud. 25 de octubre de 2019. <https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/>
3. Contaminación en la Ciudad de México. Octubre 25 de 2019 <https://tec.mx/es/noticias/santa-fe/salud/contaminacion-en-cdmx-como-afectan-particulas-pm25-y-las-de-ozono>
4. International Association of Medical Assistance to Travelers (IAMAT) 2016.





- Conejos de Salud del País México. 25 de octubre de 2019. <https://www.iamat.org/country/mexico/risk/air-pollution>
5. International Association of Medical Assistance to Travelers (IAMAT) 2019. La contaminación del aire. México. 24 de octubre de 2019. <https://www.iamat.org/risks/air-pollution>
 6. Hablemos de temporada de partículas. Comisión Ambiental de la Megalópolis. 25 de octubre de 2019 <https://www.gob.mx/comisionambiental/articulos/hablemos-de-temporada-de-particulas?idiom=es>
 7. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Los efectos en salud por la contaminación del aire. 25 de octubre de 2019. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/394/cap4.pdf>
 8. Calidad del aire: PM 2.5. 26 de octubre de 2019. <https://oehha.ca.gov/media/downloads/calenviroscreen/report/ces3reportspanish.pdf#page=37>
 9. Observatorio Ciudadano de la Calidad del Aire (OCCA)OCCA: Incendios muestran insuficiencias en la capacidad de reacción de autoridades y revelan los rezagos históricos para mejorar la calidad del aire. 26 de octubre de 2019 <https://elpoderdelconsumidor.org/wp-content/uploads/2019/05/b-pronunciamiento-occa-ante-contingencia-ambiental-zmvm.pdf>
 10. FDA 2018. Area Contingency Planning (ACP) https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-08/documents/acp_handbook_8-28-18v2.pdf
 11. Programa de Gestión para Mejora la Calidad del Aire en el Estado de México. PROAIRE. 2018 – 2030.

