



# HACER FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Pedro César Cantú-Martínez\*

46

En la actualidad, una de las problemáticas ambientales más importantes que afronta el ser humano es la relacionada con la contaminación del aire. Esta eventualidad ambiental afecta tanto local como globalmente, y es la consecuencia de la intromisión, por acción humana, de sustancias extrañas o no, en cantidades suficientes, que pueden alterar la calidad del aire por sus reacciones químicas y que se tornan posteriormente en impactos dañinos a la naturaleza y la salud de las personas. La Agencia de la ONU para los Refugiados (2017, párr. 6) indica que

**la excesiva industrialización está directamente ligada a la contaminación del aire. Los países más industrializados del mundo son los principales responsables de la emisión de gases contaminantes en la atmósfera. Las listas más recientes mencionan, en su respectivo orden, a China, Estados Unidos, India, Rusia y Japón.**

Por esta razón, China será el país anfitrión del Día Mundial del Medio Ambiente 2019 a nivel internacional, el cual tiene por lema luchar contra la contaminación atmosférica, así fue anunciado en marzo de 2019 en reunión realizada en Nairobi (Kenia) por el “viceministro de

Ecología y Medio Ambiente de China, Zhao Yingmin y la directora ejecutiva adjunta de la ONU Medio Ambiente, Joyce Msuya” (ONU Medio Ambiente, 2019, párr. 1).

Esto se torna de suma importancia si detenidamente observamos que en el marco de los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS) se establecen llanamente metas a tener en cuenta para la disminución de la contaminación atmosférica, así como sus efectos, esencialmente en los interiores de las casas, en las áreas urbanas y en el ámbito global que involucra espacios tanto regionales como transfronterizos. Los ODS conectados con esta temática son ODS 3: Salud; ODS 7: Energía y ODS 11: Ciudades Sustentables (Cantú-Martínez, 2016).

Este 5 de junio de 2019 será una convocatoria para las naciones del mundo con el propósito de vincular los esfuerzos internacionales que conlleven a bajar los niveles de contaminación del aire, en consonancia con la evaluación de los ODS que se llevará a cabo en 2030. A continuación mostraremos el contexto histórico e implicaciones que conciernen a la problemática de la contaminación atmosférica.

\* Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Correo electrónico: cantup@hotmail.com



## ANTECEDENTES DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Borsos *et al.* (2003) aseveran que la contaminación ambiental surge cuando el ser humano primitivo encendió por primera vez el fuego y su humo contaminó el aire. Esta actividad se incrementó con el control del fuego y al comenzar a utilizarlo en las cuevas para asirse de un hábitaculo más confortable, de hecho, estos recintos habitados hace muchos miles de años atrás están cubiertas por gruesas capas de hollín. Es así que McNeill (2000) agrega que esto se constata en cuerpos momificados de homínidos del Paleolítico, cuyos pulmones están frecuentemente oscurecidos.

Por otra parte, se señala que la contaminación por emisiones de polvo también se remonta a tiempos muy antiguos, por ejemplo, en el Neolítico, homínidos que vivían en sitios donde la piedra caliza era abundante, al tallarla podrían haber sufrido también de enfermedades pulmonares (Makra y Brimblecombe, 2004). Además, Lichtheim (1980) menciona que las graves consecuencias de la contaminación atmosférica se produjeron principalmente a partir de las ciudades, en su argumentación señala que, como sucede actualmente, éstas eran origen de muchos olores que emanaban de la descomposición de los alimentos, así como de la descomposición de animales muertos y de heces fecales. Asimismo, documenta que cuando las ciudades se encontraban bajo asedio por otros pueblos por largos lapsos, el hedor era insoportable, tanto que finalmente claudicaban los pueblos que eran asediados, como sucedió con Hermópolis, en el alto Egipto.

Por otra parte, Bell (2005, p. 31) explica que la contaminación atmosférica se remonta también a situaciones antiguas que se han podido documentar como lo acaecido en

**la Roma clásica, en la que se creía que el aire cargado de humo tenía efectos perjudiciales sobre la salud humana. En épocas posteriores, la introducción de la combustión de carbón en las ciudades europeas, de la Edad Media en adelante, fue origen de crecientes problemas que sólo han sido controlados hace poco.**

Este mismo autor hace alusión a que las problemáticas surgidas por la contaminación del aire eran muy localizadas inicialmente, pero estas situaciones se fueron extendiendo en la medida que la Revolución Industrial se ampliaba y se posicionaba en distintas regiones del mundo. Por ello explica que un lugar para llevar

a cabo una indagación es Inglaterra, cuando en 1285 “fue aprobada una ley para prohibir la combustión de carbón en Londres, como resultado de las crecientes cantidades de dicho combustible que se enviaban desde las primeras minas de carbón del noroeste de Inglaterra” (Bell, 2005, p. 32). Ya que primeramente era empleado para procesos manufactureros y posteriormente pasó a utilizarse cada vez más en los hogares ingleses.

Como hemos detallado, la contaminación del aire procede desde el mismo origen del ser humano y fue aumentando en la medida que socializó y fue desarrollando comunas acompañadas con un avance instrumental y técnico, que le permitió construir ciudades y la alteración de la calidad de aire se vio perturbada.



## COMPOSICIÓN Y CONTAMINANTES DEL AIRE

La capa atmosférica que recubre la Tierra está constituida de una combinación de gases y partículas microscópicas que, de acuerdo con la trayectoria evolutiva del planeta, también debe haber cambiado con el transcurrir del tiempo. En la actualidad, las características del aire que han permitido biológicamente a todos los seres vivos progresar, incluyendo al ser humano, está constituida principalmente de nitrógeno ( $N_2$ ) 75.6%, oxígeno ( $O_2$ ) 20.2%, agua ( $H_2O$ ) 3.1, argón (Ar) 0.9%, dióxido de carbono ( $CO_2$ ) 305 ppmv (partes por millón en volumen), neón (Ne) 17.4 ppmv, Helio (He) 5 ppmv, metano ( $CH_4$ ) 1.02 ppmv, distintas concentraciones menores de otros gases de 1.0 ppmv (Boubel *et al.*, 1994).

50

Por lo tanto, la naturaleza del aire establece su calidad y determina categóricamente la posibilidad de llevar a cabo ciertas actividades. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) (OMS, 2006; WHO, 2017), aconseja ciertos volúmenes máximos para los contaminantes que persisten en el aire y que pueden tener consecuencias en la salud humana y en la biota. Sin embargo, estas pautas son distintas de una nación a otra. Por lo cual González (2016, p. 504) ha comentado que la “exposición a la contaminación del aire constituye uno de los mayores retos actuales y una preocupación global para la salud pública”.

La OMS (OMS, 2006; WHO, 2017) señala que, en el marco de los contaminantes primarios, los cuales se vierten directamente a la atmósfera, encontramos que para el material particulado de 2.5 y 10 micras las concentraciones medias durante 24 horas deberán ser como máximo de 25



y  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. Valores por arriba de lo señalado incrementarían entre 2 y 11% el riesgo de morir prematuramente por enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer. Por otra parte, el límite de dióxido de nitrógeno deberá ser de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio en una hora, valores superiores a estos producirían síntomas respiratorios como broncoconstricción, aumento de la reactividad bronquial, inflamación de las vías respiratorias y disminución de la defensa inmune. Para el dióxido de azufre corresponderá un valor promedio de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como máximo durante 24 horas, ya que por arriba de este nivel se incrementarían los síntomas respiratorios, agravando los procesos asmáticos y de bronquitis crónica. En el caso del monóxido de carbono, el valor promedio máximo en ocho horas no deberá sobrepasar  $10 \text{mg}/\text{m}^3$ , entre los efectos se muestran aumento de los síntomas de isquemia cardíaca.

Mientras que, para los contaminantes secundarios, que son aquellos que tienen su génesis en la transformación de contaminantes primarios, encontramos el ozono, el cual deberá encontrarse con valores de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como valor medio durante ocho horas, que conlleva efectos como opresión en el pecho, tos y reducen la función pulmonar (OMS, 2006; WHO, 2017). Además del ozono, en esta categoría contamos con lo que se denomina lluvia ácida, un proceso que sucede en la atmósfera cuando el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre se combinan con agua y oxígeno principalmente, para conformar ácido sulfúrico y ácido nítrico que se precipita en la lluvia, dándole una propiedad química de pH menor a 5, lo que le proporciona a la lluvia la cua-

lidad de acidez. Asimismo, encontramos la contaminación fotoquímica producida a partir de radicales libres que posteriormente se constituyen en sustancias como aldehídos, cetonas y nitratos de peroxiacilo (Velázquez, 2001; Semarnat, 2013).

Por otra parte, entre los efectos que se ciernen sobre los ecosistemas, la Semarnat (2013, p.13) señala que

**los efectos de la contaminación del aire sobre los ecosistemas son resultado de los contaminantes secundarios, como la lluvia ácida. La caída de partículas ácidas obstruye y acidifica los diminutos poros de las hojas, dificultando el proceso de fotosíntesis, así como la degradación de los suelos, lo cual afecta las raíces y la nutrición de las plantas. Otro de sus efectos es la disminución de peces al acidificar lagos, lagunas, ríos y arroyos.**

## IMPLICACIONES DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA SALUD

Diversas organizaciones internacionales han planteado en muchos estudios que la contaminación atmosférica afecta tanto a las naciones desarrolladas como en desarrollo, por lo cual se ha considerado como un riesgo de suma gravedad medioambiental para la salud. Sus efectos son numerosos en la salud de las personas y pueden presentarse desde efectos muy leves como simples molestias nasales hasta el progreso de padecimientos muy graves que pueden comprometer no sólo la salud, sino la vida de los miembros de una población (Ballester-Díez *et al*, 1999; Organización Panamericana de la Salud, 2005).

Particularmente, la Organización Mundial de la Salud (2018) ha señalado que, en 2016, en el mundo, 91% de la población mundial habita en sitios donde no se cumplen las normas de calidad de aire, con lo cual se le adjudica anualmente 4.2 millones de fallecimientos de personas prematuramente. Además, esta organización señala que

**58% de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, mientras que 18% de las muertes se debieron a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infec-**

Conforme a lo anteriormente expresado, la contaminación atmosférica implica riesgos y contrariedades para la salud de las personas, así como para los sistemas naturales. Las principales fuentes de esta contaminación proceden de las actividades industriales y del parque automotor, de tal manera que sus efectos pueden sentirse en las inmediaciones de la misma fuente contaminante hasta un nivel global, ya que la contaminación del aire no respeta fronteras. En este marco, los contaminantes pueden permanecer semanas, meses o años, además intervienen en una incidencia, con múltiples efectos, en el ámbito continental o generalizado en todo el mundo (González, 2016).

**ciones respiratorias agudas, y 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón (Organización Mundial de la Salud, 2018, párr. 12).**

Los impactos desfavorables en la salud por los contaminantes atmosféricos están supeditados a tres factores sumamente trascendentales: la concentración de los contaminantes, la exposición de las personas a los contaminantes y, finalmente, la susceptibilidad de los individuos expuestos (Oyarzún, 2010). Al respecto, la Academia Nacional de Medicina de México (2015, p. 46) pronuncia que no obstante que

**toda la población está afectada por la calidad del aire, hay una gran variabilidad en la respuesta ante la exposición a los contaminantes, asimismo, existe una susceptibilidad individual para determinar la magnitud del daño ante los contaminantes del aire y sus efectos sobre la salud, ya que ésta varía entre los individuos.**

Esto sucede particularmente en poblaciones vulnerables como infantes y personas en la etapa de la senectud, también se incluyen en este rubro las personas que sufren



padecimientos cardíacos o respiratorios. Por ejemplo, en México “los gastos derivados de consultas y hospitalizaciones se estiman por encima de los 640 millones de pesos” (Palomo *et al.*, 2016), por lo cual la contaminación del aire se ha convertido en una contrariedad de salud pública en el plano mundial.

Esto se ha agravado primordialmente por a la contaminación atmosférica urbana (CAU), como mencionan Ortega-García, Sánchez-Solís y Ferrís-Tortajada (2018, p. 77), ya que

**la expansión de las megaciudades (vehículos motorizados y combustibles fósiles residenciales), [conjuntamente con] la globalización industrial, las centrales eléctricas, la agricultura intensiva y los residuos [han empeorado la calidad del aire]. Las muertes por CAU aumentan en todo el mundo desde 1990, especialmente en los países con más rápida industrialización.**

Por lo que se ha descrito, la contaminación del aire se constituye en una de las contrariedades ambientales que más efectos negativos poseen sobre la salud humana, ya sea en espacios abiertos o cerrados, y esto está íntimamente ligado a una gran complejidad y multiplicidad de enfermedades tanto graves como crónicas.

## CONCLUSIONES

Sin lugar a dudas la contaminación del aire es una problemática añeja que se ha extendido hasta la actualidad. Hemos podido ser testigos de sus efectos al promover el cambio climático y cómo este fenómeno está promoviendo el calentamiento del planeta. Además de las implicaciones

económicas y contrariedades a las personas como al entorno natural. Particularmente, porque los contaminantes resultan invisibles para las personas, sin embargo, sus consecuencias cuentan con grandes gravámenes y sus magnitudes constantemente son mayúsculas con efectos de carácter recombinante y desconocidos para el ser humano y la naturaleza. Por lo cual, hay que hacer frente a la contaminación del aire de manera decidida a la brevedad posible.

## REFERENCIAS

- Academia Nacional de Medicina de México (2015). La contaminación del aire y los problemas respiratorios. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*. 58(5): 44-47.
- Agencia de la ONU para los Refugiados. (2017). *¿Conoces las causas de la contaminación del aire?* Disponible en: <https://eacnur.org/blog/conoces-las-causas-la-contaminacion-del-aire/>
- Ballester-Díez, F., Tenías, J.M., Pérez-Hoyos, S. (1999). Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. *Revista Española de Salud Pública*. 73(2): 109-121.
- Bell, J.N.B. (2005). Contaminación del aire. La amenaza perpetuamente cambiante. En: J.L. Tellería (Ed.). *El impacto del hombre sobre el planeta*. (pp. 31-46). Madrid: Ed. Complutense.
- Borsos, E., Makra, L., Béczi, R., *et al.* (2003). Anthropogenic air pollution in the ancient times. *Acta Climatologica et Chorologica*. 36-37: 5-15.
- Boubel, R.W., Fox, D.L., Turner, D.B., *et al.* (1994). *Fundamentals of air pollution*. San Diego. Academic Press.
- Cantú-Martínez, P.C. (2016). Los nuevos desafíos del desarrollo sustentable hacia 2030. *Ciencia UANL*. 19(78): 27-32.
- González, L. (2016). *Manual técnico de medio ambiente y desarrollo sustentable*. Madrid: Ed. Cultural.

Lichtheim, M. (1980). *Ancient Egyptian Literature: Volume III: The Late Period*. United States. University of California Press.

Makra, L., y Brimblecombe, P. (2004). Selections from the history of environmental pollution, with special attention to air pollution. Part 1. *Int. J. Environment and Pollution*, 22(6), 641-656. DOI: 10.1504/IJEP.2004.006044.

McNeill, J.R. (2000). *Something new under the Sun. An environmental history of the 20th century world*. London. W.W. Norton & Company.

Organización de las Naciones Unidas Medio Ambiente. (2019). *China será anfitrión global del Día Mundial del Medio Ambiente 2019, dedicado a la lucha contra la contaminación del aire*. Disponible en: <http://www.unenvironment.org/es/news-and-stories/comunicado-de-prensa/china-sera-anfitrión-global-del-día-mundial-del-medio>

Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005*. Ginebra. Organización Mundial de la Salud.

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Calidad del aire y salud. Datos y cifras*. Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud de América Latina y el Caribe*. Washington, D.C. OPS.

Ortega-García, J.A., Sánchez-Solís, M., y Ferrís-Tortajada, J. (2018). Contaminación atmosférica y salud de los niños. *Anales de Pediatría*. 89(2): 77-79.

Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*. 26: 16-25.

Palomo, R., Ríos, E., Calderón, L.F., et al. (2016). Compuestos contaminantes de la atmósfera: ¿cuáles son sus efectos? y, sobre todo, ¿cómo eliminarlos? *Ciencia*. (Enero-marzo): 68-74.

Semarnat. (2013). *Calidad del aire: una práctica de vida*. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México.

Velázquez, F. (2001). La contaminación fotoquímica en España. *Observatorio Medioambiental*. 4: 295-306.

WHO. (2017). *Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

