La contaminación atmosférica y sus principales daños a la salud humana

GUILLERMO S. DIAZ-MEJIA*

La atmósfera limpia y seca está formada por el conjunto de los gases nitrógeno, oxígeno, argón, bióxido de carbono y neón, que constituyen el 98.0038 por ciento. El 1.9962 por ciento restante se compone de helio, metano, cripton, óxido de nitrógeno, hidrógeno y xenón.

Cuando la proporción de estos elementos se ve alterada, ya sea por su aumento o disminución o bien por adición de otros elementos, se estará en presencia de una atmósfera contaminada.

Riesgos

Los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los sujetos por causa de los macroambientes son muy variados, algunos de orden natural: temperatura, humedad, luz, viento, presión atmosférica; elementos biológicos: polen, virus, bacterias y hongos; y también químicos: azufre, carbón, nitrógeno, etc..

La contaminación atmosférica es resultado de algún proceso de combustión. Consecuentemente las principales fuentes de contaminación se asocian con actividades en las que se quema algún combustible fósil o bien un recurso material renovable. Se distinguen cuatro grandes grupos:

1. Combustión en los establecimientos industriales.
2. Combustión en equipos de calefacción doméstica y de oficinas.
3. Combustión en los sistemas de transporte. (motores de combustión interna).
4. Incineración incontrolada de basura.

Los principales contaminantes provenientes de las combustiones industrializadas son el óxido nítrico, bióxido de azufre, compuestos orgánicos ácidos y partículas en suspensión; el ácido sulfhídrico, el amoníaco, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los mercaptanos, los fluoruros, etc.

Los vehículos de motor son los responsables de contaminantes tales como el monóxido de carbono, los

óxidos de nitrógeno, los hidrocarburos, el plomo y las partículas de suspensión, e indirectamente el ozono.

Daños

Los efectos adversos concomitantes son diversos y pueden acontecer de manera aguda, después de un episodio crítico de contaminación atmosférica, o bien de manera crónica como consecuencia de la exposición prolongada a concentraciones relativamente bajas de contaminantes. Los daños causados por la contaminación atmosférica son esencialmente respiratorios, aunque no exclusivamente; se producen también alteraciones circulatorias, digestivas y sensoriales, es más en episodios de contaminación severa se incrementa la mortalidad general.

El siguiente cuadro señala los daños a la salud causados por la contaminación atmosférica, tanto los comprobados como aquellos de los que existe sospecha fundada.

Contaminación atmosférica. Efectos sobre la salud humana

Agente	Efectos (C) comprobados (P) Posibles
Oxido de azufre	1. Agudización de Asma y Bronquitis Crónica (C) 2. Deterioro de la función respiratoria (C) 3. Alteraciones sensoriales (C)
Oxidos de azufre más partículas en suspensión	4. Incremento de la mortalidad general a corto plazo (C) 5. Incremento en la morbilidad de enfermedades respiratorias (C) 6. Agudización de bronquitis y cardiopatías (C) 7. Contribuyen a la génesis de bronquitis crónica y enfisema (C) 8. Contribuyen a la génesis de enfermedades respiratorias infantiles (C) 9. Contribuyente en la génesis del carcinoma bronquiogénico (C)

* Académico numerario.

(Continúa)

Contaminación atmosférica Efectos sobre la salud humana
(Continuación)

Agente	Efectos (C) comprobados (P) Posibles	
Partículas en suspensión oxidantes	10. Aumento en las tasas de neumo-patías crónicas	(C)
	11. Agudizan enfisema, asma y bron-quitis	(C)
	12. Mayor deterioro de la función pul-monar en pacientes con bronquitis y enfisema	(C)
	13. Conjuntivitis y disminución del ren-dimiento de los atletas	(C)
Ozono	14. Incremento en la probabilidad de accidentes viales	(C)
	15. Deterioro de la función respiratoria	(C)
	16. Alteraciones en la peroxidación de los lípidos	(C)
	-	
Monóxido de carbono	17. Disminuye la tolerancia al ejercicio físico de los cardiopatas	(C)
	18. Incrementa la mortalidad general la mortalidad por cardiopatía isqué-mica	(C)
	19. Factor causal de arteriosclerosis	(C)
	20. Daño a la función del SNC	(P)
Bióxido de nitró-geno	21. Factor causal del enfisema pulmo-nar	(C)
	22. Daña algunos mecanismos de defen-sa del aparato respiratorio, alteran-do células cebadas y macrófagos	(C)
Plomo	23. Aumenta su almacenamiento en tejidos y líquidos corporales	(C)
	24. Alteraciones en la síntesis de hemo-globina y porfirina	(C)
Sulfuro de hidrógeno	25. Mortal por exposición aguda	(C)
	26. Irritación sensorial	(C)
Mercaptanos	27. Cefaleas, náuseas y sinusitis	(C)
Asbestos	28. Calcificaciones pleurales	(C)
	29. Asbestosis y mesoteliomas	(C)
	30. Factor contribuyente para EPOC y cáncer bronquiogénico	(C)
Plaguicidas	31. Intoxicación aguda fatal	(C)
	32. Alteraciones en la actividad de la colinesterasa	(C)
Berilio	33. Berliosis pulmonar	(C)
Microrganismos	34. Infecciones por transmisión aérea	(C)

Fuente: U.S. Department of Health, Education and Welfare. Washington D.C. 1977; (HIRA) 77: 1457

Es necesario señalar que si bien estos efectos se refieren a la población general, se sabe que existen grupos especialmente vulnerables, como los recién nacidos, los preescolares, los escolares y los ancianos, así como los neumópatas y los cardiopatas.

Algunos estudios han llegado a hacer estimaciones de la cuota de enfermedad o muerte atribuible a un determinado contaminante. Seskiny Lane (1974) postulan que si se redujese en un 50 por ciento la concentración de sulfatos y partículas en suspensión en las áreas urbanas de E.U.A. la tasa de mortalidad general se reduciría en 4.7 por ciento y la esperanza de vida aumentaría un año.

La contaminación atmosférica en México

El Programa Nacional de Salud 1984-1988 hace resaltar los principales problemas de contaminación atmosférica con los siguientes hechos:

a) Es un problema cuyo origen reside, fundamentalmente, en los procesos de combustión de los vehículos automotores y en las emisiones industriales, consecuentemente se concentra en polos de desarrollo urbano-industrial como la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. Otras áreas que presentan problemas de contaminación atmosférica son Coatzacoalcos, Minatitlán, Irapuato, Salamanca, Monclova, Saltillo, Lázaro Cárdenas, Toluca, Lerma, Puebla, San Martín, León, Ciudad Juárez, Tampico, Madero y Querétaro.

b) En 1980 la contaminación atmosférica alcanzó la cifra de 16 millones de toneladas de contaminantes, de los cuales el 65 por ciento procedía de vehículos y el 35 por ciento de fuentes industriales.*

c) La gran industria (5 % de los establecimientos) genera el 85 por ciento de los contaminantes; la mediana (10 % de las empresas) el 10 por ciento de los contaminantes, y la pequeña (85 % de los establecimientos) el 5 por ciento restante.

d) En el área metropolitana de la ciudad de México se emiten 3 984 200 toneladas anuales de contaminantes atmosféricos, 25 por ciento de los cuales proviene de emisiones industriales y 75 por ciento de los vehículos.*

e) De los 15 mil establecimientos industriales localizados en el área metropolitana de la ciudad de México, sólo una pequeña fracción, 70 empresas, es responsable del 85 por ciento de la contaminación ambiental de origen industrial.

f) El gran número de vehículos y la densidad de tránsito que da lugar a velocidades promedio de 20 km/hora originaron que en 1981 se produjeran 2 990 000 toneladas de contaminantes.

g) El 45 por ciento de los vehículos corresponde a

* López-Acuña, D. Salud Ambiental, Edit. Siglo XXI, México, 1987.

modelos anteriores a 1975 y carece de sistema de control. El 55 por ciento de los vehículos de modelo más reciente sigue siendo emisor de plomo.

h) El transporte público de pasajeros rebasa los niveles reglamentarios de emisión de humo.

i) En Guadalajara se generan anualmente 568 000 toneladas de contaminantes, 35 por ciento industriales, 65 por ciento vehicular.

j) En Monterrey se emiten 500 000 toneladas anuales de contaminantes, 51 por ciento de origen industrial y 49 por ciento vehicular.

k) Las tolvaneras y la quema de desechos sólidos a cielo abierto son una fuente adicional de contaminación. En el Valle de México las tolvaneras de los primeros meses del año depositan un promedio de 20 toneladas de polvo por km² por mes y en ocasiones llegan a contarse 50 toneladas.

A pesar de que es una visión estática y general, el panorama delineado es catastrófico por el grado de deterioro ambiental acumulado. Debe considerarse que el fenómeno es dinámico y se debe determinar el grado y la periodicidad con que se rebasan los niveles máximos permisibles en las áreas afectadas. La combinación de fenómenos climáticos y meteorológicos es un factor adicional que agudiza los niveles de contaminación al aire.

A consecuencia de la complejidad, de la distribución de fuentes emisoras y de las diferencias en tiempo y espacio de las condiciones meteorológicas del Valle de México, existen variaciones considerables en la contaminación atmosférica de la gran ciudad. Por ejemplo, la concentración de CO varía según el tránsito vehicular y alcanza su más alta concentración entre las 7 y 9, las 11 y 13 y las 15 a 17 horas. La concentración de ozono alcanza su nivel máximo alrededor de las 13 horas.

Las inversiones térmicas son muy frecuentes en el Valle de México, pero alcanzaron sus máximas dimensiones en el invierno 1985-86. Se producen cuando el aire más cercano a la superficie es más frío y no puede elevarse porque los contaminantes se acumulan a poca distancia del suelo.

Las mezclas de contaminantes son distintas en los diferentes sectores de la ciudad; en el sector N.E. los contaminantes dominantes son el bióxido de azufre y las partículas en suspensión; en el S.E. son las partículas; en el N.O. son el ozono y el bióxido de azufre; en el S.O. el ozono; y en el sector centro el bióxido de carbono y el ozono.

Algunas consideraciones sobre los daños a la salud asociados con problemas ambientales en México

Es evidente que ante la magnitud de los riesgos a la salud impuestos por las condiciones ambientales descritas y

que son incontrovertibles, los daños deben ser igualmente catastróficos. Sin embargo, en el momento actual no hay forma alguna de hacer una caracterización razonable de los efectos que el deterioro ambiental está ejerciendo sobre la salud porque no hay información veraz y oportuna sobre la cual sustentar algunas afirmaciones.

Los únicos datos disponibles son información general sobre tendencias de la mortalidad por algunas causas que guardan relación con el ambiente y algunos datos de la frecuencia con que se notifican ciertos padecimientos infecciosos; con ello se puede decir que en los últimos 10 años de información disponible, 1970-1981:

a) Hay un marcado descenso en la mortalidad por influenza y neumonías como por enteritis y otras enfermedades diarreicas. Sin embargo el número de niños que fallece anualmente por enfermedades respiratorias, junto con lo reductible de la causa y su posible asociación con el deterioro de la calidad del aire lo hacen un problema de primera magnitud.

b) Los accidentes, envenenamientos y violencias pasan de la 3a. a la 1a. causa de muerte en el país con un incremento de casi un 30 por ciento en la tasa; 16 por ciento de todas las muertes en el país en 1981. La mortalidad por accidentes de vehículos de motor ha tenido un incremento del 400 por ciento de 1965 a 1981.

c) No parece haber ascenso en las tasas de mortalidad por neoplasias aunque como proporción al cáncer ha pasado de 3.8 por ciento al 6.6 por ciento y en números absolutos se incrementaron en 10 mil las muertes, casi el doble de lo que sucedía en 1960.

Vale considerar consecuentemente que para hacer la relación entre peligros ambientales y daños a la salud, "la mortalidad por todas las causas para todas las edades y todo el país" no es el indicador más sensible. Debe recordarse también que existe un período de latencia de 20 a 30 años entre una serie de exposiciones a contaminantes químicos y físicos y su expresión extrema en un padecimiento como el cáncer o bien la muerte. Es de esperarse que como consecuencia del daño ambiental acelerado de los sesenta a la fecha, el verdadero efecto no exprese toda su magnitud sino hasta dentro de cinco a diez años.

EFEMERIDES MEDICAS 1991

(I)

- 1391 Se otorgó permiso a la Universidad de Lérida (España) para diseccionar un cadáver cada 3 años.
- 1491 Se publicó el "Fasciculus Medicinæ" de *Johannes de Ketham*, con ilustraciones anatómicas (primer libro médico ilustrado con grabados). Incluyó anotaciones sobre uroscopía, venisección y cirugía.
Se imprime el "Hortus Sanitatis" de *Jacob Meidenbach*.
- 1591 *Próspero Alpino* (1553-1616; Italia) escribió "De Medicina Aegyptorum", en el que afirma los principios de la doctrina del contagio, sacando de ella consejos prácticos.
William Clowes (1540-1604; Inglaterra), publicó un tratado sobre las heridas por armas de fuego.
Israel Spach (1560-1610), publicó una bibliografía médica por materias ("Nomenclator scriptorum medicorum").
Eufame MacAlyane (Edimburgo) buscó alivio de sus dolores de parto, y fue enterrada viva por tal "ofensa".
- 1691 *Clopton Ilavers* (1655-1702) publicó su "Osteologia nova" (canalículos de Havers).
Se publicó en Roma la "Anatomía" de *Bernard Genga* (1620-1690).
- 1791 *Samuel von Sömmerring* (1755-1830; Alemania), publicó el primer volumen de su monumental anatomía ("Vom Baues Menschlichen Körpers", 1791-1796). Investigó la anatomía del ojo (mácula lútea) y describió el primer caso de acondroplasia.
Nicolas Leblanc (1742-1806; Francia), inventó el procedimiento que lleva su nombre para la obtención de carbonato sódico.
Joseph L. Lagrange (1736-1813), sostenía que el oxígeno inspirado toma lentamente el carbono y el hidrógeno de los tejidos al pasar la sangre por ellos.
Everard Home (1756-1832; Inglaterra), describió los callos cutáneos (hiperqueratosis), (dermatología).
James Earle (1755-1817; Inglaterra), publicó un tratado sobre el hidrocele ("A Treatise on Hydrocele").
Joseph Daquin (1721-1793), publicó su ensayo "Schirrus Cancer and Rachitis".
Robert Hamilton (1721-1793), publicó su ensayo "Schirrus cancer and Rachitis".
Se estableció en Margate (Reino Unido) la Enfermería Real de Baños de Mar para la Escrófula, en una nueva modalidad para el tratamiento de la tuberculosis.
Terminó de construirse y se abrió al público el Hospital de Nueva York (EE. UU.), que fuera iniciado en 1773.
- 1891 *E. Gley* (1857-1930), diferenció las funciones tiroidea y paratiroidea que hasta entonces se confundían en una sola.
W. H. Erb (1840-1921), descubrió y clasificó las distrofias musculares, sentando las bases de la teoría moderna sobre ellas.
Robert Koch (1843-1910), sustituyó la gelatina por el agar-agar como soporte de los medios de cultivo de microorganismos y desde entonces es del uso corriente en los laboratorios de bacteriología.
Sydney A. M. Copeman (1862-1947; Inglaterra), introdujo la linfa glicerinada para la vacuna antivaricelosa.
E. von Behring (1854-1917) y *Nissen* observaron por primera vez la inmunidad contra el vibrión de Metchnikoff.
Victor Babès (1854-1926), inventó la prueba de la mafeña para el diagnóstico temprano del muermo.
Paul Ehrlich (1854-1915), descubrió la existencia de tóxicos vegetales (abrina, ricina) capaces de producir anticuerpos.
W. Waldeyer (1836-1921), formuló la teoría de la neurona (Ramón y Cajal, 1888).
Vladimir M. Bejerev (1857-1927), identificó diferentes capas de fibras (que llevan su nombre) en la corteza cerebral.
O. Rosenbach (1851-1907), acuñó el término "patología molecular" (Molekular pathologie).
F. D. von Ricklinhausen (1833-1910), describió el cuadro que lleva su nombre (osteítis fibroquística generalizada) y su diferencia con la osteomalacia.