

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y SALUD EN AMÉRICA LATINA¹

Henryk Weitzenfeld²

En los últimos años los problemas de contaminación atmosférica se han agravado rápidamente en América Latina. La concentración máxima permisible (CMP) de contaminantes atmosféricos, fijada por la OMS, se sobrepasa en varias ciudades latinoamericanas. El promedio anual de dióxido de azufre (SO₂) excede dicho valor estándar en Rio de Janeiro, São Paulo y Santiago, Chile. Lo mismo ocurre en cuanto a promedio anual de partículas suspendidas totales (PST) en Rio de Janeiro y Caracas (Medellín está en el límite); en promedio anual de dióxido de nitrógeno (NO₂) en Santiago, y en valores medios de monóxido de carbono (CO) máximo en 8 horas en São Paulo.

Siete naciones de América Latina forman parte del grupo de 50 países que suministran datos de calidad del aire al Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (GEMS). En la ciudad de México, Santiago y São Paulo existen redes automáticas de monitores de calidad del aire y se difunde información diaria sobre la contaminación atmosférica.

Aproximadamente 76 millones de habitantes de ciudades latinoamericanas están expuestos a niveles de PST superiores a la CMP. El exceso anual de morbilidad correspondiente solo a este tipo de contaminación puede estimarse según cálculos preliminares en 3 millones de casos de tos crónica en niños, 130 000 casos de bronquitis crónica en ancianos y 55 millones de jornadas de trabajo de adultos perdidas por afecciones respiratorias.

La calidad del aire en muchas ciudades, principalmente las capitales en crecimiento rápido de los países en desarrollo, se ha deteriorado hasta el punto de causar trastornos respiratorios en los grupos de individuos más sensibles. La OMS estima que más de 600 millones de personas están expuestas a una concentración de dióxido de azufre (SO₂) muy superior a la que se puede considerar inofensiva. La cantidad se eleva a más de 1 000 millones si se considera la exposición a una

concentración de partículas suspendidas totales (PST) por encima de los límites recomendados por la OMS.

El crecimiento demográfico, el incremento importante en el número de industrias en la producción de energía, las calefacciones y el flujo vehicular contribuyen a agravar la contaminación del aire. Los vientos llevan los contaminantes a grandes distancias de donde se originan, por lo que la contaminación no se encuentra solo alrede-

¹ La versión en inglés se publica en el *Bulletin of the Pan American Health Organization*, Vol. 26, No. 1, 1992, con el título "Air pollution problems in Latin America".

² Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO) Dirección Postal: ECO, OPS/OMS, Apartado postal 37-473, 06696 México DF, México.

dor de los principales centros urbanos, sino también en zonas lejanas, donde la vida se ve amenazada por la lluvia ácida.

Estudios recientes señalan además los riesgos de salud generados por la contaminación del aire en ambientes cerrados. La madera, el carbón y otros tipos de combustibles usados para cocinar y calentar viviendas con una ventilación deficiente (principalmente en las zonas rurales de los países en desarrollo), exponen a sus ocupantes, principalmente mujeres y niños, a un aire contaminado durante períodos prolongados.

Con frecuencia, el aire, aun en ambientes abiertos, ya no está limpio como hace años; mantenerlo saludable significa afrontar el costo de medidas anticontaminantes. El aire limpio ya no es gratuito, como solía ser (1).

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN AMÉRICA LATINA

América Latina está aumentando su participación en los problemas de contaminación del aire a nivel mundial. Según datos publicados por el World Resources Institute (2), del total mundial de dióxido de carbono (CO₂) emitido anualmente por actividades antropogénicas, América Latina aportaba en 1950 1%, en 1965 3% y, en 1985, 6%.

Uno de los indicadores de emisión de contaminantes es el crecimiento de la población, especialmente en las zonas urbanas. El incremento poblacional trae como consecuencia un mayor consumo de energía, mayor número de vehículos automotores y crecimiento de la planta industrial. Según datos disponibles, en 1950, en América Latina

vivían 15 millones de personas en ciudades de más de un millón de habitantes. Esta cifra pasó en 1980 a 101 millones y en el año 2000 será probablemente de 232 millones. Las gasolinas usadas en América Latina y el Caribe son las de mayor contenido en plomo de todo el mundo —0,64 a 0,84 g/L en 1984, en comparación, por ejemplo, con las de Europa, que tenían plomo en concentraciones de 0,15 a 0,40 g/L el mismo año (2).

El clima es un factor determinante de la calidad del aire. Variables meteorológicas específicas como temperatura, humedad, viento, precipitación, presión atmosférica y radiación solar condicionan la dispersión y las reacciones químicas de los contaminantes. De suma importancia es el fenómeno de la inversión térmica (el aumento de temperatura con la altura), el cual suprime la mezcla vertical de agentes contaminantes y genera estratificación y baja dispersión. Este fenómeno es frecuente durante el invierno y explica la alta concentración de contaminantes durante la estación fría en algunas ciudades (por ejemplo, México y Santiago, Chile).

FACTORES CONDICIONANTES

La cantidad de contaminantes emitidos al aire está relacionada con el consumo de energía, el parque automotor y otras fuentes de emisión. La concentración de los contaminantes depende de la concentración industrial y poblacional. Las tasas de crecimiento del consumo de energía y del parque vehicular son buenos indicadores del incremento de las emisiones.

La tasa de crecimiento urbano (urbanización) también puede utilizarse como indicador de las tasas de incremento de la concentración de los contaminantes atmosféricos de una ciudad. Ello implica que, si sigue la tendencia actual de crecimiento, las ciudades de América Latina con niveles de contaminación aún inferiores a las concentraciones máximas permisibles se encontra-

CUADRO 1. Variación de algunos factores condicionantes de la emisión y concentración de los contaminantes del aire en varios países de América Latina

País	Tasa de crecimiento			
	% durante el período		% anual medio	
	Consumo de energía ^a (1974-86)	Número de vehículos ^b (1975-84)		Urbanización ^c (1970-80)
Argentina	26	50	Buenos Aires	1,6
Brasil	50	85	São Paulo	4,4
Chile	16	107	Santiago	2,7
Colombia	47	132	Bogotá	3,0
México	76	107	México	4,0
Perú	9	46	Lima	3,7
Venezuela	80	142	Caracas	1,9

^a Naciones Unidas *Statistical Yearbook 1985/86* Nueva York, 1988 pp 566-597 Calculado en carbón equivalente de todas las fuentes de generación comerciales.

^b *Ibidem*, pp. 714-716. Se incluyen vehículos de transporte colectivo y vehículos privados

^c Comisión Económica para América Latina y el Caribe *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe* Chile, 1990, p 10.

rán en pocos años con problemas de contaminación del aire.

El cuadro 1 presenta algunos datos de factores condicionantes de la contaminación de países de la Región. La columna correspondiente al incremento del consumo energético en poco más de un decenio muestra variaciones entre 9 y 80%. La columna de incremento del número de vehículos refleja la tasa de crecimiento en 10 años y varía de 46 a 142% según los distintos países, siendo muy superior por lo tanto al crecimiento del consumo energético.

La última columna muestra el crecimiento en un decenio de las áreas metropolitanas (urbanización), que varió entre 1,6 y 4,4% de tasa media anual. Teniendo en cuenta estos valores, puede pronosticarse que a finales de la década la emisión de productos contaminantes podría duplicarse y la concentración de los mismos en algunas ciudades triplicarse si las tendencias de creci-

miento de los factores condicionantes se mantienen y no se toman medidas correctivas para restringirlos.

VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN AMÉRICA LATINA

Se dispone de bastante información sobre la calidad del aire en muchas ciudades de América Latina.

REDPANAIRE

La Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (REDPANAIRE), establecida por el CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, dependiente de la OPS) en 1967, publicó sus resultados finales en 1982 (3). Datos procedentes de más de 100 estaciones instaladas en todo el continente mostraron que 70% de las muestras de partículas de polvo sedimentado, 20% de las de polvo en suspensión y 28% de las de SO₂ correspondían a niveles mayores a los de referencia, es decir, a una contaminación excesiva.

GEMS

En América Latina se hallan siete del total de 50 países que en todo el mundo suministran datos de calidad del aire al Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (GEMS) establecido en 1975 (4). Según los datos publicados, en Rio de Janeiro, São Paulo y Santiago, Chile, los promedios anuales de concentraciones de SO₂ están por encima de la concentración máxima permisible (CMP) fijada por la OMS para este contaminante. En Rio de Janeiro y Caracas los promedios anuales de partículas en suspensión exceden la CMP. Medellín está en el límite. En Santiago el promedio anual de concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) excede la CMP y lo mismo ocurre en São Paulo con los valores promedio de monóxido de carbono (CO) máximo en 8 horas.

Datos recientes

Los cuadros 2 a 5 presentan datos recientes de calidad del aire en varias ciudades. Proceden de diferentes informes elaborados por organismos oficiales. Los métodos de análisis no son necesariamente los mismos y la responsabilidad de la información es de los organismos que la proporcionan. La OMS y la OPS recogen y publican los datos (de la REDPANAIRES y también de la GEMS), pero no existe un procedimiento internacional que garantice y controle la validez de dicha información. Se supone que se hace el mayor esfuerzo para que la calidad de los análisis sea la mejor posible, ya que la misma sirve para los programas nacionales de control. La comparación de estos datos con las CMP —fijadas por la OMS en cada caso y aceptadas internacionalmente— permite evaluar la calidad del aire que respiran los habitantes de esas ciudades.

CUADRO 2. Contaminación atmosférica por partículas en suspensión en algunas ciudades de América Latina

Lugar de muestreo	Partículas suspendidas totales (en µg/m ³)	
	Promedio anual ^a	Máximo en 24 h ^b
Brasil		
Cubatão (1988)		
Vila Nova	58	146
Vila Parisi	208	818
Rio de Janeiro (1987)		
São João de Meriti	123	488
Santa Teresa	45	106
Copacabana	66	108
Bonsucesso	151	268
São Paulo (1988)		
Cambuci	66	326
Santo Andre-Centro	186	536
Santo Amaro	140	1068
S. Bernardo de Campo	158	1160
Chile		
Santiago (1988)		
Ministerio de Salud	242	665
Providencia	195	1142
Pudahuel	308	975
Colombia		
Bogotá (1986)		
Sena Artes	180	620
Andes	60	250
Costa Rica		
San José (1986)		
Policía Metropolitana	91	333
Karen Olsen	49	127
Ministerio de Salud	80	191
México		
México (1987)		
Xalostoc	490	1209
Museo Antropológico	250	1494
Nezahualcoyotl	250	990
Compañía Federal de Electricidad	150	355
Pedregal	143	550
Venezuela		
Caracas (1986)		
El Silencio	98	247
California	43	71
Maracaibo (1986)	100	244
Maracay (1986)	85	227
Valencia (1986)	80	168

Fuente: referencias 8-15.

^a Concentración máxima permisible según la OMS: 60-90 µg/m³

^b Concentración máxima permisible según la OMS: 100-150 µg/m³

CUADRO 3. Contaminación atmosférica por dióxido de azufre en algunas ciudades de América Latina

Lugar de muestreo	SO ₂ en µg/m ³	
	Promedio anual ^a	Máximo en 24 h ^b
Brasil		
Cubatão (1988)		
Vila Nova	11	79
Vila Parisi	14	90
Rio de Janeiro (1984)		
Bonsucesso	164	...
Copacabana	91	...
Maracanã	105	...
São Paulo (1988)		
Cambuci	47	204
Santo Andre-Centro	29	84
Santo Amaro	13	84
S. Bernardo de Campo	18	82
Chile		
Santiago (1988)		
Ministerio de Salud	38	143
Providencia	9	29
Pudahuel	16	68
México		
México (1987)		
Xalostoc	129	369
Museo Antropológico	77	225
Nezahualcoyotl	62	326
Compañía Federal de Electricidad	69	122
Pedregal	126	252

Fuente: referencias 8, 9, 10 y 13.

^a Concentración máxima permisible según la OMS: 40–60 µg/m³

^b Concentración máxima permisible según la OMS: 100–150 µg/m³.

Como puede apreciarse (cuadros 2 a 5), no todas las ciudades ni todas las estaciones miden todos los contaminantes. El parámetro de contaminación que se determina con más frecuencia son las partículas suspendidas totales (PST) y, el que menos, el ozono (O₃) (cuadro 6).

Índices de calidad del aire

A fin de informar diariamente a la población sobre la calidad del aire, en México, São Paulo y Santiago, Chile, se utilizan índices de calidad del aire. En los tres casos mencionados se usa una escala de 0 a 500 en la que el valor 100 corresponde a una concentración atmosférica del contaminante igual a la CMP. Cuando las concentraciones exceden

la CMP pueden producirse efectos adversos para las personas. En esos casos es posible que se declaren situaciones de atención, alerta y emergencia.

Mediante un esquema propuesto para los Estados Unidos (5), partiendo de la información recientemente publicada se puede presentar la ubicación relativa de las diferentes ciudades según los distintos tipos de contaminantes (figura 1).

CUADRO 4. Contaminación atmosférica por dióxido de nitrógeno (NO₂) en algunas ciudades de América Latina

Lugar de muestreo	NO ₂ en µg/m ³	
	Promedio anual ^a	Máximo en 24 h ^b
Brasil		
São Paulo (1988)		
Mooca	49	
Congonhas	105	
Cerqueira Cesar	62	
Chile		
Santiago (1988)		
Compañía de Bomberos	88	284
La Granja	26	85
México		
México (1987)		
Merced	226	620
Cerro Estrella	156	526
Pedregal	151	564
Venezuela		
Caracas (1986)		
El Silencio	56	125
Trinidad	22	100

Fuente: referencias 8, 10, 13 y 14

^a Concentración máxima permisible según la OMS: 100 µg/m³

^b Concentración máxima permisible según la OMS: 150 µg/m³

CUADRO 5. Contaminación atmosférica por ozono (O₃) en algunas ciudades de América Latina

Lugar de muestreo	O ₃ en ppm
	Máximo en 1 h ^a
Brasil	
Cubatão (1988)	
Vila Nova	0,17
Vila Parisi	0,14
São Paulo (1988)	
Mooca	0,16
Congonhas	0,10
Lapa	0,29
México	
Ciudad de México (1987)	
Merced	0,36
Cerro Estrella	0,22
Pedregal	0,34
Xalostoc	0,14

Fuente: referencias 8 y 13

^a Concentración máxima permisible según la OMS 0,05–0,10 partes por millón (ppm).

INVENTARIOS DE CONTAMINANTES DEL AIRE

A fin de orientar los programas de control de la calidad del aire y conocer la participación relativa de las diferentes fuentes de emisión de contaminación, se han realizado inventarios de la cantidad de contaminantes que llegan al aire, según el tipo de contaminante y las fuentes emisoras.

CUADRO 6. Datos sobre contaminación atmosférica por partículas suspendidas totales (PST), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y ozono (O₃) en América Latina^a

Tipo de contaminante y de registro		Número de estaciones de registro	Estaciones en las que se excede la concentración máxima permisible	
			No.	%
PST	Promedio anual	28	17	61
	Máximo en 24 h	28	23	82
SO ₂	Promedio anual	17	8	47
	Máximo en 24 h	14	5	36
NO ₂	Promedio anual	10	4	40
	Máximo en 24 h	7	4	57
O ₃	Máximo en 24 h	9	8	89

^a Según información presentada en los cuadros 2 a 5

FIGURA 1. Contaminación relativa de distintas ciudades latinoamericanas según las concentraciones atmosféricas de partículas suspendidas totales (PST) y otros contaminantes (valores máximos registrados en cada ciudad) y su efecto en la salud

Descriptor del efecto sobre la salud	Nivel de la calidad del aire	Concentración en µg/m ³				
		PST (24 horas)	SO ₂ (24 horas)	O ₃ (1 hora)	NO ₂ (24 horas)	
Muy peligroso ^a	Daño significativo	México São Paulo Santiago (Chile)	1 000	2 620	1 200	
	Emergencia		875	2 100	1 000	750
Peligroso	Atención	Bogotá Cubatão	625	1 600	800	565
	Alerta	Rio de Janeiro	375	800	México São Paulo	282
Muy insalubre	Concentración máxima permisible (CMP)	San José	260	365	Cubatão	150 ^b
	50% de la CMP	Caracas Maracaibo Maracay Valencia	75 ^c	80 ^c	São Paulo Santiago Cubatão	100 ^c
Insalubre			0	0		0
Molesto						
Nulo						

^a Agregado del autor

^b Valor guía de la Oficina Regional de la OMS para Europa

^c Norma para promedio anual de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos

CUADRO 7. Total de contaminantes emitidos en algunas ciudades de América Latina. Miles de toneladas/año de partículas suspendidas totales (PST), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO)

Tipo de contaminante	São Paulo (1987)	Santiago (Chile, 1988)	México (1987)	Río de Janeiro (1983)	Caracas (1980)
PST	91	47	420	121	30
SO ₂	131	22	243	127	12
NO _x	226	13	179	52	29
HC	271	29	447	174	53
CO	1 391	227	3 626	638	542
Total	2 112	338	4 917	1 214	697

Fuente: referencias 8, 9, 13 y 16.

Los estudios a los que se tiene acceso por haberse presentado en reuniones técnicas o estar publicados corresponden a São Paulo, Río de Janeiro, Caracas, la ciudad de México, Santiago, Chile, Panamá y San José, Costa Rica, entre otros.

En la mayor parte de los inventarios llevados a cabo las fuentes emisoras se han agrupado en dos categorías básicas; fuentes fijas y fuentes móviles. La mayor parte de las fuentes fijas corresponde a fuentes puntuales; dentro de ellas se han dividido los procesos industriales por grupos de industrias contaminantes importantes. Las fuentes móviles son los vehículos automotores.

Los contaminantes más comunes incluidos en los inventarios han sido CO, SO₂, óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos, y el origen principal de los mismos, en la mayor parte de los casos, los vehículos automotores (CO, NO_x e hidrocarburos) y las industrias (PST y SO₂).

El cuadro 7 presenta los resultados de los inventarios de cargas contaminantes obtenidos en diferentes estudios realizados en América Latina. De los datos del inventario resulta el siguiente aporte anual de contaminantes por habitante (en kgs/habitante): México, 280; Caracas, 180; São Paulo, 130; Río de Janeiro, 120; Santiago, Chile, 80. Estas cifras son ilustrativas pero exigen tener en cuenta otros datos para obtener conclusiones apropiadas.

Del cuadro 7 se deduce claramente que el CO es el contaminante que se

vierte a la atmósfera en mayores cantidades. Ello no quiere decir que sea el más importante. Para llegar a esa conclusión habría que tomar en cuenta su efecto relativo tanto en la salud como en el ambiente, frente a otros contaminantes como partículas en suspensión y SO₂.

EFFECTOS NOCIVOS PARA LA SALUD

No disponemos de datos adecuados para evaluar de manera sistemática y rigurosa los efectos que padecen las poblaciones expuestas diariamente a los contaminantes atmosféricos. Por estudios llevados a cabo en otros países se sabe que los grupos de población más susceptibles a trastornos debidos a estos contaminantes son los ancianos, los niños y los que padecen enfermedades crónicas cardíacas o pulmonares. Las concentraciones de contaminantes ligeramente superiores a la CMP generan irritación de los

CUADRO 8. Estimaciones de efectos en la salud por exposición a partículas suspendidas totales (PST) en ciudades de América Latina

Rubros	Promedio anual de PST (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Total
	250	150	100	
	Población expuesta (millones)			
Niños (0-14 años)	5,7	8,2	15,4	29,3
Adultos (15-59 años)	8,1	11,8	22,1	42,0
Ancianos (+ 60 años)	0,7	1,0	2,0	3,7
Suma	14,5	21,0	39,5	75,7
	Tasa en exceso			
Tos crónica en niños (% por año) ^a	24,5	10,6	4,1	
DAPER ^b en adultos (días/año) ^c	4,0	1,5	0,2	
Bronquitis crónica en ancianos (%) ^d	6	4	2	
	Cantidad en exceso			
Tos crónica en niños (por año)	1,40	0,87	0,63	2,9
DAPER en adultos (millones días/año)	32,4	17,9	4,42	54,7
Bronquitis crónica en ancianos	0,04	0,04	0,04	0,12

Fuente: referencia 6.

^a Cálculo según la gráfica de ref. 17.

^b Días de actividad perdidos por enfermedades respiratorias

^c Cálculo según ref. 18.

^d Cálculo según ref. 19.

ojos, la garganta y la nariz. Cuando las concentraciones llegan a doblar o triplicar la CMP se agravan los síntomas respiratorios y se disminuye la tolerancia al ejercicio físico. A concentraciones tres o cuatro veces mayores que la CMP, en algunas personas pueden comenzar a desarrollarse enfermedades cardiorrespiratorias crónicas.

Los niveles de contaminación de las ciudades de América Latina generan efectos significativos en la salud de cierto número de personas. Aun más son los que padecen irritación y trastornos menores e incluso mayor el número de los que sufren una vida diaria incómoda y molesta. Es necesario recoger y analizar datos para cuantificar este problema.

Basándose en estudios realizados en los Estados Unidos y el Reino Unido sobre grupos controlados de población, y partiendo de ciertas hipótesis de trabajo, pueden hacerse algunos cálculos sobre el efecto de esta contaminación en las zonas más afectadas (ciudades importantes de América Latina) (6).

Aproximadamente 76 millones de habitantes están expuestos en las ciudades de América Latina a niveles de PST superiores a la CMP fijada por la OMS. A partir de este dato y de la información disponible de las estaciones de vigilancia de la calidad de aire se estima en 3 millones el exceso debido a la contaminación del número de casos por año de tos crónica en niños (menores de 15 años), en 130 000 el exceso de casos de bronquitis crónica en ancianos (mayores de 60 años) y en 55 millones el exceso de número de jornadas de trabajo de adultos (15-59 años) perdidas cada año por restricciones respiratorias (cuadro 8).

CUADRO 9. Resultados de la encuesta sobre la situación de la contaminación del aire en América Latina y el Caribe

Cuestionario	Respuestas afirmativas ^a
1) ¿Se han promulgado leyes para el control de la contaminación del aire?	11
2) ¿Se han establecido normas sobre la calidad del aire?	6
3) ¿Se tienen en cuenta consideraciones de calidad del aire en la toma de decisiones sobre programas de desarrollo económico?	7
4) ¿Se realizan evaluaciones del impacto en la calidad del aire de los proyectos de desarrollo?	10
5) ¿Es conocida y está documentada la magnitud de los problemas de contaminación del aire?	6
6) ¿Existen estaciones que miden en forma rutinaria la calidad del aire en algunas ciudades?	10
7) ¿Se han hecho inventarios de las fuentes de contaminación del aire?	9
8) ¿Existe información sobre la cantidad de vehículos automotores y tipo de combustible en uso?	27
9) ¿Existe información sobre las características de los combustibles utilizados por los vehículos, como por ejemplo, contenido de plomo en la gasolina y azufre en el diesel?	21
10) ¿Existe información de los censos o de otras fuentes sobre los tipos de combustibles usados en las viviendas para cocina y calefacción?	17
11) ¿Existen consultores o firmas de consultorías que tengan equipos para analizar emisiones de chimeneas o diseñar equipos de control de emisiones?	10
12) ¿Existe información cuantificada sobre las acciones para controlar la contaminación del aire, como, por ejemplo, gastos realizados, cantidad reducida en las emisiones?	4
13) ¿Está el sector de la salud (ministerio de salud o servicios de salud) involucrado en actividades de evaluación o control de la contaminación del aire?	17
14) ¿Se han hecho algunos estudios epidemiológicos para evaluar el impacto de la contaminación atmosférica en la salud?	4

Fuente: referencia 7

^a De un total de 29 países que respondieron a la encuesta

RESULTADOS DE UNA ENCUESTA

Con el fin de conocer mejor la situación de la contaminación atmosférica en América Latina y el Caribe y las acciones y medidas que se están tomando, el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO) realizó una encuesta entre los diferentes países (7). Las preguntas incluidas en el cuestionario y las respuestas positivas recibidas aparecen en el cuadro 9. Una de las preguntas que menos respuestas positivas recibió en la encuesta fue la No. 14, que se refiere a estudios epidemiológicos.

De los 11 países que han promulgado alguna legislación para el control de la contaminación del aire, seis han establecido normas de calidad. El cuadro 10 muestra las concentraciones máximas establecidas como permisibles por Brasil, Chile y México. En general, las normas establecidas son muy similares a las de la OMS y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos.

CUADRO 10. Normas de calidad del aire según la OMS y algunos países de América Latina

Tipo de contaminante	Tipo de registro	Brasil	Chile	México	OMS
Partículas suspendidas totales ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anual	80	75		60-90
	24 horas	240	260	275	100-150
Dióxido de azufre (SO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anual	80	80		40-60
	24 horas	365	365	375	100-150
	1 hora				350
Dióxido de nitrógeno (NO_2 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anual	100	100		150
	24 horas		300		400
	1 hora	470		395	
Ozono (O_3 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 hora	160	160	220	150-200
	8 horas				100-120
Hidrocarburos ^a ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3 horas	160	160	160	
Monóxido de carbono (CO , mg/m^3)	8 horas	10	10	14	10
	1 hora	40	40		30

^a Excepto metano

CONCLUSIONES

a) La contaminación del aire en América Latina es un problema creciente.

b) La información básica para evaluar la situación existente y cuantificar sus tendencias es limitada.

c) Muy pocos países latinoamericanos participan en el programa mundial de registro de calidad del aire en ciudades (GEMS/Aire).

d) La mayor parte de las estaciones de vigilancia de la calidad del aire solo registran partículas suspendidas totales y muy pocas registran la concentración de ozono (O_3).

e) A pesar de la importancia de los inventarios de fuentes y tipos de contaminantes del aire para sustentar programas de control, en muy pocas ciudades se han elaborado dichos inventarios y en algunas solo se han hecho de forma parcial.

f) La información disponible sobre la relación entre efectos en la salud y concentraciones de contaminantes del aire es muy escasa, posiblemente por las dificultades para la realización de estudios epidemiológicos y los escasos recursos asignados a esta tarea.

g) Muy pocos países de la Región han fijado normas de calidad del aire.

RECOMENDACIONES

Al menos las 34 ciudades con más de un millón de habitantes existentes en 13 países de América Latina (cuadro 11) deberían evaluar la calidad de su aire y, cuando menos, las 14 ciudades con más de dos millones de habitantes de siete países de América Latina deberían tener un inventario completo y actualizado de las fuentes y tipos de contaminantes que se emiten a la atmósfera. En cuanto a las estaciones de vigilancia de la calidad del aire, no solo deben medir las PST y el SO_2 (que son los contaminantes que se analizan con más frecuencia) sino también el NO_2 y, especialmente, el ozono (O_3).

CUADRO 11. Ciudades de América Latina con más de un millón de habitantes

REFERENCIAS

Pais	Ciudad
Argentina	Buenos Aires ^a Rosario Córdoba
Bolivia	La Paz
Brasil	São Paulo ^a Rio de Janeiro ^a Belo Horizonte ^a Recife ^a Porto Alegre ^a Salvador ^a Brasília Curitiba Fortaleza Belém
Chile	Santiago ^a
Colombia	Bogotá ^a Medellín Cali Barranquilla
Cuba	La Habana
Ecuador	Quito Guayaquil
Guatemala	Guatemala
México	México ^a Guadalajara ^a Monterrey ^a Puebla Toluca
Perú	Lima ^a
República Dominicana	Santo Domingo
Uruguay	Montevideo
Venezuela	Caracas ^a Maracaibo Valencia

^a Ciudades con más de 2 millones de habitantes

1. World Health Organization. *Our planet, our health*. Geneva: WHO; 1989:12.
2. World Resources Institute, International Institute for Environment and Development y United Nations Environment Programme. *World Resources 1988-89*. New York: Basic Books; 1988.
3. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Red Panamericana de Muestreo de la Contaminación del Aire (REDPANAIRE); Informe final 1967-1980. Lima, CEPIS, 1982.
4. United Nations Environment Programme y World Health Organization. *Global Environment Monitoring System: Assessment of urban air quality, Report on the results of the WHO/UNEP programme on health-related environmental monitoring*. London: WHO/UNEP/Monitoring and Assessment Research Centre, 1988.
5. Hunt WE, Smith R, Ott WR, Riggan WB. The Pollution Standards Index (PSI): an early warning system for air pollution. Trabajo presentado en: Eighth International Scientific Meeting of the International Epidemiological Association, Las Crobas, Puerto Rico, 18-23 de septiembre de 1977.
6. Romeu I, Weitzenfeld H, Finkelman J. Urban air pollution in Latin America and the Caribbean: health perspectives. *World Health Stat Q*. 1990; 43:153-167.
7. Weitzenfeld H, Romeu I. Resultados de la encuesta sobre la situación de la contaminación del aire en América Latina y el Caribe. Metepec, Edo. de México. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO), 1990. (Documento de divulgación ECO).
8. Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente y Companhia de Tecnologia de Saneamiento Ambiental. *Qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo e em Cubatão*. Brasil: CETESB; 1989:8-183. (Série relatórios Julho/89).
9. Estado de São Paulo, Secretaria de Estado de Meio Ambiente y Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. *Qualidade do ar na região metropolitana do Rio de Janeiro 1984/1987*. Brasil: FEEMA; 1989.

Todos los países deberían emprender la elaboración de normas de calidad del aire como marco de referencia técnico-legal para poder actuar y tomar medidas de control en los casos necesarios.

10. Chile, Servicio de Salud del Ambiente. Informe de contaminación atmosférica, año 1988. Santiago: Región Metropolitana; 1988:9–27.
11. Sección Protección del Medio Ambiente, División de Saneamiento Ambiental. La contaminación del aire en Bogotá 1983–1986. Bogotá, DE: Servicio de Salud; 1987.
12. Cáceres R, et al. Estudio integral sobre la contaminación atmosférica en el valle de Caracas. Caracas: Dirección General de Investigación del Ambiente, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables; 1980:31–34.
13. Contaminación atmosférica. En: México, Comisión Nacional de Ecología. Informe general de ecología. México: Comisión Nacional de Ecología; 1988:72–100.
14. Venezuela, Dirección General Sectorial de Malariología y Saneamiento Ambiental, Dirección de Ingeniería Ambiental, Departamento de Control de Contaminación Atmosférica. Reporte de las concentraciones atmosféricas de partículas totales en suspensión en siete ciudades de Venezuela durante el año 1986. 1987:15–25.
15. Costa Rica, Ministerio de Salud. Concentración de partículas en suspensión en el área metropolitana de San José: período 1985–1986. Costa Rica: Ministerio de Salud; 1986.
16. Servicios de Ingeniería de Chile, CADE–IDEPE. Universo de las fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos e inventario real de emisiones para Santiago. Santiago: CADE–IDEPE; 1988:5.
17. Ware JH, et al. Effects of ambient sulfur oxides and suspended particles on respiratory health of children. *Am Rev Respir Dis.* 1989;1:140:877–884.
18. Ostro BD. Estimating the risk of smoking, air pollution and passive smoke in acute respiratory conditions. *Risk Anal* 1981;9:189–196.
19. Lambert PM, Reid DD. Smoking, air pollution and bronchitis in Britain. *Lancet.* 1970;i:853–857.

SUMMARY

AIR POLLUTION AND HEALTH IN LATIN AMERICA

In recent years air pollution has rapidly worsened in Latin America. The maximum permissible concentration of atmospheric contaminants set by WHO has been exceeded in several Latin American cities. The annual average for sulfur dioxide (SO₂) exceeds the standard value in Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil, and Santiago, Chile. The same holds true with regard to annual averages of total suspended particulates (TSP) in Rio de Janeiro and Caracas (Medellín is at the limit); annual averages of nitrogen dioxide (NO₂) in Santiago; and average values for maximum carbon monoxide (CO) in an 8-hour period in São Paulo.

Seven Latin American nations are part of the group of 50 countries that provide data on air quality to the Global Environmental Monitoring System (GEMS). In Mexico City, São Paulo, and Santiago, automatic networks monitor air quality and information on air pollution is disseminated daily.

Approximately 76 million inhabitants in Latin American cities are exposed to TSP levels higher than the maximum allowable concentration. Annual excess morbidity due to this type of pollution alone has been estimated, on the basis of preliminary calculations, to be 3 million cases of chronic cough in children, 130,000 cases of chronic bronchitis in elderly persons, and 55 million work days lost by adults due to respiratory diseases.