

Contaminación atmosférica y salud infantil en áreas urbanas e industriales de La Plata, Argentina

Air pollution and children's health in urban and industrial areas of La Plata, Argentina

► Laura Andrea Massolo^{1*}, Andrea Müller^{2**}, Olf Herbarth^{3**,***}, Alicia Estela Ronco^{4*}, Atilio Andrés Porta^{5*}

1. Dra. de la Facultad de Ciencias Exactas
2. Bióloga, Especialista en Microbiología
3. Dr. en Física. Profesor Universitario
4. Dra. en Geoquímica. Profesora Universitaria
5. Dr. en Bioquímica. Profesor Universitario

* Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (CICPBA-CONICET), Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 47 y 115 (1900), La Plata, Argentina.

** Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department of Human Exposure Research and Epidemiology Permoserstr. 15, 04318 Leipzig, Germany.

*** Department of Environmental Medicine and Hygiene, Faculty of Medicine, University of Leipzig, Liebigstrasse 27, 04103 Leipzig, Germany.

Resumen

El impacto de la exposición a contaminantes ambientales sobre la salud humana ha sido ampliamente investigado, encontrándose que muchos problemas de salud están relacionados con la contaminación del aire. En el presente trabajo se analizan los resultados obtenidos de un relevamiento empleando cuestionarios epidemiológicos a niños en edad pre-escolar de la ciudad de La Plata, capital de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, y sus alrededores. Para el estudio se consideraron cuatro zonas, una típicamente urbana, otra con influencia industrial, otra de característica semi-rural y una residencial. Los resultados obtenidos evidencian, en cuanto a las enfermedades asociadas a las zonas en estudio, correlaciones significativas entre la zona industrial y dos tipos de afecciones: bronquitis crónica y piel fotosensible. Estos resultados están en concordancia con el elevado nivel de partículas, compuestos orgánicos asociados con las mismas y compuestos orgánicos volátiles hallados en la zona industrial en comparación con las zonas control. Otras correlaciones significativas encontradas se refieren a mayor predisposición a padecer bronquitis en la población que utiliza querosén como combustible para cocinar y calefacción doméstica y el desarrollo de bronquiolitis en zonas con tránsito vehicular congestionado. Estos resultados contribuyen con información de base de gran utilidad para contextualizar futuros estudios epidemiológicos en la región.

Palabras clave: contaminación del aire * efectos sobre la salud * cuestionarios epidemiológicos * bronquitis * bronquiolitis * material particulado * compuestos orgánicos volátiles

Summary

The influence of air pollution on human health has been studied during the last decades. In this sense, several epidemiological studies have shown an association between air pollutants and various diseases. In the present study an epidemiological questionnaire was applied to a population of children

Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana

Incorporada al Chemical Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957

ISSN 1851-6114 en línea

between 3 and 6 years of La Plata and its neighbouring areas, in Buenos Aires, Argentina. Four different areas were considered: urban, industrial, semi-rural and residential. Results show significant correlations between industrial area and chronic bronchitis and skin photosensitivity. These results depend on the high levels of particles, organic compounds bound to particles and volatile organic compounds found in the industrial area compared to control zones. Other significant correlations are related to the use of kerosene for heating and cooking, and a predisposition to develop bronchitis. Besides, the analyses of questionnaires show a correlation between bronchiolitis and heavy traffic. This investigation contributes with preliminary information to future epidemiological studies in the region.

Key words: *air pollution * health effects * epidemiological questionnaires * bronchitis * bronchiolitis * particulate matter * volatile organic compounds*

Introducción

El impacto de la exposición a contaminantes ambientales sobre la salud humana ha sido ampliamente investigado, encontrándose que muchos problemas de salud están relacionados con la contaminación del aire (1-4). Algunas enfermedades reconocen su origen en un único factor, sea de índole genética, se trate de la exposición a un tóxico determinado, o bien a un agente biológico; sin embargo, es también frecuente que se encuentren relacionadas con la interacción entre éstos y los factores ambientales (5). Entre estos últimos es importante considerar, además de la contaminación extramuros (o aire ambiente), la intramuros ya que en algunos casos puede ser de mayor importancia, en lo que respecta a efectos sobre la salud. Estos últimos contaminantes derivan de actividades cotidianas como la cocción de alimentos, los sistemas de calefacción, la acumulación de material impreso, el uso de cierto tipo de limpiadores y la renovación de interiores, entre otras (6-8).

La epidemiología ambiental permite establecer asociaciones estadísticas entre la exposición a determinados contaminantes y los efectos adversos sobre la salud. Entre los diversos métodos epidemiológicos utilizados, es frecuente la implementación de cuestionarios o encuestas epidemiológicas para orientar y calificar la búsqueda de asociaciones entre la exposición ambiental y el desarrollo de diversas patologías. De manera complementaria, se realizan monitoreos ambientales o personales con el objeto de contribuir a la interpretación de los resultados obtenidos. En este tipo de metodología, la inclusión de preguntas de tipo socio-demográfico posibilita la identificación de situaciones de contexto que actúan sobre los efectos observados, y es en tal sentido que la prevalencia de las enfermedades puede diferir según se consideren distintos estratos sociales. Del mismo modo, suelen ser seleccionados los sectores de mayor vulnerabilidad de la población, tales como ancianos, niños o enfermos,

asegurando la adición de factores de seguridad a la evaluación de riesgo (1-5) (8-10).

En el presente trabajo se analizan los resultados obtenidos en un relevamiento, empleando cuestionarios epidemiológicos, a niños en edad pre-escolar de la ciudad de La Plata, capital de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, y sus alrededores. Estos niños habitan en cuatro zonas distintas: urbana, industrial, semi-rural y residencial. El presente estudio forma parte de un proyecto de cooperación internacional en el cual se analizan complementariamente parámetros fisicoquímicos de calidad de aire ambiental (material particulado en suspensión, compuestos orgánicos semivolátiles asociados -SVOCs- y compuestos orgánicos volátiles -VOCs-) y aire intramuros (VOCs) en las distintas zonas de estudio. Estos parámetros están relacionados con diversas enfermedades. Así por ejemplo, la exposición a VOCs puede producir problemas respiratorios, desarrollo de cáncer, promover afecciones del sistema nervioso central y alergias. El material particulado en suspensión, en especial las partículas finas (<2,5 µm), se asocian con incremento de asma, bronquitis crónica y otras afecciones respiratorias agudas. Finalmente, algunos SVOCs se relacionan con el incremento de casos de cáncer en la población (3) (7) (8) (11).

Materiales y Métodos

CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN

La región en estudio cuenta con una población aproximada de 700.000 habitantes. Presenta zonas con distintas fuentes emisoras de contaminantes denominadas para el presente estudio: industrial, urbana, semi-rural y residencial. La zona denominada industrial se refiere a un sector poblacional asociado con un importante polo industrial petroquímico, en el cual se destaca la refinería de petróleo más importante del país, con una capacidad de procesamiento de unos 38.000 m³/día de cru-

do. Cercana a ésta, se ubican otras industrias subsidiarias productoras de compuestos aromáticos (benceno, tolueno, xilenos), alifáticos (pentano, hexano, heptano), anhídrido maleico y coque de petróleo, entre otros (12-15). La zona denominada urbana se encuentra en el casco urbano de La Plata, con un tránsito vehicular de unos 180.000 automotores registrados, algunos con motores diesel utilizados para el transporte de pasajeros o cargas de la más variada índole. Por otra parte, la zona semi-rural se caracteriza por su bajo tránsito vehicular y significativa actividad agrícola (horticultura y floricultura). La zona residencial presenta bajo nivel de tránsito y mayoritariamente viviendas familiares, sin actividad industrial o agrícola de envergadura. En estos dos últimos casos, estudios realizados dan cuenta de bajos o muy bajos niveles de contaminación extramuros, más aún cuando se los compara con la zona urbana y la industrial, por lo cual fueron seleccionadas como zonas control (12) (15).

DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA ENCUESTA

Se utilizó la "Encuesta Epidemiológica para el Estudio de las Condiciones Ambientales y la Salud" diseñada por profesionales de la Sección de Investigación de Exposición y Epidemiología del Centro de Investigación Ambiental de Leipzig-Halle, Alemania, en base a cuestionarios estandarizados de la American Thoracic Society (16). Fue aplicada previamente en la ciudad de Leipzig, en su lengua original, y en la ciudad de Mendoza, Argentina, traducida al castellano (8).

La encuesta está dirigida a niños entre 3 y 6 años, uno de los sectores de la población de mayor vulnerabilidad. Por otro lado, este grupo transcurre la mayor parte de su tiempo dentro de microambientes intramuros (en el hogar o en la escuela), de manera que se encuentran expuestos mayoritariamente a los factores ambientales característicos de su zona de residencia, ya sea de tipo urbano, industrial, rural o residencial. Incluye 430 ítems relacionados con hábitos personales, estudios y ocupación de los padres, estructura y características del núcleo familiar, de su vivienda y los servicios con que cuentan, de la zona donde habitan, de fuentes cercanas de contaminación, de enfermedades de los niños y sus familiares cercanos.

Para la ejecución de la encuesta se organizaron reuniones informativas en los jardines de infantes donde

asistían los niños participantes del estudio en donde se invitó a los padres a una charla donde se explicaron los alcances del proyecto marco y el diseño del cuestionario, entregando una encuesta a cada padre. Por otro lado se visitaron hogares a los fines de realizar la mencionada encuesta. En ambos casos se solicitó que respondieran solamente sobre las enfermedades diagnosticadas por el médico.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los resultados se realizó con el programa Statistica 6.0 aplicando métodos no lineales de regresión logística (logit) calculando el *Odds Ratio* con un nivel de confianza del 95% para las distintas variables de interés (5) (8) (17) (18). Mediante dicho sistema se analizaron las posibles asociaciones entre las enfermedades diagnosticadas o síntomas asociados (variable dependiente) y fuentes de emisión de contaminantes, características de la zona de residencia, hábitos personales y familiares, características de las viviendas, individualmente o asociadas en grupos con características comunes (variables independientes).

Resultados

Entre los años 2001 y 2003 fueron relevados 377 cuestionarios, completados por los padres de los niños participantes de las zonas en estudio. En la Tabla I se describen las características generales del muestreo.

CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS FAMILIARES

Fueron seleccionadas tres variables, como las más significativas para caracterizar los grupos familiares de cada zona: nivel máximo de estudios alcanzado, ocupación actual y hábito de fumar. Con respecto al nivel de estudio máximo alcanzado por madres y padres, se evidencia que tanto en zona urbana como en la residencial, se alcanzan los estudios superiores en más del 50% de los casos, mientras que en las zonas industrial y semi-rural esto ocurre en un 5-6% de los casos, prevaleciendo la formación a nivel primario (45-50%). Al analizar la distribución porcentual de las actuales ocupaciones de las madres y los padres de los participantes en el estudio, por zona, se observa la concordancia

Tabla I. Características generales de los participantes y número de establecimientos encuestados en cada zona.

	Totales	Zona industrial	Zona urbana	Zona semi-rural	Zona residencial
Tamaño de la muestra	377	75	99	92	111
Niñas/niños	188/189	45/30	54/45	44/48	45/66
Número de J. de infantes	6	1	2	1	2
Edad promedio	4,5	4,9	4,2	4,4	4,5

entre el alto grado de estudios universitarios y la ocupación de tipo profesional. Asimismo, se destaca en varones un índice de desocupación mayor en la zona industrial, seguido por la semi-rural. También se señala la alta proporción de amas de casa en las zonas industrial y semi-rural.

Otro parámetro de interés consiste en el hábito de fumar. En este sentido, existe una correlación actualmente reconocida entre el tabaquismo y afecciones en el sistema respiratorio, tanto en fumadores activos como en pasivos (19) (20). Por lo tanto, se analizó esta variable en distintas situaciones: durante el embarazo, en presencia de la madre embarazada y del niño en los primeros meses de vida. Con respecto a este ítem se observa que las zonas semi-rural e industrial presentan los mayores valores en las situaciones examinadas. Mientras que la media de respuestas positivas para la variable “fuma en el hogar” es de 45%, el 58,1% corresponde a las zonas industrial y semi-rural, y el 36,8% para las otras dos. Estos valores disminuyen un 20% al analizar la variable “fumó durante el embarazo”, siendo la disminución más pronunciada para las zonas industrial y semi-rural, disminuyendo más aún en las respuestas positivas para la variable “fumó delante del niño en los primeros seis meses de vida”, 24,5% para industrial y semi-rural y 9,6% para urbana y residencial. Incluso, en este último caso, las diferencias son más marcadas al analizar las respuestas correspondientes sólo al tabaquismo en las madres, 6,3% para industrial y semi-rural y 1,9 para urbana y residencial.

CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS

Fueron seleccionadas tres variables de las relevadas en esta sección de la encuesta como las más significativas para caracterizar la vivienda familiar en cada zona, en función de su potencial como fuente de VOCs intramuros: la presencia de mohos, el tipo de calefacción y la renovación de interiores.

En primer lugar, cabe destacar que se observó una importante proporción de mohos en las viviendas de las

familias encuestadas, entre el 40% y el 60% de los casos, sin encontrarse diferencias notables entre las zonas.

En cuanto a los diferentes tipos de combustibles utilizados para calefaccionar las viviendas, los de uso más frecuente en la región fueron el gas natural, la electricidad, el querosén y la madera o el carbón. En la Figura 1, puede observarse la distribución porcentual de su uso para cada zona.

Evidentemente el gas natural fue el más usado, siendo elegido por más del 90% de los habitantes de las zonas urbana y residencial, dada su disponibilidad en las mismas. Es interesante observar cómo en la zona industrial y en la semi-rural el uso de querosén fue entre 8 y 10 veces superior al de los otros dos.

La tercera variable analizada fue la renovación de interiores, que incluyó a un número importante de descriptores, entre ellos: pintado de puertas y ventanas, pintado de paredes, renovación de muebles y alfombras, cuya característica consistió en ser fuentes reconocidas de VOCs intramuros (6) (14) (19) (21).

Los datos relevados indican una importante capacidad de renovación de interiores con fecha cercana al nacimiento del hijo, correspondiendo los porcentajes más elevados a las zonas urbana y residencial, sin que se observen diferencias marcadas con las otras zonas. Las actividades más destacadas se encuentran asociadas con el pintado de paredes, puertas y ventanas.

PROBLEMAS DE SALUD Y TENDENCIAS REGIONALES

Las enfermedades predominantes fueron: anginas (36,5%), tendencia a resfrios (27,5%), urticarias (21,5%), bronquitis (20,8%), piel fotosensible (16,5%) y alergias (15,0%).

Se observó una mayor proporción de bronquitis crónica y piel fotosensible en la zona industrial, seguida en ambos casos por la zona semi-rural. Del análisis estadístico expresado como Odds Ratio (OR), para un 95% de nivel de confianza, se destaca una asociación estadística significativa (OR>1) entre zona industrial y

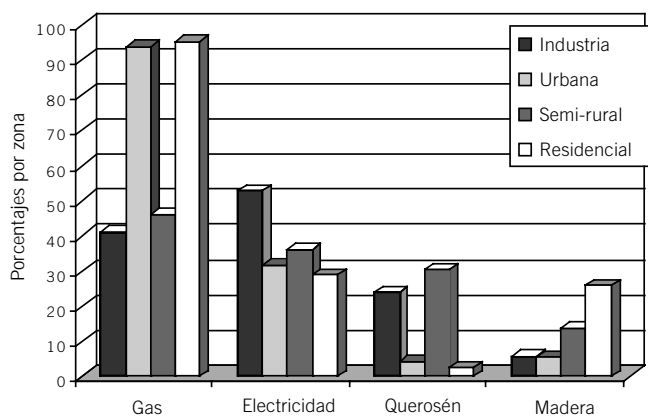


Figura 1. Uso de combustibles para calefacción en las distintas zonas (%)

bronquitis crónica, como así también piel fotosensible (Tabla II). Por otra parte, tanto asma como rinitis alérgica, neumonía y urticaria no muestran variaciones considerables entre las distintas zonas y sus correspondientes OR no denotan correlaciones significativas.

En la zona semi-rural se encontró una mayor proporción de anginas, tendencia a resfríos, todas con correlaciones significativas (OR>1).

Dentro de la misma zona, también se observaron otras dos enfermedades con un porcentaje elevado de niños afectados, fiebre de heno y alergias con valores de OR>1 para ambos casos (Tabla II).

En la Tabla III se presentan las correlaciones entre enfermedades y algunos factores probablemente relacionados con las mismas. Se encontraron correlaciones entre el uso de querosén y bronquitis (OR 2,1) y tendencia a resfríos (OR 2,2). También se observa correlación entre la cercanía a industrias de gran envergadura y bronquitis crónica (OR 4,2). Otra correlación significativa es la encontrada entre congestión de tránsito y bronquiolitis (OR 3,1). También se observa correlación entre presencia de mohos y alergia (OR 1,7).

Tabla II. Correlaciones entre enfermedades y zona de residencia expresadas como Odds Ratio (OR) con sus intervalos de confianza (95%) en la segunda fila. OR>1: correlación estadísticamente significativa (en negrita)

Enfermedad	Industrial	Urbana	Semi-rural	Residencial
Bronquitis crónica	4,4 (1,5-13,0)	0,2 (0,0-1,6)	2,5 (0,8-7,2)	NR
Bronquiolitis	0,9 (0,4-2,4)	1,1 (0,5-2,5)	0,4 (0,1-1,2)	1,7 (0,8-3,6)
Tendencia a resfríos	0,9 (0,5-1,6)	0,7 (0,4-1,1)	3,0 (1,8-4,9)	0,5 (0,3-0,9)
Piel fotosensible	2,5 (1,2-4,9)	0,4 (0,2-1,0)	1,7 (0,9-3,4)	0,4 (0,2-1,0)
Alergia	1,0 (0,5-2,0)	0,5 (0,2-1,0)	2,6 (1,4-4,6)	0,7 (0,4-1,3)
Neumonía	0,9 (0,4-2,2)	1,2 (0,5-2,4)	1,5 (0,7-3,1)	0,6 (0,3-1,4)
Angina	0,5 (0,3-0,8)	0,6 (0,4-1,0)	3,3 (2,0-5,5)	0,9 (0,6-1,4)
Fiebre de Heno	NR	1,1 (0,2-5,9)	8,2 (1,6-43,2)	NR
Picazón de la piel	1,1 (0,5-2,7)	0,9 (0,4-2,1)	1,6 (0,7-3,4)	0,6 (0,2-1,5)
Urticaria	1,0 (0,5-1,8)	1,1 (0,6-1,9)	0,9 (0,5-1,6)	1,1 (0,6-1,9)
Sarna	1,3 (0,3-5,1)	NR	9,4 (2,5-35,7)	NR

Tabla III. Correlaciones entre enfermedades y factores probablemente relacionados con el desarrollo de las mismas expresadas como Odds Ratio (OR) con sus intervalos de confianza (95%) en la segunda fila. OR>1: correlación estadísticamente significativa (en negrita)

Enfermedad	Querosén calefacción	Mohos	Congestión de tráfico	Industria grande
Bronquitis	2,1 (1,1-4,1)	1,3 (0,8-2,1)	0,8 (0,4-1,8)	0,9 (0,5-1,6)
Bronquitis crónica	2,5 (0,8-8,4)	1,0 (0,3-2,8)	0,6 (0,1-4,9)	4,2 (1,4-12,4)
Bronquiolitis	1,4 (0,5-3,9)	0,9 (0,4-1,7)	3,1 (1,3-7,5)	1,3 (0,6-3,1)
Alergia	1,8 (0,9-3,8)	1,7 (1,0-2,9)	0,5 (0,2-1,5)	1,0 (0,5-2,0)
Tendencia a resfríos	2,2 (1,2-4,2)	1,3 (0,9-2,0)	0,7 (0,3-1,4)	NR

NR: no resuelto por el sistema de análisis estadístico

Discusión

El sondeo por cuestionarios permite distinguir algunas correlaciones entre el desarrollo de determinadas patologías y la zona de residencia, como así también con el uso de ciertos combustibles como el querosén.

El uso de querosén como combustible más frecuentemente utilizado en las zonas semi-rural e industrial, ha sido observado también en otras poblaciones de bajos recursos de Chile, Brasil y la India, y ha sido asociado con el incremento de problemas respiratorios (9) (20) (21). Con respecto al uso de madera para calefacción, se debe distinguir entre su uso por falta de combustible optativo en sectores más carenciados con braseros y el caso particular de la zona residencial, en la cual un número importante de las viviendas cuentan con estufas a leña (estufa hogar, salamandras) de uso ocasional. Por otro lado, en todas las zonas se detectó una importante actividad relacionada con la renovación de interiores, fuentes reconocidas de VOCs intramuros.

En cuanto a las enfermedades asociadas con las zonas en estudio, se encontraron, en primer lugar, correlaciones significativas entre la zona industrial y dos tipos de afecciones: bronquitis crónica y piel fotosensible. Esto tiene sentido considerando el elevado nivel de partículas, compuestos orgánicos asociados a las mismas y VOCs hallados en la zona industrial con diferencias significativas con los valores hallados en las zonas control (semi-rural y residencial) como así también con la zona urbana para el caso de los VOCs (13-15). Otras correlaciones significativas encontradas se refieren a mayor predisposición a padecer bronquitis en la población que utiliza querosén como combustible para cocinar y calefacción doméstica y el desarrollo de bronquiolitis en zonas con tránsito vehicular congestionado.

Con respecto al asma, los porcentajes obtenidos para esta variable en la región (entre 1,4 y 3,6%) son bajos comparados con los informados por otros autores, entre 10 y 12% para las ciudades de Mendoza –Argentina– y Leipzig –Alemania– (8) y entre 4,1 y 26,9% como promedio de distintas ciudades de América latina (22). Sin embargo, son comparables con los obtenidos para distintas ciudades de Brasil (3) y la ciudad de Rosario –Argentina– (4). Estas diferencias podrían deberse a un subdiagnóstico de la enfermedad en la zona ya que, por ejemplo en este trabajo, se consultó específicamente por asma diagnosticada por el médico. Una situación similar fue observada en otros centros latinoamericanos, revelando un déficit de información médica básica en las poblaciones encuestadas (22).

Por otro lado, si bien la alergia correlaciona con la presencia de mohos en las viviendas, evidentemente

hay otros factores que condicionan el desarrollo de la enfermedad en la región, ya que todas las zonas indican una presencia de mohos similar y sin embargo sólo en la zona semi-rural se observa una correlación positiva con alergias. Tampoco se encontraron correlaciones entre alergia y factores relacionados con la misma tales como animales domésticos, polen y ácaros, probablemente debido a la falta de diagnóstico adecuado del origen de la enfermedad con el concomitante bajo nivel de respuestas afirmativas en las preguntas específicas del cuestionario.

Una situación particular se evidenció en la zona semi-rural, donde se encontró un mayor número de correlaciones significativas entre varias enfermedades y esa zona de residencia, todas éstas probablemente relacionadas con el nivel socioeconómico de la misma, con mala calefacción, disminución de las defensas del organismo y deficiencias en la prestación de servicios sanitarios básicos, entre otras (9) (20). Dentro de la misma zona también se observaron otras dos enfermedades con un porcentaje elevado de niños afectados, fiebre de heno y alergias. Esta situación probablemente se relacione con lo señalado anteriormente, sumado a la exposición a alérgenos naturales debido a la presencia de amplios espacios verdes.

Es interesante señalar que en estudios realizados en las ciudades de Mendoza y Leipzig, utilizando la misma herramienta metodológica, se encontraron correlaciones entre bronquitis y emisiones atribuidas a calefacción doméstica en Leipzig, y asma y alergia con emisiones atribuidas al tránsito vehicular para ambas ciudades (8). En el presente estudio, con respecto a calefacción doméstica, se observó correlación significativa entre bronquitis y el uso de querosén. Con respecto al tránsito vehicular, sólo se encontraron correlaciones significativas entre el mismo y el desarrollo de bronquiolitis.

Es importante, además, analizar en su conjunto las observaciones anteriores, ya no sólo desde la perspectiva de la presencia de compuestos xenobióticos, sino desde la condición socio-económica, tal como lo es el acceso a servicios sanitarios básicos, el nivel de estudios alcanzado, el grado de hacinamiento y el tabaquismo. Estas situaciones fueron observadas en las zonas industrial y semi-rural, siendo más marcadas y frecuentes en esta última. Todos estos factores han sido señalados en otras publicaciones como factores con asociación significativa con afecciones respiratorias (9) (20). Algunos son de visualización directa, como por ejemplo el acceso a servicios o el grado de hacinamiento; sin embargo, existen claras evidencias de la incidencia del bajo nivel de escolaridad materna como determinante del aumento de problemas respiratorios, además de la presencia de una alta prevalencia de tabaquismo en los sectores de mayor pobreza, particularmente en las

madres (20). Este tipo de análisis pone en evidencia cómo la situación de pobreza y la falta de recursos contribuyen al desarrollo de los problemas de salud de una manera comparable a la que devienen de la exposición a contaminantes ambientales. También dan razones que ayudan a comprender la presencia de los resultados aparentemente anómalos detectados en la zona semi-rural, si se consideran los bajos niveles de contaminación extramuros del sector.

Se puede concluir que esta investigación permitió caracterizar las familias de la región, incorporando información básica sobre los participantes, hábitos, nivel de estudio y ocupación de los padres y su situación socioeconómica. También fue posible encontrar correlaciones entre las características de las zonas y el desarrollo de algunas enfermedades. Estos resultados contribuyen con información de base de gran utilidad para contextualizar futuros estudios epidemiológicos que posibiliten una caracterización más detallada y el enriquecimiento de las asociaciones encontradas en los cuales deberán considerarse, además de la exposición a contaminantes ambientales, otros factores que influyen en el desarrollo de patologías respiratorias y alergias.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) y a la Universidad Nacional de La Plata quienes financiaron parcialmente este estudio. El estudio que se presenta formó parte de un Proyecto de Cooperación Internacional entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina y el Federal Ministry of Education and Research de Alemania. A. Porta y A. Ronco son miembros de la Carrera de Investigador Científico de la CIC y el CONICET, respectivamente.

CORRESPONDENCIA

DRA. LAURA A. MASSOLO
Centro de Investigaciones del Medio Ambiente
Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de La Plata
47 y 115 LA PLATA, Argentina
Tel./Fax: 54-221-4229329
Tel.: 0221 (15) 5890146
E-mail: lmassolo@quimica.unlp.edu.ar

Referencias bibliográficas

1. Kulkarni N, Pierse N, Rushton L, Grigg J. Carbon in airway macrophages and lung function in children. *New Engl J Med* 2006; 355: 21-30.
2. Harare R, Harare H. Children's environment and health in Latin America. *Ann NY Acad Sci* 2006; 1076: 660-77.
3. Ribeiro H, Alves Cardoso MR. Air pollution and children's health in Sao Paulo (1986 – 1998). *Soc Sci Med* 2003; 57: 2013-22.
4. Carignano C, Elosegui M, Abrego S, Spagnolo M, Esandi R, Frapichini O. Prevalencia de asma y síntomas indicadores en tres barrios de la ciudad en el marco de una encuesta de propósitos múltiples. *Arch Alergia Immunol Clin* 2003; 34 (4): 119-28.
5. WHO. Environmental Health Criteria 214: Human Exposure Assessment. Geneva: World Health Organization; 2000.
6. Watson J, Chow J, Fujita E. Review of volatile organic compound source apportionment by chemical mass balance. *Atmos Environ* 2001; 35: 1567-84.
7. Guo H, Lee S, Li W, Cao J. Source characterization of BTEX in indoor microenvironments in Hong Kong. *Atmos Environ* 2003; 37: 73-82.
8. Herbarth O, Fritz G, Behler J, Rehwagen M, Puliafito J, Richter M, *et al.* Epidemiologic risk analysis of environmentally attributed exposure on airway diseases and allergies in children. *Cent Eur J Public Health* 1999; 7:2, 72-6.
9. Cáceres D, Adonis M, Retamal G, Ancic P, Valencia M, Ramos X, *et al.* Contaminación intradomiciliaria en un sector de extrema pobreza de la comuna de La Pintana. *Rev Med Chile* 2001; 129: 33-42.
10. Finkelman J, Corey G, Calderón R, editors. *Epidemiología ambiental: un proyecto para América latina y el Caribe. La importancia de la epidemiología.* México DF: OPS-OMS, USEPA, OIT; 1994. p. 233-48.
11. WHO. Guidelines for concentration and exposure-response measurement of fine and ultra fine particulate matter for use in epidemiological studies. Geneva. World Health Organization; 2002.
12. Massolo L. Exposición a contaminantes atmosféricos y factores de riesgo asociados a la calidad de aire en La Plata y alrededores. La Plata (Buenos Aires): Facultad de Ciencias Exactas; 2004.
13. Massolo L, Rehwagen M, Müller A, Porta A, Ronco A, Herbarth O. Relación entre el contenido de compuestos orgánicos volátiles en aire intramuros y extramuros en zonas semirurales, residenciales, urbanas e industriales. En: J. Herkovitz editor. *Salud Ambiental y Humana, una Visión Holística.* Buenos Aires: SETAC; 2006. p 3-5.
14. Rehwagen M, Müller A, Massolo L, Herbarth O, Ronco A. Polycyclic aromatic hydrocarbons associated to particles in ambient air from urban and industrial areas. *Sci Total Environ* 2005; 348: 199–210.
15. Massolo L, Müller A, Tueros M, Rehwagen M, Franck U, Ronco A, *et al.* Assessment of mutagenicity and toxicity of different-size fractions of air particulates from La Plata, Argentina, and Leipzig, Germany. *Environ Toxicol* 2002; 17: 219-31.
16. ATS, American Thoracic Society. Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma. *Am Rev Respir Dis* 1987; 136: 225-43.
17. Pérez Hoyos S. Introducción a la regresión logística. Alicante: Generalitat Valenciana – OMS; 1995.

18. Herbarth O, Fritz G, Diez U, Rehwagen M, Borte M, Schulz M, *et al.* Effect of volatile organic compounds in-and outdoors on allergies. En: Brebbia C, Ratto C, Power H editors. Air Pollution VI. Germany: Boston Press; 1998. p. 619-28.
19. Jones A. Indoor air quality and health. Atmos Environ 1999; 33: 4535-64.
20. Prietsch S, Fischer G, César J, Lempek B, Barbosa I, Zogbi L, *et al.* Doença respiratória em menores de 5 anos no sul do Brasil: influência do ambiente doméstico. Pan Am J Public Health 2003; 13 (5): 303-10.
21. Pandit G, Srivastava P, Rao A. Monitoring of indoor volatile organic compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons arising from kerosene cooking fuel. Sci Total Environ 2001; 279: 159-65.
22. Mallol J. El asma en niños de América latina. Ann Pediatr 2004; 60 (1): 3-5.

Aceptado para su publicación el 24 de octubre de 2008