



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

1994. Vol 11(1): 133-146.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.11-1.12>

URL: [www.revistas.una.ac.cr/ambientales](http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales)

EMAIL: [revista.ambientales@una.cr](mailto:revista.ambientales@una.cr)

María del Rosario Alfaro

# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



## La calidad del aire interno en América Latina

The internal air quality in Latin America

*María del Rosario Alfaro*



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

**"LA CALIDAD DEL AIRE INTERNO EN AMERICA LATINA"  
(Resumen del Simposio de CIESPAL, Quito, Ecuador<sup>1</sup>)  
(Recepción del artículo-24 Marzo 1994)**

M. del Rosario Alfaro G.<sup>2</sup>

**INTRODUCCION**

Ultimamente, bastante atención se le ha venido dando a los problemas asociados con la mala calidad del aire interno, en especial en países desarrollados de Norte América y Europa, donde el término "el síndrome del edificio enfermo" se ha difundido. Sin embargo, en América Latina este tema es aún desconocido.

En Latinoamérica los problemas de calidad del aire están más asociados a las emisiones industriales, de transporte automotor o energéticas; la ciudad de México, Sao Paulo, Santiago y Caracas son un claro ejemplo de contaminación del aire que altera la calidad de vida de sus habitantes. Esta predominancia de atención al problema de contaminación hacia una línea, obedece en primer lugar al clima temperado de la región y al tipo de edificaciones predominantes.

Sin embargo, como se reportó en la conferencia internacional de Quito (1993), auspiciada por el Centro Internacional de Estudios Superiores de Comunicación para América Latina (CIESPAL), la región no está inmune a los problemas de la calidad del aire interno ni al síndrome del edificio enfermo.

En este artículo primero se describirán las causas y los efectos del síndrome del edificio enfermo y, segundo, en forma resumida se presentarán las opiniones de especialistas y resultados de investigaciones en el área relacionadas con el tema.

**EL SINDROME DEL EDIFICIO ENFERMO:**

La calidad del aire interno en el lugar de trabajo y en el hogar puede sufrir alteraciones adversas por una gama amplia de sustancias y actividades, algunas surgiendo o ocurriendo internamente y otras producto de las emisiones externas. Un edificio es considerado "**enfermo**", o afectado por el "**síndrome del edificio enfermo**", cuando la calidad de su aire se deteriora al punto de que más del veinte por ciento de sus ocupantes experimentan síntomas --incluyendo dolores de cabeza, fatiga e

<sup>1</sup> Del 25 al 26 de octubre de 1993, CIESPAL, una organización dedicada a la capacitación de periodistas de América Latina, auspició el Simposio Internacional sobre "El Edificio Enfermo", en el que especialistas en el tema presentaron avances de sus investigaciones en América Latina.

<sup>2</sup> Profesora e investigadora Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Costa Rica.

irritación de los ojos, la nariz y la garganta-- que desaparecen poco después de que los ocupantes salen del edificio. Los síntomas del síndrome del edificio enfermo se ha convertido en un problema cotidiano para muchos ocupantes de oficinas públicas y privadas en Latinoamérica.

Los problemas que causan el síndrome del edificio enfermo son, en gran parte, la crisis de energía de los años 70 y la proliferación de edificios con aire acondicionado central con ventanas selladas. En esta línea los esfuerzos de conservación de energía han conducido al deterioro del aire interno por la reducción del aire fresco en los edificios.

En muchos edificios, la calidad del aire se compromete aún más por la filtración deficiente. La mala filtración básicamente asegura que cualquier contaminante en el aire externo --por las emisiones de vehículos, fábricas u otras fuentes-- tienen un fácil acceso al interior del edificio sin ningún grado de dilución. Además, la mala filtración puede llevar a una acumulación de sustancias y partículas a nivel de los ductos de los sistemas de aire de un edificio. Combinadas con la humedad, tales acumulaciones pueden servir como base para el cultivo de bacterias y hongos, incluyendo bacterias potencialmente patogénicas o alergénicas, como las especies de actinomices y flavobacterium. Una que frecuentemente se ha encontrado en los ductos de los sistemas de aire acondicionado en mal estado es la **legionella neumófila**, que es la causante de la "enfermedad de los legionarios"<sup>3</sup>.

Investigaciones en edificios públicos y privados, en Estados Unidos, han detectado la presencia de insectos, aves, roedores y serpientes muertos y, alimentos en descomposición en los ductos de aire. Bajo tales circunstancias, los problemas de salud de los ocupantes de los edificios y las quejas referidas al ambiente laboral estaban plenamente justificadas en la deficiencias de los sistemas de ventilación.

Con frecuencias en países de Europa y Estados Unidos, los dueños y gerentes de edificios responden a las quejas de la mala calidad del aire con una medida simple, la de prohibir el fumado en sus edificios, sin embargo esta prohibición casi nunca resuelve el problema de calidad del aire, ya que no es el único factor contaminante del ambiente interno. Hay muchos contaminantes del aire que existen en los espacios cerrados de edificios, viviendas y escuelas, en especial en los países en vías de desarrollo. Algunos son más importantes y potencialmente más tóxicos que otros; entre los más comunes tenemos el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, material particulado, formaldehído, ozono, benceno, cloroformo, pesticidas, radón y muchos más.

Datos científicos representativos de la concentración de contaminantes del aire en edificios y viviendas de los países latinoamericanos no están disponibles, sin embargo se tienen referencias de las constantes quejas sobre la calidad del aire en

---

<sup>3</sup> Enfermedad de los legionarios: Esta enfermedad (virulencia de la vida microbica en lugares cerrados), así llamada después de un brote de neumonía en un grupo de legionarios reunidos en una convención de la Legión Americana en Filadelfia, en 1976. Es una reacción a la bacteria *Legionella Pneumophilus*.

espacios cerrados, limitados básicamente por la falta de ventilación o por la incidencia directa de la emisiones externas en los sitios de trabajo.

Quizás el ejemplo más famoso de un edificio "enfermo" es el edificio de la sede de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos en Washington, D.C. De acuerdo a informes de la prensa, muchos empleados de la EPA se pusieron tan enfermos al ocupar el nuevo edificio, a tal grado que la administración se vió obligada a mudar sus oficinas a un edificio de apartamentos cercano. Una investigación posterior reveló que el problema del edificio fue causado principalmente por sustancias químicas que provenían del nuevo alfombrado.

## **ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AIRE INTERNO EN AMERICA LATINA:**

### **AVANCES EN BRASIL:**

El Dr. Antonio H. Miguel del Instituto de Química, de la Universidad de Sao Paulo, Brasil, presentó los resultados de un novedoso estudio sobre la calidad del aire interno, desarrollado en Sao Paulo, Río de Janeiro y Campinas<sup>4</sup> en el simposio de CIESPAL.

Para este estudio se seleccionaron doce sitios de muestreo, incluyendo edificios con ventilación natural, con aire acondicionado centralizado y con aire acondicionado parcial, y varios tipos de restaurantes. Se tomaron aproximadamente 70 muestras de lugares internos y externos de cada uno de los doce sitios. Los contaminantes que se midieron fueron: monóxido de carbono, nicotina, el humo ambiental del tabaco, compuestos orgánicos volátiles (VOCs), aldehídos, carbono orgánico respirable, carbono elemental respirable y partículas suspendidas respirables.

Los resultados del estudio están resumidos en Tablas 1-4. Como se indica en el Tabla 1, con una excepción --un restaurante con un horno de carbón ubicado en el área combinada para cocinar y servir-- los niveles internos de monóxido de carbono registrados fueron inferiores por lo general a los niveles recomendados en todos los sitios evaluados. En contraste, las concentraciones del monóxido de carbono en el restaurante con horno de carbón, excedieron el límite recomendado por un amplio margen. En los restaurantes (aún los restaurantes que usaban cocinas de leña o de carbón) con las salas de servir separadas de la cocina, los valores del monóxido de carbono registrados fueron ligeramente elevados. Sin embargo, los restaurantes monitoreados tenían niveles de monóxido de carbono más altos que la mayoría de los edificios de oficina. La concentración recomendada para CO (monóxido de carbono) es de 9 ppm, según la OMS (1993).

En los edificios de oficinas, se detectaron niveles más altos de monóxido de carbono, situación que se podía predecir al ser oficinas con mala ventilación, ubicadas

---

<sup>4</sup> Un informe completo de los resultados de este estudio aparecerá en *Environmental Science and Technology*, bajo el título "CHARACTERIZATION OF INDOOR AIR QUALITY IN THE CITIES OF SAO PAULO AND RIO JANEIRO, BRASIL".

Tabla 1. Concentración de monóxido de carbono (CO), Brasil.

PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACION CO (ppm) (adentro)	CO (ppm) (afuera)
RJ-1	3.2	4.6
	2.2	0.9
RJ-2	2.5	4.4
	2.0	0.9
RJ-3	3.0	3.0
	4.9	5.0
RJ-4	4.0	3.9
	1.7	0.8
RJ-5	1.32	39.0
	16.0	2.0
RJ-6	7.9	0.8
	1.0	ND
RJ-7	1.4	1.0
	3.9	2.4
RJ-8	7.4	2.2
	9.1	7.0
RJ-9	6.8	3.0
	3.4	2.1
RJ-10	12.0	3.0
	5.3	2.1
RJ-11	1.1	0.7
	2.9	2.2
RJ-12	3.6	3.0
	3.0	5.9

ND = No determinado.

cerca de caminos muy transitados. En oficinas con buena ventilación, los niveles del monóxido de carbono se mantenían solo ligeramente arriba del promedio, aún en áreas caracterizadas por tráfico denso. También se registraron valores elevados de monóxido de carbono en un edificio de oficinas ubicado en medio de un bosque costanero, un hecho que el Dr. Miguel atribuyó a los incendios de biomasa que se observaron en el vecindario durante el muestreo. Al igual que estudios conducidos en diferentes partes del mundo, se detectó que el humo del cigarrillo en el sitio representaba un aporte menor a los niveles totales de monóxido de carbono.

Los resultados en relación con el formaldehído y el acetaldehído aparecen en Tabla 2. Las fuentes más importantes del formaldehído incluyen la combustión de combustibles, especialmente metanol y etanol, materiales de construcción y mobiliario, adhesivos, barnices y agentes caseros de limpieza. Los materiales de construcción y mobiliario que son fuentes significantes de formaldehído incluyen aislamiento de espuma de urea-formaldehído, madera prensada para interiores, madera de partículas. Todos estos productos se usan extensivamente en el Brasil y pueden ser factores que inciden en los registros de niveles altos de formaldehído, encontrados en muchos de los edificios muestreados.

Tabla 2. Concentración de Formaldehído y Acetaldehído, Brasil.

Punto de muestreo	Formaldehído			Acetaldehído		
	Fuera	Dentro	D/F Relación	Dentro	Fuera	D/F Relación
RJ-1	14.3	4.71	3.0	37.3	9.32	4.0
RJ-2	38.0	27.7	1.4	59.1	53.2	1.1
RJ-3	13.6	5.14	2.6	24.2	11.8	2.0
RJ-4	4.71	4.00	1.2	6.08	11.2	0.5
RJ-5	10.6	23.9	0.4	56.4		0.3
RJ-6	6.14	6.00	1.1	69.1	25.9	2.7
SP-7	10.9	9.71	1.1	13.2	17.5	0.8
SP-8	18.9	10.1	1.9	67.8	24.0	2.8
SP-9	23.6	12.9	1.8	67.2	34.4	2.0
SP-10	28.4	10.6	2.7	28.1	14.3	2.0
SP-11	60.7	8.28	9.6	14.9	12.6	1.2
SP-12	15.3	7.85	2.0	16.9	13.9	1.2
Promedio	20.4	10.7	2.4	38.4	33.8	1.72

El acetaldehído se forma principalmente de la combustión de combustibles, especialmente metanol. En el Brasil, el etanol puro y mezclas de etanol y gasolina son los combustibles comunes y probablemente son una fuente significativa del acetaldehído encontrado en la muestra.

Los valores más bajos para formaldehído y acetaldehído se obtuvieron en sitios con buena ventilación y tránsito ligero. Los valores más altos se encontraron en restaurantes que usaban cocinas de carbón, leña o de alcohol. Niveles más altos de aldehído se encontraron también en oficinas con ventilación restringida ubicadas cerca del tránsito denso. En general, los niveles internos eran más altos que los externos --en algunos casos, sustancialmente más altos-- dando a entender que las fuentes internas como combustibles para cocina pueden ser fuentes significantes de aldehídos en el Brasil y que la mala ventilación permite que la acumulación de los aldehídos de fuentes internas y externas.

Para evaluar la aportación de HAT (Humo Ambiental del Tabaco)<sup>5</sup> también se midió los niveles de nicotina y concentración de partículas respirables en suspensión (RSP). Según la información del Tabla 3, las mediciones de nicotina tomadas por el Dr. Miguel y sus colegas promedian  $0.34\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valores que son bajos y que son consistentes con otros estudios publicados. Según el cuadro 3, el fumado interno aportó menos del 12% del total de RSP en todos los sitios del estudio y, los niveles más altos de RSP detectados se dieron en los restaurantes que usaban carbón o leña y en oficinas ubicadas en áreas de tráfico intenso.

Las mediciones de RSP registradas fueron altas en la mayoría de los sitios del muestreo, excediendo los niveles recomendados frecuentemente. Es importante recordar, no obstante, que estas muestras se tomaron durante los períodos de actividad máxima en cada uno de los sitios. Si el muestreo se hubiera continuado durante 24 horas, seguramente los valores promedio habrían sido mucho más bajos.

Especial interés debe darse a los resultados reportados por el Dr. Miguel y sus colegas, en el Tabla 4, referidos al carbono total respirable (TRC), al carbono orgánico respirable (ROC), y el carbono respirable elemental (REC). Nótese que los valores más altos de TRC, ROC y REC se obtuvieron en restaurantes que usaban carbón o leña. Los valores de REC fueron significativamente altos en el exterior en sitios donde el tráfico automotor era muy denso. Estos resultados sugieren que la contaminación del aire externo puede ser un elemento que aporta significativamente a la concentración total de RSP interno en los sitios muestreados del lugar.

#### **AVANCES EN COSTA RICA:**

La M.Sc. M. del Rosario Alfaro, del Laboratorio de Contaminantes de la Universidad Nacional, Costa Rica informó de los resultados preliminares del Proyecto Piloto de Monitoreo de Aire Interno que fue desarrollado como parte del Programa

---

<sup>5</sup> HAT (HUMO AMBIENTAL DEL TABACO): Es la combinación más peligrosa de compuestos tóxicos para el hombre en lugares cerrados (ADLKOFER, 1988).

Tabla 3. Concentración de Nicotina, R.S.P., UV-RSP, Brasil.

Sitio de Muestreo	Nicotina (pg/m <sup>3</sup> )		RSP (pg/m <sup>3</sup> )		UV-RSP (pg/m <sup>3</sup> )		UV-RSP (100(%))		
	Adentro	Afuera	Adentro	A/F	Adentro	Afuera	A/F	Adentro	Afuera
RJ-1	0.53	BDL	71.9	1.6	46.0	1.41	6.06	12	3.1
RJ-2	0.33	BDL	103	1.2	85.3	BBM	-	-	-
RJ-3	0.09	BDL	37.8	0.8	49.0	1.08	2.28	6.5	2.2
RJ-4	0.35	BDL	53.6	1.0	54.6	3.18	0.84	5.0	5.8
RJ-5	0.44	BDL	408	2.8	145	3.39	3.98	3.3	2.3
RJ-6	0.69	BDL	84.1	1.2	67.5	2.08	2.63	8.5	3.1
RJ-7	0.00	BDL	36.8	1.0	37.0	1.23	1.27	4.3	3.3
RJ-8	0.31	BDL	109	1.0	114	3.61	2.28	7.8	3.2
RJ-9	0.59	BDL	54.2	1.7	32.6	0.89	5.89	9.7	2.7
RJ-10	0.53	BDL	104	1.5	68.5	3.89	1.19	4.5	5.7
RJ-11	0.00	BDL	33.4	0.5	70.0	0.83	2.03	5.2	1.2
RJ-12	0.19	BDL	45.5	1.4	33.5	0.25	7.77	4.2	0.7
Promedio	0.34		95.1	1.31	66.9	1.99	3.29	8.25	3.03

BDL = Bajo el límite de detección.

Tabla 4. Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de total de partículas de carbón respirables (RTC), carbón orgánico respirable (ROC), y carbono elemental respirable (REC) y porcentajes (%) de RTC, ROC y REC, representados en términos de RSP.

MUESTRA	RTC	ROC	REC	RTC/RSP	ROC/RSP	REC/RSP
SITIO	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	%	%	%
RJ-1 Adentro	21.3	11.9	9.38	46.3	25.9	20.4
RJ-1 Afuera	34.6	27.1	7.46	48.1	37.7	10.4
RJ-2 Adentro	24.5	12.5	12.0	28.7	14.7	14.1
RJ-2 Afuera	47.6	34.7	12.9	46.2	33.6	12.5
RJ-3 Adentro	14.6	10.0	4.57	29.7	20.4	9.32
RJ-3 Afuera	24.9	20.3	4.59	65.9	53.7	12.1
RJ-4 Adentro	11.5	8.90	2.55	21.0	16.4	4.67
RJ-4 Afuera	30.3	23.9	6.38	56.6	44.6	11.9
RJ-5 Adentro	46.1	21.8	24.3	31.8	15.0	16.8
RJ-5 Afuera	129	77.7	51.8	31.7	19.1	12.7
RJ-6 Adentro	19.0	15.5	3.52	28.1	26.4	1.72
RJ-6 Afuera	52.2	45.3	6.88	62.0	61.5	0.51
RJ-7 Adentro	16.9	12.0	4.88	45.6	32.5	13.2
SP-7 Afuera	27.4	23.1	4.29	74.9	63.2	11.7
SP-8 Adentro	37.6	20.3	17.3	33.0	17.8	15.2
SP-8 Afuera	54.4	36.0	18.5	50.0	33.1	17.0
SP-9 Adentro	19.2	9.80	9.47	59.0	30.0	29.1
SP-9 Afuera	34.9	24.1	10.7	142	98.4	43.9
MUESTRA	RTC	ROC	REC	RTC/RSP	ROC/RSP	REC/RSP
SP-10 Adentro	33.2	15.5	17.7	48.5	22.6	25.9
SP-10 Afuera	31.6	20.9	10.7	30.4	20.1	10.3
SP-11 Adentro	12.3	7.00	5.31	17.6	10.0	7.59
SP-11 Afuera	25.3	21.2	4.12	76.7	64.3	12.5
SP-12 Adentro	12.6	8.60	3.99	37.5	25.5	11.9
SP-12 Afuera	34.9	29.5	5.47	76.8	64.7	12.0
Promedio	33.2	22.4	10.8	49.5	35.5	14.1

Centroamericano del Monitoreo de la Calidad del Aire Interno. El estudio piloto midió los componentes del aire interno en oficinas, restaurantes y hospitales en Costa Rica. Un informe completo del estudio piloto aparece en la Sección Científica, de esta revista bajo el título "Contaminación del aire en oficinas, hospitales y restaurantes de Costa Rica".

Este estudio reveló una serie de problemas de la calidad del aire interno en Costa Rica y confirmó que la contaminación del aire externo es un factor determinante que altera la calidad del aire interno. Esto no es una gran sorpresa, ya que la gran mayoría de los edificios en Costa Rica, en especial en la zona metropolitana, que incluye San José, Heredia y Alajuela principalmente, utilizan ventilación natural y no mecánica. Es necesario indicar que estudios colaterales a este indican que la calidad del aire exterior registra en ciertos puntos cercanos a los edificios muestreados, valores críticos, donde las concentraciones de TPS, monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono, superan los límites permisibles. A raíz de esta evidencia, se están haciendo esfuerzos concertados para reducir la contaminación del aire externo en las zonas urbanas, que de lograrse incidirá también en la calidad del aire interno de los edificios, restaurantes y viviendas.

Otro factor contaminante, que contribuye a la contaminación del aire interno, en especial en los edificios públicos, es la práctica de freír y calentar alimentos, en especial en edificios públicos, cuando se combina con la mala ventilación, afecta de manera significativa a la calidad del aire interno. Este mismo estudio no encontró que el fumar cigarrillos, a los niveles detectados en el estudio piloto, tuviera un impacto significativo. Los niveles de nicotina en el aire, así como los niveles de UV-RSP fueron detectados en concentraciones muy bajas.

Las fases subsiguientes del Proyecto Centroamericano del Monitoreo de la Calidad del Aire Interno, se enfocarán en edificios adicionales en Costa Rica, así como un muestreo más pequeño de edificios, restaurantes y hospitales en Guatemala, Panamá, El Salvador, Nicaragua y Honduras.

### **ESTUDIO PILOTO EN QUITO:**

El Ing. Juan Carlos Bermúdez de Healthy Building International, Madrid, España y el Dr. Jean Raad Anton de Quito, Ecuador, informaron sobre los resultados del monitoreo de la calidad del aire interno de tres edificios comerciales (un banco, un hotel y un hospital) que se desarrolló en Quito, Ecuador, durante el verano del año 1993. Después de una inspección ocular del sistema del tratamiento del aire de cada edificio, se tomaron mediciones de niveles de RSP, monóxido de carbono, nicotina, formaldehído y varios gases. Además, se tomaron muestras de microbios de cada edificio. Por último, para evaluar los niveles del humo del tabaco ambiental en cada edificio, se tomaron mediciones de nicotina transportada en el aire, junto con mediciones complementarias de partículas respirables suspendidas, el monóxido de carbono y el dióxido de carbón.

Los resultados de este estudio, reflejados en el Tabla 5, indicaron que cada edificio estaba bastante bien ventilado y que la mayoría de los componentes del aire interno estaban a niveles bajos o imperceptibles. Los componentes de HAT que se midieron fueron bajos en los tres edificios muestreados, no obstante si el fumar era permitido o no.

Sin embargo, los investigadores notaron que muchas de las unidades de aire acondicionado necesitaban limpieza y mejoramiento del drenaje, para evitar así el crecimiento de bacterias y hongos dentro de los ductos. Además, los investigadores informaron que uno de los edificios estaba halando gases de escape de un garaje de estacionamiento subterráneo y que las tomas del aire externo estaban ubicadas en algunos casos a nivel de calle, con lo que se aumentaba al máximo la posibilidad de halar contaminación de los vehículos motorizados.

### **ESTUDIO PILOTO EN CARACAS, VENEZUELA:**

Los resultados del estudio de Venezuela fueron presentados por la Lic. Elba Contreras de AmbioConsult, de Caracas. Este estudio se realizó en ambientes internos durante el verano de 1993. Este estudio fue similar al desarrollo en Quito (Bermúdez y Raad, 1993).

Tal como en el estudio conducido en Quito, se encontró que las tasas de ventilación en los edificios de Caracas eran adecuados y, los niveles de HAT resultaron ser muy bajos. Según el Tabla 6, los niveles de monóxido de carbono en dos de los edificios muestreados resultaron ser muy elevados (acercándose o excediendo 8 ppm), mientras que para el tercer edificio los niveles promedio detectados fueron de 2 a 4 ppm. Los investigadores consideran que los niveles de monóxido de carbono bajo observados en los primeros edificios se podrían atribuir al hecho de que las tomas del aire externo para el sistema de aire acondicionado de los edificios estaban ubicados directamente encima del garaje de estacionamiento. En uno de los edificios se detectó altos niveles de microbios, lo que indicaba que el sistema de tratamiento del aire no era mantenido adecuadamente.

### **RELACION ENTRE EL AIRE INTERNO Y EXTERNO EN SANTIAGO DE CHILE:**

El Dr. Lionel Gil, de la Escuela de Medicina de la Universidad de Chile sugirió que la contaminación del aire externo e interno se encuentra entre los más importantes problemas de salud pública que enfrentan muchos países en la América Latina. Señalo que, mientras pocos estudios epidemiológicos se han conducido para calificar el riesgo, una cantidad importante de los casos de enfermedades respiratorias reportadas en la región --incluyendo el asma, bronquitis, enfisema y aún el cáncer pulmonar-- bien se podría atribuir a dicha contaminación. El Dr. Gil indicó que los niveles de contaminantes del aire externo en Santiago de Chile y la Ciudad de México, son mucho más altos que aquellos que se encuentran en las ciudades más contaminadas de los Estados Unidos. Según, el Dr. Gil, estudios conducidos en países desarrollados por lo general indican que los niveles de contaminantes

Tabla 5. Resultados del estudio piloto en Quito, Ecuador.

Edificio	Dióxido de carbono(ppm)		Monóxido de carbono(ppm)		Partículas respirables en suspensión( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Nicotina ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Formaldehído (ppm)		Microbios en el aire ( $\text{cfu}/\text{m}^3$ )	
	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
1	426	400-550	4.1	3.8	25	10-80	0.97	100-1.8	0.014	0.014	1031	635 >1250
												Hongos sp. Cladosporium sp. Alternaria sp. Oospora sp. Penicillium sp.
2	456	350-700	2.9	2.4	63	40-85	<1.00	100	0.036	0.035	1193	685 >1250
												Cladosporium sp. Cladosporium sp. Penicillium sp.
3	688	400-1050	4.5	4.6	77	30-95	1.17	100-3.9	0.128	0.032	1250	>1250
												Alternaria sp. Cladosporium sp. Penicillium sp. Aspergillus sp.

No patógeno o inusual bacteria fue encontrada en el sitio. La bacteria predominante fue *Micrococcus*, *Diphtheroid*, y *Bacillus*.

$\text{cfu}/\text{m}^3$  = Colonias formadas por unidad/metro cúbico de aire.

ppm = partes por millón

$\mu\text{g}/\text{m}^3$  = Microgramas por metro cúbico.

Tabla 6. Contaminantes detectados en tres edificios, Venezuela.

Monóxido de carbono (PPM)	Edificio 1	Edificio 2	Edificio 3
Muestreo	9 (am) 9 (pm)	10 (am)10 (pm)	10 (am) 10 (pm)
Media	4.6	2.3	5.5
Rango	2 - 15	2 - 4	3 - 8
Valores del Aire Externo	4	1.5	2.5

encontrados son más altos que los encontrados en el exterior. Sugirió, que si esto fuera cierto para América Latina, habría motivo entonces de preocupación, dados los problemas graves de contaminación del aire externo de la región.

El Dr. Gil considera que la contaminación del aire interno en América Latina es más aguda en las casas pobres, donde las tasas de ventilación son bajas y los ocupantes típicamente queman leña, querosén y carbón, que son los más propensos a emitir reactivos químicos peligrosos para la salud humana. Resaltó en su presentación la necesidad de desarrollar investigaciones adicionales sobre la contaminación del aire interno en la región.

#### **RELACION CON LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES:**

El tema fue presentado por el Dr. Carlos B. Alvarez del Instituto de Clínicas Cardiovasculares de Buenos Aires, Argentina; hizo una presentación orientada a la exposición al HAT y la enfermedad cardiovascular. El Dr. Alvarez señaló que la mayoría de los estudios epidemiológicos de HAT y la enfermedad cardiovascular que se han reportado en la literatura científica no son estadísticamente significantes y que aquellos que sí son significantes informan asociaciones muy débiles que se pueden explicar fácilmente por factores que confundan y que no se tomaron en cuenta en los estudios individuales.

Entre muchos otros, el Dr. Alvarez identificó como importante, la historia familiar de enfermedad cardiovascular, la hipertensión, la menopausia, la dieta, la falta de ejercicio, la diabetes y el consumo de alcohol como factores significantes que pueden confundir y que se han ignorado en muchos o en todos los estudios epidemiológicos de HAT y la enfermedad cardiovascular. El Dr. Alvarez, también sugirió que el marcador que la mayoría de los estudios epidemiológicos han utilizado para determinar la exposición al HAT --fumar del cónyuge-- es un indicador no

confiable de la cantidad de HAT a la que una persona haya sido expuesta. Señaló que sus puntos de vista sobre HAT y la enfermedad cardiovascular están más ampliamente dilucidadas en su reciente artículo escrito con el Dr. Bruno Burger del Trinity Medical Education Center de Caracas, Venezuela, que ha sido publicado por la Gaceta Médica de Caracas. El Dr. Alvarez, concluyó su presentación con un llamado a definir prioridades razonables para la salud en América Latina, señalando que "aún en el peor de los casos, los problemas presentados en la América Latina por la exposición al HAT se palidecen al compararse con aquellos causados por la contaminación del aire externo, la desnutrición, el cólera, la diarrea, el analfabetismo, la mala vivienda y la marginalización".

### **Inferencias del Simposio de CIESPAL para la América Latina:**

Los resultados de los diferentes estudios del monitoreo de la calidad del aire interno informados en el Simposio de CIESPAL sugieren, a grandes rasgos, que las estrategias que se han puesto en Norte América y Europa para solucionar los problemas de la calidad del aire interno no son idóneas para la América Latina ya que su clima, tipos de construcción, modos de vida, nivel de desarrollo y el entorno no son semejantes.

Dado el clima generalmente templado de la América Latina, la mayoría de las edificaciones depende de ventilación natural, con la política de puertas y ventanas abiertas, en vez de aire acondicionado. Cuando se usa la ventilación natural, el aire externo se trae a los edificios sin filtración ni tratamiento para eliminar los contaminantes. Como bien observó el Dr. Gil anteriormente, la contaminación del aire externo es un problema serio en la mayoría de las ciudades de América Latina y está siendo un problema crítico en orden creciente en muchos sitios. Como consecuencia directa de lo planteado, el solucionar la contaminación del aire externo es la medida más pronta y necesaria que deben ejecutar los diferentes gobiernos. También fue muy claro durante el simposio que los esfuerzos concertados en Latinoamérica para mejorar la calidad del aire externo tendrán efectos beneficiosos al ambiente interno también.

Asimismo se resaltó en la reunión que las fuentes de contaminación interna que necesitan controlarse son diferentes de las que se han atacado en Norte América y Europa. Para tomar un solo ejemplo, el fumar o el HAT no se encontró como un elemento que incidía directamente en las altas concentraciones de los contaminantes del aire, en los sitios muestreados. Por otro lado las prácticas de calefacción y cocinar fueron encontradas como aportadores importantes a la contaminación del aire interno, lo que sugiere la necesidad de poner atención cuidadosa a la ubicación y provisión de salidas de aire. Además se observó una clara necesidad de mejorar la higiene en los edificios (ejemplo, limpiar y desinfectar los ductos del aire en los edificios que tienen ventilación mecánica), así como promover una campaña para educar a los dueños y administradores de los edificios en el tema de la contaminación del aire interno, su relación con la eficiencia y salud de los ocupantes y medidas alternativas de corrección para los problemas señalados brevemente en este artículo.

## REFERENCIAS

- Alvarez, C. B. 1993. Los problemas del medio ambiente interior y las enfermedades cardiovasculares en Latino América. Conferencia dictada en CIESPAL, Quito, Ecuador el 25 octubre de 1993.
- Adlkofer, F. 1988. Efectos Biológicos de la exposición al humo del tabaco en el Ambiente. En: Calidad del Aire en lugares cerrados. San Carlos Bariloche, Argentina. Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires, Argentina.
- Bermúdez, J.C.; S. Turner. 1993. Indoor Air Quality in Latin America: US/European solutions may not be the answer. Ponencia al Simposio Internacional sobre "El Edificio Enfermo", auspiciado por CIESPAL, del 25 al 26 de octubre, en Quito, Ecuador.
- Contreras E.; Alarcón, A. 1993. Study of Indoor Air Quality in three office building in the city of Caracas, Venezuela. Conferencia presentada en el Seminario Internacional del Edificio Enfermo, auspiciado por CIESPAL, en Quito, Ecuador del 25 al 26 de octubre de 1993.
- Gil, L. 1993. Contaminación del aire en la salud humana. Ponencia al Simposio Internacional sobre el "Edificio Enfermo" auspiciado por CIESPAL, del 25 al 26 de octubre en Quito, Ecuador.
- Miguel, A. H.; de Aquino Neto, F.; Cardoso, J.; de Vasconcellos, P.; Pereira, A.; y Marquez, K s.G. 1994. Characterization of indoor air quality in the cities of Sao Paulo and Río de Janeiro, Brazil. Presentado para su publicación en *Environ. Sci & Technol.*