

# AIRE PURO ES SALUD

Quemas en el Delta del Paraná y su impacto en la salud de las comunidades



Comisión de Salud  
Socioambiental  
DEL COLEGIO DE MÉDICOS  
DE LA PROV. DE SANTA FE, 2ª CIRC.



  
**SPR**  
SOCIEDAD DE PEDIATRÍA  
DE ROSARIO



**COLEGIO  
DE MÉDICOS**  
Provincia de Santa Fe | 2ª Circunscripción

Aire puro es salud : quemas en el Delta del Paraná y su impacto en la salud de las comunidades / Facundo Fernández ... [et al.]. - 1a ed. - Rosario : Facundo Fernández, 2023.

64 p. ; 21 x 15 cm.

ISBN 978-631-00-1827-0

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-631-00-1955-0

1. Salud. 2. Contaminación del Aire. 3. Incendios. I. Fernández, Facundo.  
CDD 363.729

Rosario, Santa Fe, Argentina  
Noviembre, 2023

Autores

Dr. Facundo Fernández

Dra. María Carolina Viteri

Dra. Lara Vozzi

Dra. Carolina Bozikovich

Dr. Alejandro Vallini

Dra. María Florencia Martino

Dr. Leonel Boschetti

Diseño, maquetación y fotografía

Colegio de Médicos

de la Provincia de Santa Fe

Segunda Circunscripción

COMISIÓN DE SALUD  
SOCIOAMBIENTAL  
del Colegio de Médicos  
de la Prov. de Santa Fe, 2ª Cirs.



**COLEGIO  
DE MEDICOS**  
Provincia de Santa Fe | 2ª Circunscripción



# Índice

<b>Prólogo</b>	<b>5</b>
<b>Introducción</b>	<b>9</b>
Contaminación atmosférica como problema de salud global	11
Directrices de la Organización Mundial de la Salud sobre Calidad del Aire	13
Superficie quemada y calidad del aire en la región	15
Fundamentación y marco legal	21
Percepción de médicos y médicas sobre el impacto en la salud de las quemadas en el Delta del Paraná	22
<b>Efectos de la contaminación ambiental por humo en la salud de las infancias y adolescencias</b>	<b>25</b>
Reflexiones finales	29
<b>Humo y salud respiratoria</b>	<b>33</b>
Consideraciones a futuro	38
<b>Contaminación ambiental y su impacto en la salud cardiovascular</b>	<b>41</b>
Polución aérea	43
Metales pesados	44
Reflexiones y propuestas	49
<b>Reflexiones finales</b>	<b>53</b>



# Prólogo



Transitando los comienzos del siglo XXI, el impacto del daño ambiental en la salud humana se hace cada vez más evidente. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que en el año 2012 más de 12,6 millones de personas murieron en el mundo por “vivir o trabajar en ambientes poco saludables” (OMS, 2016).

Un ejemplo claro es en Rosario y la región con la quema de pastizales y la generación de humo que afecta a toda la población de la zona, sin considerar la alteración propiciada al ecosistema del lugar.

Resulta imprescindible entender que concientizar, sensibilizar y capacitar a los profesionales de la salud se constituye en uno de los desafíos que debemos asumir desde los espacios formativos, a los fines de acompañar el trabajo de nuestros colegas con herramientas científicas sólidas para interpretar los procesos de salud-enfermedad-atención-cuidado en los nuevos contextos de complejidad ambiental en que vivimos y que van profundizando su trama día a día.

En este sentido, el Colegio de Médicos de la Provincia de Santa Fe, 2ª Circunscripción, comprendiendo la dimensión de la problemática, ha tomado la decisión de crear la Comisión de Salud Socioambiental con la idea de incorporar el tema en la agenda institucional.

Es necesario ampliar el campo de acción y avanzar en la relación con los profesionales en ejercicio, quienes necesitarán herramientas frente a este nuevo paradigma para poder analizar y abordar la atención de la comunidad en la que trabajan y/o habitan.

La salud humana, intrínsecamente ligada a la salud de los ecosistemas, puede mejorar significativamente a partir de cuidar los espacios en los que vivimos.

Aún queda mucho por aprender y por hacer.

**Dra. Ángela Prigione**  
Presidenta del Colegio de Médicos  
de la Provincia de Santa Fe, 2ª Circunscripción





# Introducción

Dr. Facundo Fernández

Dr. Alejandro Vallini

Dra. María Florencia Martino

Dr. Leonel Boschetti

Comisión de Salud Socioambiental  
del Colegio de Médicos

de la Provincia de Santa Fe, 2ª Circunscripción

La actividad humana sobre el planeta y el consecuente cambio climático han generado un marcado incremento de las problemáticas ambientales, con importantes repercusiones debido a sus impactos ecosistémicos y sobre la salud humana. En este contexto, se ha evidenciado un número creciente de incendios forestales y de ecosistemas naturales en los últimos años. Países como Brasil, Estados Unidos, Canadá, Grecia y Australia, han visto quemarse millones de hectáreas, siendo noticia a nivel global por las impactantes imágenes de la destrucción de ecosistemas naturales y las nubes de humo y calor que han cubierto las ciudades más conocidas del mundo (Wertheimer y Fernández Bouzo, 2023).

Del mismo modo, Argentina padece un incremento de los incendios forestales en gran parte de su territorio. Se estima que en 2020 se incendiaron más de un millón de hectáreas en todo el país y que, en el período 2020-2022 esa cifra superó los dos millones de hectáreas arrasadas por el fuego (SNMF, 2023; Wertheimer y Fernández Bouzo, 2023).

Las provincias más afectadas por los incendios fueron Entre Ríos, Córdoba, Corrientes, Salta y San Luis, pero las provincias linderas también sufrieron las consecuencias, como ocurrió en Santa Fe y Buenos Aires. En este sentido, las modificaciones de los procesos de salud-enfermedad-atención y cuidado no son ajenos a los cambios históricos y cultu-

rales que suceden en los territorios que habitamos. Por esto, el territorio es el ámbito de expresión y dimensión de la configuración de la salud, de la enfermedad y de la distribución de ambos en colectivos humanos (Borde, 2017).

En Rosario, hemos vivenciado, desde el año 2020, las consecuencias de los incendios en la región de humedales del Delta del Paraná. Esto ha movilizado la opinión pública, en conjunto con organizaciones sociales y de profesionales que han puesto en relevancia las múltiples causas de estos incendios y sus consecuencias.

Ante este contexto, la Comisión de Salud Socioambiental del Colegio de Médicos de la Provincia de Santa Fe, 2ª Circunscripción, junto a la Sociedad de Pediatría de Rosario, la Sociedad de Cardiología de Rosario y la Asociación de Neumonología de Rosario, ha iniciado a un proceso de trabajo que permite poner en relevancia los impactos de esta problemática en la salud.

Esto surge a partir de considerar que los profesionales y, principalmente, las instituciones y asociaciones que los nuclean, deben ser actores activos en la identificación de problemáticas que afecten la salud de las comunidades para poder elaborar un diagnóstico de situación y pensar las estrategias terapéuticas individuales y colectivas a partir del vínculo con la sociedad y los espacios de toma de decisión.

# Contaminación atmosférica como problema de salud global

La morbilidad asociada a la exposición a la contaminación atmosférica o del aire representa una gran carga para la salud humana a nivel global. De este modo, la exposición a la contaminación del aire causa millones de muertes cada año y la pérdida de un gran número de años de vida saludables en las personas expuestas (WHO, 2006a; 2021b).

Se estima que, en la actualidad, la morbilidad por exposición a polución ambiental es similar a la generada por otros factores de riesgo ampliamente reconocidos en el campo de la salud pública, como fumar o la ingesta de una dieta insalubre. Además, la contaminación atmosférica aumenta especialmente la morbimortalidad por Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT), tanto cardiovasculares como respiratorias, principales causas de muerte a nivel global. Sumado a esto, cada año aumenta la evidencia de impactos en otros órganos y sistemas, como enfermedades infecciosas del tracto respiratorio inferior en niños y los nacimientos pretérmino. Actualmente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce la contaminación atmosférica como el desafío ambiental más importante para la salud humana a nivel mundial, representando un gran gasto económico para los individuos y los Estados (WHO, 2006a; 2021b).

También se debe destacar que, mientras la calidad del aire ha mejorado marcadamente en los países de ingresos altos desde la década del '90, en líneas generales se ha presentado un deterioro de la misma en países de ingresos medios y bajos debido al crecimiento urbano y el desarrollo económico. Sumado a esto, la OMS plantea que el monitoreo de la calidad del aire en estos países es comúnmente deficiente, lo que impide en la mayoría de los casos analizar la exposición poblacional a la contaminación atmosférica y las tendencias en el desarrollo de enfermedades vinculadas desde el campo de la Epidemiología (WHO, 2006a; 2021b).



# Directrices de la Organización Mundial de la Salud sobre Calidad del Aire

Desde el año 1987, la OMS viene desarrollando las Directrices sobre Calidad del Aire (AQG - Air Quality Guidelines) como marco de referencia para la evaluación, seguimiento y reducción de los principales contaminantes ambientales. Los mismos incluyen material particulado ( $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ )<sup>1</sup>, ozono ( $O_3$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y monóxido de carbono (CO) (WHO, 2006a; 2021b).

En la figura 1, se expresan las recomendaciones de corto y largo plazo, y los objetivos intermedios de las directrices de calidad del aire para reducir el impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud a nivel global. La misma expresa el promedio diario y anual deseado de PM y gases presentes en el ambiente. Según estas directrices, la morbimortalidad relacionada a la contaminación atmosférica podría reducirse hasta un 64 % en América si se llega a los objetivos planteados (WHO, 2021).

De igual manera, conviene destacar que el desarrollo de recomendaciones para la exposición de niveles aceptables de contaminación ambiental no incluye estudios donde se evalúe la exposición combinada en simultáneo a distintos contaminantes ambientales, lo cual representa una limitación. Es decir que, los efectos de la exposición a combinaciones diversas de contaminantes en el aire podrían implicar mayores riesgos para la salud que los conocidos hasta el momento, según aclara la propia OMS (WHO, 2021).

1 PM: 2.5 y 10 representan el diámetro de estas partículas en  $\mu m$ . Las más finas no son filtradas ni retenidas por las vías aéreas superiores, por lo que alcanzan el árbol traqueobronquial, alvéolos pulmonares y el tubo digestivo, por el clearance de las vías respiratorias hacia el mismo.

Resumen de niveles recomendados a largo y corto plazo de la AQG y objetivos provisionales.

Contaminante	Tiempo promedio	Objetivo provisional				Nivel de AQG
		1	2	3	4	
PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>	Anual	35	25	15	10	5
	24 horas <sup>a</sup>	75	50	37.5	25	15
PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	Anual	70	50	30	20	15
	24 horas <sup>a</sup>	150	100	75	50	45
O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	Temporada alta <sup>b</sup>	100	70	-	-	60
	8 horas <sup>a</sup>	160	120	-	-	100
NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	Anual	40	30	20	-	10
	24 horas <sup>a</sup>	120	50	-	-	25
SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	24 horas <sup>a</sup>	125	50	-	-	40
CO µg/m <sup>3</sup>	24 horas <sup>a</sup>	7	-	-	-	4

<sup>a</sup> Percentilo 99 (i.e. 3-4 días de excedencia por año).

<sup>b</sup> Promedio de la concentración media máxima diaria de O<sub>3</sub> durante 8 horas en el sexto mes consecutivo con la concentración de O<sub>3</sub> promedio acumulada de seis meses más alta.

Figura 1: Recomendaciones de corto y largo plazo y objetivos intermedios, en relación a las Directrices de Calidad del Aire de la OMS.

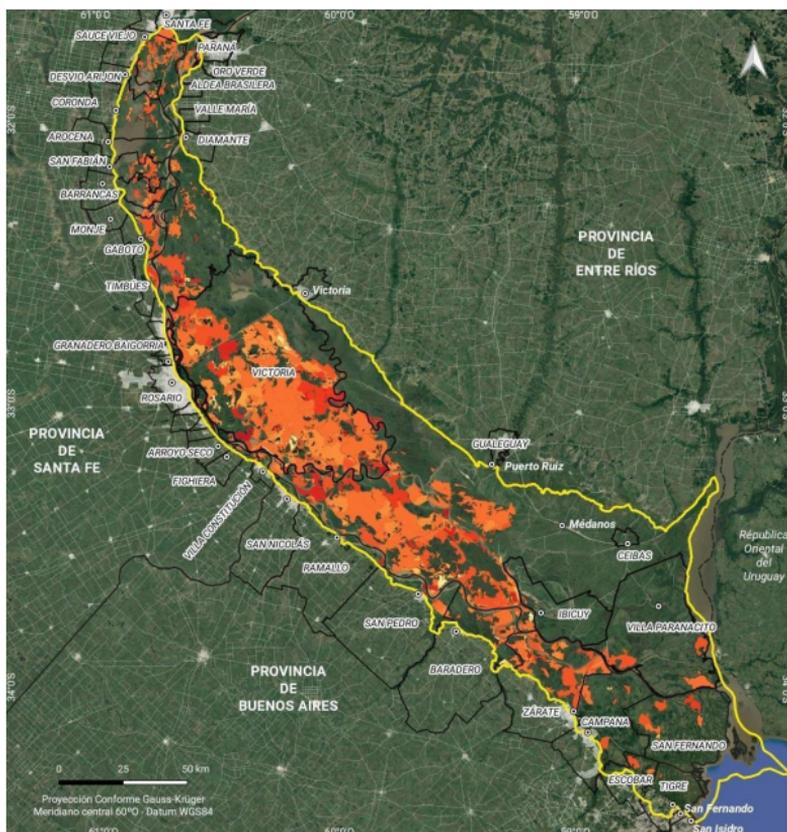
En relación a la contaminación atmosférica y la presencia de PM y gases nocivos para la salud en el aire, una de las principales problemáticas de la última década a nivel global han sido los incendios forestales. Los mismos liberan PM y gases al ambiente producidos por el proceso de combustión de materia orgánica. Entre estas partículas en suspensión se identificó hollín (carbono sin quemar), cenizas (minerales que no se quemar) y otros productos de combustión incompleta. Diversas publicaciones destacan, entre la composición del humo proveniente de incendios forestales, la presencia de: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos aromáticos policíclicos, dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> (Verzeñassi et al., 2020).

# Superficie quemada y calidad del aire en la región

Durante los años 2020-2022, en concomitancia con la pandemia por SARS-CoV2, en la ciudad de Rosario y localidades situadas sobre el Río Paraná, el humo provocado por los incendios sistemáticos en los humedales del Delta del Paraná se tornó un problema cotidiano para sus habitantes al cubrir por completo las ciudades.

Se estima que tan solo en el año 2020, se quemaron en la región del Delta del Paraná una superficie de 487.000 hectáreas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2021). En consonancia con esto, en el período 2020-2022 esa superficie superó el millón de hectáreas quemadas (Gúlman, 2022).

Para comprender los niveles de exposición al humo en la región, se debe conocer que la mayor parte de los incendios registrados en el año 2020-2021 tuvieron lugar en las islas situadas frente al sur de la Provincia de Santa Fe y norte de Buenos Aires (figura 2). De esta manera, un gran número de focos de incendio se produjeron en la cercanía de la ciudad de Rosario, lo cual, en conjunto con la dirección de los vientos, provocó en numerosas ocasiones que la ciudad quedara cubierta por el humo.



#### Fuentes

Cartografía Temática:  
 - Áreas quemadas: Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF, 2020)  
 - Límite Jurisdicción Local: Municipios (ER, SF); Partidos (BA).

Cartografía Base:  
 - Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2018)  
 Imagen Satelital: Google Satellite

Edición Abril 2021  
 Dirección Nacional de Planificación y Ordenamiento Ambiental del Territorio (DNPoAT)



Figura 2: Áreas quemadas PIECAS. Año 2020.

En relación a esto, dos equipos que integran la Plataforma de Estudios Ambientales y Sostenibilidad (PEAS) de la Universidad Nacional de Rosario, pudieron realizar mediciones de calidad del aire en la ciudad durante el período 2020-2022, principalmente de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ .

Para dimensionar el posible impacto del humo en la región, durante los días 14 y 15 de julio de 2020 se constató que los niveles medidos de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  llegaron a sextuplicar los valores recomendados por la OMS. Además, el estudio menciona que las partículas respirables podían desplazarse hasta 60 kilómetros de distancia debido a la presencia de vientos, lo que implica la afectación de poblaciones distantes a estos incendios (Gabellini et al., 2020).

En 2022 se realizaron nuevas mediciones durante los períodos de quemas. Estos estudios demostraron la presencia de contaminación atmosférica en la ciudad de Rosario a partir de focos de incendio que se encontraban frente a la misma, pero también cercanos a ciudades como Arroyo Seco, Villa Constitución y San Nicolás. Los análisis de PM realizados durante los meses de julio, agosto y septiembre arrojaron que, en la mayoría de las mediciones realizadas, el nivel de PM presente en el aire superaba en promedio lo recomendado por la OMS (Ipiña y col., 2022a; 2022b).

En la figura 3 se muestra, a modo de ejemplo, las mediciones realizadas durante el 22 de julio de 2022, donde se observa que el promedio diario fue de 43.4 y 76.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ , respectivamente. Es decir, tres veces más alto que el límite recomendado por la OMS para  $PM_{2.5}$  y casi el doble para  $PM_{10}$ . De igual manera, se debe destacar que en algunos momentos del día esos valores superaron entre 6 y 10 veces lo recomendado para  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ , respectivamente (Ipiña y López-Padilla, 2022).

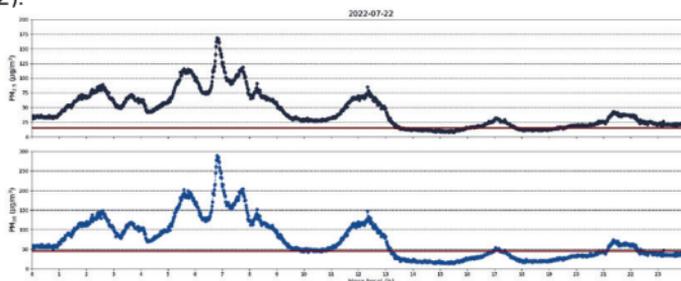


Figura 3: Mediciones de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  realizadas el 22 de julio de 2022 en el centro de Rosario.

Finalmente, en mediciones realizadas durante el mes de agosto, la concentración promedio de 24 horas de  $PM_{2.5}$  excedió poco más del doble (35.4  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ ) el límite definido por la OMS. Pero durante este mes, se llegaron a determinar concentraciones de  $PM_{2.5}$  que alcanzaron los 287  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$  (figura 4) (Ipiña y López-Padilla, 2022).

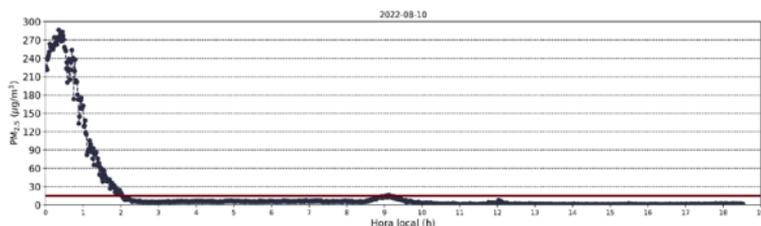


Figura 4: Concentración de  $PM_{2.5}$  medida el 10 de agosto de 2022 en el centro de Rosario.

Aún con los registros limitados que se cuenta, se puede observar que durante los años 2020-2022 la población de Rosario y la región estuvo expuesta a una contaminación del aire que supera ampliamente las directrices recomendadas por la OMS para  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$ . Además, resta conocer los valores de otros contaminantes ambientales como ozono ( $O_3$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), dióxido de sulfuro ( $SO_2$ ) y monóxido de carbono (CO), recomendados dentro de las directrices de la OMS. Como se mencionó previamente, la exposición a múltiples contaminantes en el aire podría incluso profundizar los impactos negativos en la salud de la población expuesta.

En este aspecto, la posibilidad de contar con registros diarios de estos contaminantes permitiría diagnosticar correctamente la situación y diseñar estrategias de abordaje de la problemática.





# Fundamentación y marco legal

Ante este escenario de degradación ambiental y con los consecuentes impactos en la salud de las comunidades, debemos destacar que la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948 incorporada en la Constitución Nacional, plantea en su artículo 25.1 que “toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios” (ONU, 1948). En este sentido, el Derecho a la Salud debe ser promovido y resguardado por el Estado Argentino.

Además, la Constitución Nacional de la República Argentina en su artículo 41 establece el derecho de todos los habitantes a “gozar de un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras” (Constitución de la Nación Argentina, 1994).

Finalmente, en el año 2002 se dictó la Ley General de Ambiente 25.675 encargada de reglamentar este derecho constitucional. Su artículo 4 dispone que se atenderán de forma prioritaria e integrada las causas y fuentes de problemas ambientales, tratando de prevenir los efectos negativos sobre el ambiente.

# Percepción de médicos y médicas sobre el impacto en la salud de las quemas en el Delta del Paraná

Durante los meses de junio y julio de 2023, se llevó adelante un relevamiento sobre la “Percepción de las/os profesionales médicos/as respecto a los problemas de salud vinculados a la exposición al humo proveniente de las quemas en la región de islas del Delta del Paraná en el período 2020-2022” (Vallini et al., 2023).

En el mismo, se recuperaron las percepciones y conocimientos que se han puesto en juego por parte de los/as profesionales en la atención directa de sujetos que han presentado o pudieron haber presentado sintomatología o problemas de salud relacionados a la exposición al humo proveniente de las quemas.

Allí se pudo observar que la mayoría de los/as profesionales pudo ver en su práctica cotidiana que quienes consultaban presentaban síntomas relacionados a la exposición al humo y, además mencionaron que esto llevó aparejado un aumento en las consultas médicas.

Los síntomas y problemas de salud más frecuentes en la consulta fueron respiratorios, acompañados por síntomas irritativos oculares, como también síntomas generales, dolores de cabeza o mareos. Es importante destacar que, dentro de los cuadros respiratorios, identificaron principalmente exacerbaciones de patologías crónicas tanto en población infan-

to-juvenil como adulta, principalmente reagudizaciones de asma y EPOC.

Del mismo modo, destacaron que durante el período de exposición al humo se observaron cuadros obstructivos bronquiales en pacientes sin antecedentes previos. Incluso, refirieron que la mayoría de los consultantes asociaban sus síntomas a la exposición al humo.

A pesar de esto, la mayoría de los/as profesionales consideraron que la información disponible respecto al impacto del humo proveniente de las quemaduras en la salud humana no es suficiente. Y en este contexto la posibilidad de contar con información fiable y capacitación en el tema es una herramienta indispensable.

Además, una parte importante refirió que tanto la posibilidad de generar registros adecuados para conocer el alcance de la problemática, como tener estrategias adecuadas para la atención de pacientes con problemas de salud relacionados al humo es sumamente relevante.

A partir de los datos recabados en esta primera instancia, identificando la percepción de los/as profesionales y las herramientas que consideran adecuadas para el abordaje de la problemática se continuó trabajando para lograr contar con información, capacitación, herramientas de registro y el diseño de estrategias colectivas para el abordaje del problema, tanto en efectores de salud como a nivel comunitario.

# Bibliografía

Aguilera R., Corringham T., Gershunov A., Benmarhnia T. (2021) Wildfire smoke impacts respiratory health more than fine particles from other sources: observational evidence from Southern California. *Nat Commun* 12, 1493. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21708-0>.

Constitución de la Nación Argentina (1994) 2da Ed. Elegis.

Gabellini R., Bitti L., Galli E., Buscema R. (2020) Informe final del Ciclo 2020. Grupo Calidad de Aire (ITDI-PEAS-UNR). <https://rehip.unr.edu.ar/handle/2133/20076>.

Gúlman, A. (2022). Incendios en el Delta: se quemaron más de 10 mil hectáreas frente a Rosario y la Justicia no encuentra culpables. (<https://www.pagina12.com.ar/472562-incendios-en-el-delta-se-quemaron-mas-de-10-mil-hectareas-fr>).

Ipiña A., Piacentini RD., Bolmaro R. (2022) Medición de concentración de partículas finas en Rosario con presencia de humo los días 12 y 13 de Septiembre 2022. <https://rehip.unr.edu.ar/handle/2133/24442>.

Ipiña A., Piacentini RD., Bolmaro R., López-Padilla G. (2022) Impacto en la calidad del aire en la ciudad de Rosario por la quema de pastizales en el Delta del río Paraná, agosto 2022. <https://rehip.unr.edu.ar/handle/2133/24201>.

Ipiña A., López-Padilla G. (2022) Impacto de las emisiones derivadas de la quema de pastizales en el Delta del río Paraná en el período Junio-Agosto 2022. <https://rehip.unr.edu.ar/handle/2133/24201>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021). Informe de superficies afectadas por incendios en el Delta e Islas del Río Paraná (Territorio PIECAS-DP) Año 2020. Segunda parte. Implicancias en los humedales.

ONU (1948) Asamblea General, Declaración Universal de Derechos Humanos, 10 Diciembre 1948, 217 A (III). <https://www.refworld.org/es/docid/47a080e32.html>.

Vallini A., Vitteri MC., Vozzi L., Bozikovich C., Fernández F., Martino MF., Boschetti L. (2023) Percepción de las/los profesionales médicos/as respecto a los problemas de salud vinculados a la exposición al humo proveniente de las quemas en la región de islas del Delta del Paraná en el período 2020-2022. <https://colmedicosantafe2.org.ar/encuesta-respecto-a-los-problemas-de-salud-por-las-quemas-en-el-delta-del-parana/>

Verzeñassi D., Enriquez L., Céspedes A., Zamorano A., Izaguirre C., Ruella A. (2020) La vida hucha humo: incendios en las islas del Delta del Paraná, impactos en la salud socioambiental. 1er Ed. Damián Verzeñassi. Rosario.

Wertheimer M., Fernández Bouzo S. (2023) Argentina en llamas. Voces urgentes para una ecología política del fuego. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: El Colectivo. ISBN 978-987-8484-28-0.

WHO (2006) Air Quality Guidelines. Global Update 2005. ISBN 92-890-2192-6. Geneva, Switzerland.

WHO (2021) WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. ISBN 978-92-003422-8. Geneva, Switzerland.

# Efectos de la contaminación ambiental por humo en la salud de las infancias y adolescencias

Dra. María Carolina Viteri

Médica especialista en Pediatría  
Sociedad de Pediatría de Rosario

Si bien la investigación del origen de las enfermedades se ha basado tradicionalmente en la genética, los conocimientos actuales han demostrado el rol del ambiente en muchas patologías que podrían evitarse mediante la eliminación de ciertos agentes disruptores.

Surge, entonces, como una interesante estrategia para el accionar médico, la noción de exposoma, que se define como todas las exposiciones ambientales con capacidad de impactar sobre el genoma, a las que el ser humano está sometido desde la gestación. Esta aparece como una nueva herramienta para evidenciar los factores de riesgo de enfermedades generadas por el ambiente. El concepto presenta un enorme potencial ya que el ambiente es sumamente modificable, ampliando nuestro campo de acción como profesionales de la salud.

La gestación y la infancia son ventanas de extrema vulnerabilidad durante las cuales incluso la exposición a dosis bajas de contaminantes puede provocar enfermedades, discapacidad y muerte.

Los primeros mil días de vida son cruciales para el desarrollo infantil y la interacción con agentes nocivos durante esta fase crítica puede tener fuertes implicancias en las distintas etapas de la misma, por lo que la intervención ambiental es esencial para minimizar los riesgos de padecer futuros problemas de salud.

De esta manera, el humo proveniente de los incendios forestales genera consecuencias sumamente significativas en la salud, tanto en el corto como en el largo plazo.

La composición del humo de los incendios incluye dióxido y monóxido de carbono ( $\text{CO}_2/\text{CO}$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), material particulado (PM), compuestos orgánicos volátiles (COVs) (hidrocarburos aromáticos policíclicos - HAPs, benceno, aldehídos, fenoles) y gases inorgánicos como óxido de nitrógeno.

Estos componentes son ampliamente conocidos como iniciadores de la activación de citoquinas proinflamatorias y estrés oxidativo.

Los principales efectos documentados hasta la actualidad son los siguientes:

### **Impactos a corto plazo**

**Aparato respiratorio:** La exposición al humo está fuertemente relacionada con problemas respiratorios agudos en niños. Puede causar exacerbaciones de asma, bronquitis y neumonía, debido a la irritación e inflamación de las vías aéreas. Estos efectos pueden resultar en síntomas como dificultad respiratoria, sibilancias y tos persistente. El humo también compromete la función ciliar del tracto respiratorio superior, lo que lleva a una menor capacidad para eliminar bacterias, virus, partículas e irritantes, promoviendo la aparición de rinosinusitis y otitis media.

**Sistema inmunológico:** Partículas y componentes químicos presentes en el humo tienen la capacidad de exacerbar procesos alérgicos preexistentes como rinitis y conjuntivitis, potenciando la acción de alérgenos y/o desencadenando respuestas alérgicas agudas en niños susceptibles. La inflamación resultante puede causar congestión nasal, prurito ocular y aumento de la producción de secreciones.

**Aparato cardiovascular:** Los efectos cardiológicos agudos incluyen aumento en la frecuencia cardíaca y la presión arterial, causados por disfunción endotelial y disregulación autonómica.

Aunque menos estudiado, se ha observado que la exposición al humo ambiental puede contribuir a afecciones dermatológicas y oftalmológicas agudas caracterizadas por irritación y prurito persistente.

## Impactos a largo plazo

Durante la infancia y la adolescencia los contaminantes ambientales actúan sobre aparatos y sistemas en desarrollo, lo que aumenta la posibilidad de alterar su normal maduración estructural y funcional. Sus efectos sobre la salud dependerán del tipo, tamaño, concentración y solubilidad de la partícula.

También influyen el tiempo de exposición (recordemos que los niños pasan mayor cantidad de horas al aire libre), la capacidad de reaccionar con otros compuestos generando sustancias aún más tóxicas, la edad y la susceptibilidad individual.

Debemos considerar que en la etapa prenatal existe pasaje transplacentario de contaminantes ambientales (nanopartículas) por difusión pasiva, actuando directamente sobre el embrión o generando cambios proinflamatorios en el sistema inmune de la persona gestante que disminuyen el abastecimiento de nutrientes y oxígeno al feto, por lo que el daño generado por contaminación ambiental comienza incluso en etapas previas al nacimiento.

El daño oxidativo con su consiguiente inflamación, genera cambios epigenéticos (metilación del ADN y modificación postraduccional de las histonas, a causa de factores ambientales, con modificación de la expresión genética del ADN).

Existe también evidencia que relaciona al humo ambiental con la disfunción endotelial y la consiguiente formación de placas de aterosclerosis en las arterias, aumentando el riesgo de sufrir enfermedades cardíacas en la edad adulta.

Múltiples estudios señalan la relación entre contaminación del aire y la posibilidad de presentar trastornos neurocognitivos, como déficits en la función ejecutiva y del rendimiento académico en niños y adolescentes expuestos.

Además, efectos gastroenterológicos, como el aumento de la incidencia de enfermedades inflamatorias y metabólicas por modificación del microbioma intestinal, también han sido reportados.

Del mismo modo, la alteración endocrinológica por activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal ha sido relacionada con la acción de PM,

hidrocarburos aromáticos y metales pesados.

Sin embargo, el alcance total del impacto que produce la contaminación del aire por humo proveniente de las quemas y el PM es aún desconocido.

En este sentido, la escasez de datos regionales representa uno de los principales desafíos a sortear, ya que la mayoría de los estudios actuales han sido realizados en países con realidades sociales y ambientales diferentes, no permitiendo extrapolar directamente los resultados a nuestra población.

# Reflexiones finales

Nos interpela la necesidad de generar información de calidad para brindar herramientas a la comunidad médica respecto al impacto que genera la alteración del hábitat, particularmente en nuestro caso, la quema de humedales del Río Paraná, en la salud actual de las infancias y su huella en las generaciones futuras.

Esta situación exige la comprensión profunda de los efectos agudos y crónicos de la modificación del exposoma, una visión global de la problemática que incluya la adopción de protocolos de acción por parte de la comunidad médica y políticas de Estado que acompañen fuertemente el compromiso por mantener la calidad del aire en niveles adecuados para preservar el estado de salud de las poblaciones afectadas.

Iniciamos este camino con la certeza de que es necesario el trabajo conjunto en la protección del ambiente como herramienta de prevención en salud, premisa fundamental del ejercicio de la medicina, poniendo en agenda permanente el tratamiento de temas socioambientales.

“Primum non nocere”, sabemos hoy, incluye a los ecosistemas.

# Bibliografía

Ardusso L, et al. (2019) Intervención ambiental en las enfermedades respiratorias. *Medicina* 79: 123-136. Buenos Aires.

Buffone IR., Romano HJ. (2023) Consultas por enfermedades respiratorias agudas en la población pediátrica y su relación con el material particulado atmosférico en Bahía Blanca: un estudio ecológico. *Arch Argent Pediatr*;121(1): e202202588.

Carreras-Gallo N., Cáceres A., Balagué-Dobón L., et al. (2022) The early-life exposome modulates the effect of polymorphic inversions on DNA methylation. *Commun Biol* 5, 455.

Chen MC., Wang CF., Lai BC., Hsieh, SW., Chen SC., Hung CH., Kuo CH. (2021) Air Pollution Is Associated with Poor Cognitive Function in Taiwanese Adults. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 316.

Cortés A. et al. (2019) Contaminación ambiental y salud infantil. *Rev Chil Pediatr*;90(1):102-114.

Cuadros-Mendoza CA., Ignorosa-Arellano KR., Zarate-Mondragón FE., Toro- Monjaraz E., Cervantes-Bustamante R., Montijo-Barrios E., Cadena-León J., Serrano-Sierra A., Ramírez-Mayans JA. (2018) La influencia del exposoma en los primeros 1,000 días de vida y la salud gastrointestinal. *Acta Pediatr Mex*;39(3):265-277.

Essers E., Binter AC., Neumann A., White T., Alemany S., Guxens M. (2023) Air pollution exposure during pregnancy and childhood, APOE  $\epsilon 4$  status and Alzheimer polygenic risk score, and brain structural morphology in preadolescents. *Environmental Research* 216, 114595.

Jedynak P., Maitre L., Guxens M., et al. (2021) Prenatal exposure to a wide range of environmental chemicals and child behaviour between 3 and 7 years of age – An exposome-based approach in 5 European cohorts, *Science of The Total Environment*, Volume 763, 144115.

Mahmoud O., Granell R., Peralta GP., et al. (2023) Early-life and health behaviour influences on lung function in early adulthood. *Eur Respir J*; 61: 2001316.

Vrijheid M., Fet S., al. (2020) Early-Life Environmental Exposures and Childhood Obesity: An Exposure-Wide Approach *Environmental Health Perspectives* 128:6 CID: 067009. <https://doi.org/10.1289/EHP5975>.

Matus P., Oyarzún M. (2019) Impacto del Material Particulado aéreo (MP<sub>2.5</sub>) sobre las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en niños: estudio caso-control alterno. *Rev Chil Pediatr*; 90(2):166-174.

Montes Franceschini S. (2021) Contaminación ambiental e infecciones respiratorias en niños. *Neumol Pediatr*; 16 (4): 161 – 163.

Moreno Villares JM, Collado MC, L arque E, Leis Trabazo MR, Saenz de Pipaon M, Moreno Aznar LA. Los primeros 1000 días: una oportunidad para reducir la carga de las enfermedades no transmisibles. *Nutr Hosp* 2019;36(1):218-232.

Perera F, Herbstman J. (2011) Prenatal environmental exposures, epigenetics, and disease. *Reproductive Toxicology*, Volume 31, Issue 3, Pages 363-373.

Sánchez Bayle M., Martín R., Villalobos Pinto E. (2019) Impacto de la contaminación ambiental en los ingresos hospitalarios pediátricos: estudio ecológico. *Rev Pediatr Aten Primaria*; 21:21-9.

Sandoval B., Retting D., et al. (2021) Impacto de la contaminación aérea por incendios forestales en la morbimortalidad de la población expuesta *Neumol Pediatr*; 16 (4): 167 – 171.

Wild CP. (2005) Complementing the Genome with an “Exposome”: The Outstanding Challenge of Environmental Exposure Measurement in Molecular Epidemiology. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*; 14(8). August 2005.



# Humo y salud respiratoria

Dra. Carolina Bozikovich  
Médica especialista en Neumonología  
Asociación de Neumonología de Rosario

La contaminación atmosférica se define como la presencia en el aire atmosférico de compuestos químicos y/o biológicos que afectan la vida, la salud o el bienestar humano, provenientes tanto de la actividad humana como de eventos naturales. Una de las fuentes de contaminación atmosférica, que se considera dentro de los desastres ambientales que pueden afectar al hombre, está constituida por la ocurrencia de incendios forestales que provocan una modalidad de exposición aguda a la contaminación atmosférica cuya aparición y evolución es difícil de prever.

Se ha demostrado que este tipo de incendios aumenta la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares en la población expuesta. La variabilidad del efecto se ha relacionado a factores propios del incendio (extensión, duración, tipo de vegetación), atmosféricos (temperatura ambiental, velocidad y dirección del viento) y de la población. La magnitud de los efectos de esta exposición en la población general depende de la presencia o no de comorbilidades. Además, muchas veces se suma la contaminación proveniente de incendios forestales a la contaminación atmosférica de las grandes ciudades; por ello, no se ha logrado separar aún los efectos de la contaminación derivada de estos incendios de otras fuentes de contaminantes.

En su mayoría los incendios son provocados por la acción humana: se queman terrenos para que rebroten las pasturas con que se alimenta el ganado o para generar nuevas áreas aptas para el cultivo intensivo. Esto tiene como consecuencia, entre otras cosas, la liberación a la atmósfera de grandes cantidades de gases de efecto invernadero, contaminando el aire con material particulado diverso y gases como el monóxido y dióxido de carbono, óxido nitroso, metano, ozono, dioxinas y furanos.

De esta manera, la emisión y el transporte atmosférico de humo procedente de incendios forestales son un creciente y costoso problema de salud pública mundial, que afecta principalmente a comunidades vulnerables y personas más sensibles, como niños (bebés y niños pequeños), mujeres embarazadas, fetos, personas de mediana edad, adultos mayores (> 65 años), personas con enfermedades pulmonares y/o cardíacas, fumadores (activos y pasivos), trabajadores propensos a enfermedades profesionales y poblaciones socialmente vulnerables. Las características físicas y químicas de los contaminantes del aire, ya sean de origen urbano o provenientes de incendios forestales, son dinámicas y varían en el tiempo y el espacio; por lo tanto, la evaluación de sus impactos sigue siendo un desafío.

Cada día, billones de partículas aéreas son inhaladas por las personas desde el ambiente; de estas, las menores a  $10\ \mu\text{m}$  de diámetro aerodinámico tienen efectos biológicos en las personas. Se han descrito diversos mecanismos por los cuales las partículas se depositan y penetran en el sistema respiratorio. Uno de ellos es la gravedad, que depende de la densidad de la partícula y la propia fuerza gravitacional. Otro mecanismo es el movimiento browniano, el cual depende del movimiento aleatorio de las partículas, aumentando el depósito de aquellas de menor tamaño. Un tercer mecanismo sería la sedimentación, en este mecanismo la gravedad y la resistencia del aire se anulan, y sólo influye en la absorción de las partículas la velocidad, diámetro y densidad de estas. Dependiendo del diámetro aerodinámico de las partículas, éstas pueden depositarse en distintas zonas del sistema respiratorio. Las partículas con diámetro mayor a  $8\ \mu\text{m}$  impactan en el tracto respiratorio nasofaríngeo y los bronquiolos por inercia, las partículas menores a  $3\ \mu\text{m}$  de diámetro aerodinámico se depositan en los alvéolos por mecanismos como movimiento browniano y sedimentación, y las partículas ultrafinas (diámetro aerodinámico  $\leq 0,1\ \mu\text{m}$ ) pueden alcanzar fácilmente los alvéolos, para luego atravesar la barrera alvéolo-capilar y pasar a la circulación pulmonar y sistémica.

Los contaminantes derivados de los incendios forestales provienen principalmente de la combustión de biomasa; por ello, sus principales componentes son el material particulado y gases derivados de la combustión como el dióxido y el monóxido de carbono (CO) y en menor proporción dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y de azufre ( $\text{SO}_2$ ). En presencia de radiación ultravioleta, algunos de estos gases, como el  $\text{NO}_2$  y los compuestos orgánicos volátiles (COV), son generadores del ozono ( $\text{O}_3$ ), por lo que se ha detectado aumento de  $\text{O}_3$  en incendios forestales estivales. Los análisis

de la composición del material particulado  $\leq 2,5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ) han detectado productos derivados de la combustión de la biomasa (levoglucano, oxalato, succinato, malonato, metoxifenoles, monosacáridos e hidrocarburos aromáticos policíclicos: HAPs), elementos derivados de la corteza terrestre (hierro, aluminio, calcio y sílice) y también aerosoles secundarios de nitratos, sulfatos y sales de amonio.

Los efectos inflamatorios observados tras la exposición al  $\text{PM}_{2,5}$ , el cual al ser inhalado puede depositarse directamente en los alvéolos provocando una alteración de la fagocitosis alveolar por disminución de la viabilidad de los macrófagos alveolares, explican la mayor susceptibilidad a infecciones. Se ha demostrado que durante los incendios forestales aumenta la concentración de  $\text{PM}_{10}$ , el cual se deposita directamente en el tejido pulmonar, este contaminante provoca daño celular mediante la liberación de citoquinas que aumentan significativamente su concentración, tanto local (en el tejido pulmonar) como sistémica.

En estudios realizados en hombres sanos expuestos a altas concentraciones de PM in vivo, se ha detectado un aumento de la concentración de la proteína C reactiva en la sangre. Más aún, voluntarios expuestos a altas concentraciones de PM, desarrollan una respuesta inflamatoria pulmonar con aumento de citoquinas como TNF- $\alpha$ , IL-8, IL-1 $\beta$ , aumento de neutrófilos y disminución de células alveolares viables en muestras de lavado broncoalveolar versus controles expuestos a una solución salina.

Otro estudio "in vitro" realizado en muestras de lavado broncoalveolar de ratas, reveló que la exposición a altas concentraciones de  $\text{PM}_{10}$  se asocia con un alza de polimorfonucleares (PMN), aumento de la permeabilidad epitelial, de la actividad de la enzima lactato deshidrogenasa y de radicales libres. Así mismo, este contaminante induce estrés oxidativo y reacción inflamatoria local.

También se ha planteado que el aumento de la morbilidad cardiovascular en seres humanos previamente sanos o con patología cardiovascular crónica expuestos a contaminación atmosférica producida por incendios forestales, puede estar mediado por una respuesta inflamatoria sistémica inducida por las citoquinas liberadas por macrófagos alveolares activados. El aumento de la concentración del material particulado estimularía la producción de citoquinas en el pulmón que promueven una reacción inflamatoria sistémica, involucrando no sólo a células como leucocitos y plaquetas, sino también a agentes proinflamatorios, como GM-CSF (Fac-

tor estimulante de colonias de granulocitos y macrófagos), IL-6, IL-1B, y sustancias protrombóticas. También se ha descrito en episodios de contaminación por material particulado ( $PM_{10}$ ), CO y  $NO_2$  aumento de proteínas pro-coagulantes en la respuesta inflamatoria de fase aguda del hígado, como el fibrinógeno plasmático. En el desarrollo de la respuesta inflamatoria se produce una variación en las concentraciones de ciertas proteínas presentes en el plasma denominadas "proteínas de fase aguda", entre las que se encuentran: Proteína C reactiva (PCR), amiloide A sérico, componentes del complemento y fibrinógeno, que tienen un carácter adaptativo; también se generan las antiproteasas:  $\alpha$ 1-antitripsina y  $\alpha$ 1-antiquimotripsina; y proteínas antioxidantes como Ceruloplasmina, Haptoglobina y Hemopexina. Lo anteriormente expuesto promueve la alteración sistémica del endotelio y específicamente, del endotelio pulmonar. En este sentido, la medición de la concentración plasmática de estas proteínas puede ser útil en la monitorización del proceso.

Por otra parte, la exposición de seres humanos a elevadas concentraciones de PM estimula a la médula ósea a la liberación de neutrófilos y monocitos, lo que se asocia con aumento de los niveles circulantes de IL- $1\beta$  y de IL-6. Esta respuesta inflamatoria sistémica inducida por la inhalación de partículas provoca disfunción endotelial y una sobrerregulación de las moléculas de adhesión, de crucial importancia en el reclutamiento de leucocitos en las placas ateromatosas. Un estudio de seguimiento electrocardiográfico a personas expuestas a altas concentraciones de material particulado detectó cambios en la frecuencia cardíaca que podrían explicarse por la disminución del tono vagal tras la excitación de reflejos pulmonares del sistema nervioso autónomo, lo que podría ocasionar arritmias cardíacas e incluso la muerte.

En conclusión, las alteraciones provocadas por el PM no solo producen un estado inflamatorio que afecta la función pulmonar, sino que también pueden determinar efectos en la función cardiovascular por daño directo al endotelio. Existen estudios que asocian la exposición a material particulado y  $NO_2$  a la aparición de síndromes coronarios agudos con elevación del ST en el ECG.

Sumado a esto, los efectos de la exposición a largo plazo de la exposición. Se puede especular que en el sistema cardiovascular podrían coadyuvar a los procesos de aterosclerosis e hipertensión arterial sistémica, en tanto que, a mediano plazo a nivel del sistema respiratorio podría provocar hiperreactividad bronquial y tos crónica, y a largo plazo inducir

reacciones fibróticas del intersticio pulmonar y potencialmente neoplasias pulmonares por sus eventuales componentes cancerígenos.

Los estudios existentes sobre los mecanismos de daño generados por la exposición a CO por incendios forestales son escasos. En ellos se ha demostrado que el aumento de contaminantes aéreos por combustión de biomasa, se asocia a aumento de leucocitos y polimorfonucleares circulantes, y al aumento de citoquinas pro-inflamatorias (IL-6, IL-8). En estos estudios el CO se ha utilizado para monitorizar la magnitud de la exposición a los diversos contaminantes atmosféricos, y los efectos encontrados fueron atribuidos principalmente al PM en el rango respirable ( $\leq 10 \mu\text{m}$ ). De esta manera, la exposición al humo y CO en bomberos que combaten incendios forestales, se asoció a aumento de granulocitos en la expectoración y en la circulación sistémica, indicando que hubo estimulación de la médula ósea. Los autores atribuyeron estos hallazgos a la reacción inflamatoria, y lo relacionaron con sintomatología de la vía respiratoria alta y baja.

Con respecto a los efectos del dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), se le ha atribuido la generación de leucocitosis en sujetos expuestos a incendios de biomasa, siendo los polimorfonucleares circulantes las células que muestran un mayor aumento en los períodos de incendios forestales. El aumento en la producción de PMN por la médula ósea ante el aumento de  $\text{PM}_{10}$  es inmediato, en cambio al aumentar el  $\text{SO}_2$  estos efectos son más larvados, ya que los PMN aumentan con un retardo de entre 3 y 4 días.

Investigaciones in vivo también han intentado relacionar la exposición a PM durante incendios forestales con estrés oxidativo, mediante la medición de 8-Oxo-2' deoxiguanosina (8-Oxo-dG), que es un nucleósido generado por la oxidación del ADN. Esta molécula que se puede medir en la orina, se relaciona con diferentes procesos del estrés oxidativo y es considerada como un eventual biomarcador de riesgo de cáncer pulmonar. En estos estudios se ha encontrado que hay una relación entre la producción de 8-oxo-dG, la exposición a PM y los años de ejercicio profesional de los bomberos.

Finalmente, en cuanto al  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  y amonio las investigaciones han demostrado que la exposición a altas concentraciones de estos gases disminuye la viabilidad de las células pulmonares.

# Consideraciones a futuro

Lo que los científicos están aprendiendo sobre los efectos persistentes del humo de los incendios forestales procede en gran medida de estudios con animales, investigaciones a corto plazo, e investigaciones sobre la contaminación atmosférica y los fuegos de leña en las cocinas. La mayor parte de esas investigaciones miden la exposición a  $PM_{2.5}$ , es decir, partículas de 2,5 micrómetros, unas 30 veces más pequeñas que el diámetro de un cabello humano.

La escasa investigación disponible sobre los efectos persistentes del humo de los incendios forestales en la salud sugiere que los pulmones y el sistema inmunitario pueden verse especialmente afectados. Cuando los incendios forestales envolvieron la región estadounidense de Seeley Lake en Montana en 2017, Chris Migliaccio toxicólogo de la Universidad de Montana, comenzó a estudiar los efectos del humo en los residentes cercanos. Inicialmente, no encontró efectos significativos en su función pulmonar dos meses después de la exposición. Pero uno y dos años después, los residentes sí presentaban disminuciones significativas de la función pulmonar.

Un estudio de la Universidad McGill (Canadá), publicado en la revista científica *The Lancet Planetary Health*, realizó un seguimiento a más de 2 millones de canadienses durante un periodo de 20 años. El trabajo reveló que las personas que vivían a menos de 50 kilómetros de incendios forestales tenían una incidencia un 10% mayor de tumores cerebrales y un 4,9% más de cáncer de pulmón en comparación con las personas que vivían más lejos.

Uno de los únicos estudios a largo plazo sobre los efectos del humo de los incendios forestales procede de monos rhesus en un laboratorio de California. Aunque los científicos no habían planeado estudiar el humo de

los incendios forestales en los animales, los incendios cercanos de junio y julio de 2008 enviaron columnas de humo sobre los recintos exteriores de los monos, exponiéndolos durante 10 días a altos niveles de  $PM_{2.5}$ . Lisa Miller, especialista en inmunología, ha estado estudiando los efectos de la exposición en los monos nacidos esa primavera, que sólo tenían entre 4 y 6 meses (el equivalente humano a unos 2 o 3 años) cuando llegó el humo. Cuando Miller cultivó la sangre de los monos en el laboratorio y la expuso a bacterias, las células inmunitarias presentaron una respuesta defectuosa, lo que sugería que no serían capaces de montar una defensa robusta frente a una infección bacteriana.

También ha descubierto modificaciones en el ritmo circadiano de los monos (el reloj corporal interno que rige los ciclos de sueño y vigilia) y cambios “bastante asombrosos” en su estructura pulmonar, observados en tomografías computarizadas. Los monos producen mayores niveles de cortisol en respuesta al estrés y duermen menos, y sus pulmones son más rígidos y tienen menor volumen, presentando indicios de enfermedad intersticial.

La comunidad científica sabe que el humo de los incendios forestales puede agravar afecciones como el asma y la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), aumentar el riesgo de infarto de miocardio e ictus, dificultar la concentración, reducir la capacidad del organismo para combatir infecciones y puede producir inflamación en los pulmones, los riñones, el hígado y probablemente otros órganos. Pero, ¿qué ocurre con los efectos más duraderos, incluso permanentes? ¿Puede la exposición, aunque sea breve, al humo intenso de los incendios forestales dejar cicatrices permanentes en el organismo?

Aunque se trata de un campo de investigación científica relativamente joven, la respuesta parece ser afirmativa, y se necesitan más estudios para revelar el verdadero alcance de dichos efectos nocivos.

# Bibliografía

Urrutia-Pereira M., Rizzo LV., Chong-Neto HJ., Solé D. (2021). Impact of exposure to smoke from biomass burning in the Amazon rain forest on human health. *Jornal brasileiro de pneumologia : publicação oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*, 47(5), e20210219. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20210219>.

Reid CE., Brauer M., Johnston FH., Jerrett M., Balmes JR., Elliott CT. (2016) Critical Review of Health Impacts of Wildfire Smoke Exposure. *Environ Health Perspect*;124(9):1334-1343. <https://doi.org/10.1289/ehp.1409277>.

Balmes JR. (2020) The Changing Nature of Wildfires: Impacts on the Health of the Public. *Clin Chest Med*;41(4):771-776. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2020.08.006>.

Rice MB., Henderson SB., Lambert AA., Cromar KR., Hall JA., Cascio WE., et al. (2021) Respiratory Impacts of Wildland Fire Smoke: Future Challenges and Policy Opportunities. An Official American Thoracic Society Workshop Report. *Ann Am Thorac Soc*;18(6):921-930. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202102-148ST>.

Sandoval DB., Reyes RT., Oyarzún GM. (2019). Mecanismos de los efectos nocivos para la salud de la contaminación atmosférica proveniente de incendios forestales. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 35(1), 49-57. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482019000100049>.

Eckersall PD. (2000) Acute phase proteins as markers of infection and inflammation: monitoring animal health, animal welfare and food safety. *Irish Vet J*; 53: 307-11.

Franchini M., Mannucci PM. (2011) Thrombogenicity and cardiovascular effects of ambient air pollution. *Blood*; 118: 2405-12. 20.- Mills NL, Donaldson K.

Nemmar A., Vanbilloen H., Hoylaerts MF., Hoet PHM., Verbruggen A., Nemery B. (2001) Brief Communication Passage of Intratracheally Instilled Ultrafine Particles from the Lung into the Systemic Circulation in Hamster, *Am J Respir Crit Care*; 164: 1665-8.

Liu JC., Pereira G., Uhl SA., Bravo MA., Bell ML. (2015). A systematic review of the physical health impacts from non-occupational exposure to wildfire smoke. *Environmental research*, 136, 120–132. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.10.015>.

Korsiak J., Pinault L., Christidis T., Burnett R. T., Abrahamowicz M., Weichenthal S. (2022). Long-term exposure to wildfires and cancer incidence in Canada: a population-based observational cohort study. *The Lancet. Planetary health*, 6(5), e400–e409. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00067-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00067-5).

# Contaminación ambiental y su impacto en la salud cardiovascular

Dra. Lara Vozzi

Médica especialista en Cardiología  
Sociedad de Cardiología de Rosario

Las enfermedades cardiovasculares continúan siendo la causa principal de muerte en el mundo, produciendo la pérdida de 18 millones de vida por año (GBD 2016 Risk Factors Collaborators, 2017)

Las evidencias surgidas durante décadas de investigación clínica y epidemiológica han logrado identificar factores de riesgo asociados a esta enfermedad, como el tabaquismo, la hipertensión arterial, alteraciones del metabolismo lipídico, obesidad, sedentarismo, diabetes y antecedentes genéticos, sumados a edad y sexo.

Sin embargo, su prevalencia se sostiene y un nuevo factor de riesgo no tradicional, la Contaminación Medioambiental, emerge como contribuyente a la etiopatogenia de la arterioesclerosis y sus efectos. Esto nos lleva a profundizar en su análisis y considerar nuevas estrategias de prevención y tratamiento.

En este contexto, la polución atmosférica y los metales pesados xenobióticos son contaminantes ambientales que han sido evaluados y analizados tanto desde la toxicología y epidemiología como en investigaciones básicas, y hoy se dispone de evidencias que justifican su consideración como factor de riesgo cardiovascular no tradicional.

En relación a esto, de los decesos ocurridos en el año 2016, más de 3 millones de estas muertes (19 % de todas las muertes cardiovasculares) fueron atribuidos a contaminación del aire o polución. La polución aérea y la exposición a la misma se relaciona principalmente con dos situaciones: la producción doméstica, es decir, la que se produce en la casa donde se habita; y la producción ambiental.

Otra fuente de contaminación son los metales pesados, los cuales aún en niveles que previamente eran considerados seguros en humano, pueden presentar un riesgo potencial para la generación y el desarrollo de arteriosclerosis sistémica.

De los metales pesados, Cadmio, Plomo, Arsénico y Mercurio han sido investigados, y se dispone de evidencia toxicológica y epidemiológica para atribuir causalidad a estos metales en la generación de enfermedad arterioesclerótica.

Las ciencias básicas sugieren que estos metales producen severos efectos adversos en el sistema cardiovascular, resultando en disfunción endotelial, un aumento de los marcadores inflamatorios y un incremento de las especies reactivas al oxígeno, pro-oxidantes, todo lo cual son situaciones que promueven la arterioesclerosis.

En este capítulo, analizamos el impacto de la polución aérea y los metales pesados como factores de riesgo que afectan la Salud Cardiovascular considerando las evidencias disponibles.

# Polución aérea

En una publicación de 2018 (Hadley et al.), investigadores de la Escuela de Medicina del Monte Sinai en Nueva York, describen la relación entre la polución aérea por material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ), contaminante del cual se dispone un mayor número de evidencias observacionales y experimentales, asociándolo con un riesgo aumentado en mortalidad por enfermedad cardiovascular.

Estas pequeñas partículas (compuestas de metales, sulfatos, nitratos, carbón elemental y moléculas orgánicas complejas), se originan en la combustión de madera y carbón, producción industrial, emisión de vehículos y combustión, y quema agrícola.

Estas micro partículas pueden ingresar al alveolo pulmonar gatillando la liberación de mediadores pro inflamatorios y moléculas vasoactivas, lo cual resulta en estrés oxidativo, inflamación sistémica, disfunción endotelial y vasoconstricción.

Consecuentemente la exposición aguda a  $PM_{2.5}$  puede aumentar el riesgo de déficit de irrigación miocárdica generando isquemia, insuficiencia cardíaca, arritmias y tromboembolismo venoso. Por otro lado, la exposición crónica a  $PM_{2.5}$  puede aumentar el riesgo de desarrollar hipertensión arterial, diabetes y arterioesclerosis.

De esta manera, surge la necesidad de determinar el grado de exposición, tanto a niveles poblacionales como individuales, y propender a crear acciones que reduzcan la emisión de polución y la exposición a la misma.

# Metales pesados

Una publicación reciente (Ujueta et al., 2021) nos educa en profundidad respecto a las evidencias epidemiológicas y mecanismos de acción ante la exposición a metales pesados (aún a bajas dosis) y el desarrollo de enfermedad cardiovascular, así como también sobre potenciales tratamientos que emergen para prevenir estos efectos.

La exposición a metales pesados está ampliamente difundida en el ambiente a través del aire, agua, alimentos y tierra, estando la mayoría de la población mundial afectada en diferentes niveles de exposición.

De metales como Plomo, Cadmio, Arsénico y Mercurio, se dispone de evidencias que demuestran que aún en bajos niveles son tóxicos para los humanos y causales de arterioesclerosis.

En este sentido, investigaciones en el campo de la toxicología han contribuido para entender los mecanismos celulares y moleculares subyacentes a la cardiotoxicidad de los mismos.

## Plomo

El contenido de plomo óseo a nivel individual en la actualidad (que representa la exposición acumulativa durante la vida) es mil veces mayor que en los esqueletos humanos de la era pre industrial.

La industrialización llevó el uso del plomo en las pinturas, gasolina (hasta la década de los 80), así como baterías de automóviles, soldaduras, cañerías de agua y municiones.

De esta manera, los humanos estamos expuestos al plomo mediante la tierra, productos del tabaco (incluso cigarrillos electrónicos), el agua que bebemos, alimentos (vegetales), bebidas, productos de electrónica y

fuentes de combustión (plantas de energía, incineradores), por nombrar algunos. El plomo ingresa al cuerpo por inhalación o ingestión, incorporándose al sistema circulatorio y uniéndose a los glóbulos rojos para ser luego depositado en el tejido óseo, donde queda como depósito durante unos 30 años.

En este periodo de tiempo el plomo se intercambia desde sus depósitos lentamente con el plasma y los compartimientos celulares de los glóbulos rojos, quedando expuestos a su efecto tóxico el endotelio de las arterias, los riñones y el cerebro.

Dado que reduce las defensas antioxidantes e incrementa el estrés oxidativo mediante diferentes mecanismos, pueden comprenderse los profundos efectos adversos que este metal pesado genera en la salud cardiovascular de los seres humanos.

De allí, que las ciencias básicas y la epidemiología soportan la hipótesis de que la exposición crónica a plomo puede ser considerada como un factor de riesgo cardiovascular.

### **Cadmio**

Existe abundante evidencia experimental y epidemiológica que soportan el vínculo entre el cadmio y las enfermedades cardiovasculares.

La extracción de cadmio, (como un subproducto del zinc) y su abundante uso industrial en baterías, pigmentos, paneles solares, estabilizador plástico y muchos otros productos ha generado una difundida y extendida contaminación de la tierra.

De esta manera, los humanos estamos expuestos al cadmio vía contaminación de vegetales de hojas verdes, granos, mariscos, crustáceos, comidas, el hábito de fumar cigarrillos y emisiones aéreas desde incineradores.

El cadmio en el organismo tiene una vida promedio de 10 a 30 años, y una vez que ingresa se une a la albúmina y otras proteínas, siendo transportado en la sangre a tejidos blandos, particularmente hígado y riñones. En estos órganos produce alteraciones del funcionamiento celular, muerte celular, inflamación y fibrosis.

Adicionalmente altera la función y producción de óxido nítrico (vasodila-

tador) a nivel arterial, causando anomalías en el tono de las paredes arteriales. Debido a esto, el cadmio es pro hipertensivo y favorece el desarrollo de placas de ateromas en la enfermedad arterioesclerótica, y los niveles elevados de cadmio en orina se relacionan con aterosclerosis de arterias periféricas.

### **Arsénico**

El arsénico inorgánico es un tóxico potente y metaloide carcinogénico, se lo encuentra en agua, tierra, alimentos y aire y ha sido conocido como un veneno desde hace siglos.

La principal fuente de exposición al arsénico a nivel global es el agua contaminada de las napas subterráneas, que afectan los pozos de viviendas y sistemas comunitarios de agua de millones de personas de Asia, América, parte de Europa, África y Oceanía. En estas regiones se pueden hallar niveles de arsénico en el agua muy por encima de los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud.

El arsénico inorgánico en agua se absorbe completamente en el tracto gastrointestinal, y luego de la exposición es metilado a compuestos de mono y di-metil arsénico, metabolitos que son excretados en orina junto al arsénico inorgánico.

El arsénico y el plomo generan disfunción endotelial ya que se asocian a niveles elevados de moléculas solubles de adhesión en sangre. Estos cambios originan modificaciones en la función vascular en vivo e in vitro, incluyendo contractilidad alterada, disrupción del flujo sanguíneo y rigidez arterial con consecuente hipertensión.

Adicionalmente, niveles elevados de arsénico se correlacionan con aumento en la liberación de citoquinas proinflamatorias y mediadores inflamatorios, como ciclooxigenasa 2, lipooxigenasa, prostaglandinas y proteína C reactiva.

### **Mercurio**

Los posibles efectos biológicos del mercurio, incluyendo la relación entre toxicidad mercurial y enfermedades del sistema cardiovascular como hipertensión arterial, cardiopatía isquémica e infarto de miocardio, son evaluados cada vez con mayor frecuencia y presentan una creciente disponibilidad de evidencias (Genchi et al., 2017).

El metilmercurio es el compuesto mercurial de mayor toxicidad, y se encuentra principalmente en ríos, lagos y océanos contaminados. Este se forma naturalmente a través de la bio-metilación del mercurio que efectúan bacterias acuáticas anaeróbicas.

Las fuentes antropogénicas (plantas industriales y plantas que utilizan combustibles fósiles, como las centrales eléctricas de carbón) liberan compuestos mercuriales a la atmósfera, donde el mercurio es oxidado en el aire en sus formas inorgánicas, y luego liberado durante períodos de lluvias para ser depositado en la tierra y en el agua. De esta manera contaminan ambientes acuáticos, y en consecuencia las poblaciones con alta ingesta en su dieta de mariscos y peces pueden estar expuestas a altos niveles de metilmercurio.

En su forma de vapor el mercurio es comúnmente absorbido por el tracto respiratorio, y una vez ingresado al organismo induce estrés oxidativo y disfunción mitocondrial.

Los efectos tóxicos del mercurio en todas sus formas se han demostrado en vivo e in vitro en animales y humanos. La exposición a este aumenta la producción de radicales libres, especies reactivas al oxígeno, aumentando el estrés oxidativo tisular y endotelial y generando disfunción endotelial.

Algunos trabajos demuestran que la exposición a compuestos mercuriales debido a la alta ingesta de pescado en poblaciones de Amazonas y poblaciones indígenas de Quebec, se correlaciona con hipertensión arterial en las poblaciones estudiadas.

Del mismo modo se ha encontrado que niveles elevados de mercurio en el cabello son predictores del nivel de LDL oxidado, asociándose a eventos isquémicos agudos y aterosclerosis.

En una revisión sistemática y análisis dosis respuesta, Hu y colaboradores (2021) evidencian la relación entre exposición al mercurio y enfermedad cardiovascular. Los autores concluyen que la exposición crónica al mercurio fue asociada a un riesgo aumentado de mortalidad cardiovascular por cardiopatía isquémica e infarto fatal y no fatal. Este riesgo aumentaba consistentemente a partir de concentraciones de mercurio en el pelo de 2 µg/g.



# Reflexiones y propuestas

La polución atmosférica y la exposición humana a metales pesados es casi universal dada la contaminación del aire, agua, tierra y alimentos a escala global.

En estudios prospectivos en diversas poblaciones se evidencia que la exposición a metales pesados contribuye independientemente a cardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular y mortalidad cardiovascular prematura. Hay también evidencias de asociación entre estos metales con enfermedad arterial periférica y posiblemente con insuficiencia cardíaca.

Las evidencias epidemiológicas se fortalecen por el resultado de un ensayo clínico prospectivo que muestra, que un agente quelante que elimina cadmio tisular reduce los eventos cardiovasculares futuros, en particular en pacientes diabéticos e infarto de miocardio previo (Lamas et al., 2013).

Del mismo modo, Lamas y colaboradores (2021) sostienen que las evidencias para asociar a cadmio y plomo como factor de riesgo cardiovascular son concluyentes y deberían ser aceptadas como tal.

Debe tenerse en cuenta también que la exposición a contaminantes ambientales y metales pesados es mayor en poblaciones de menores recursos socio-económicos y aquellas que viven en zonas de riesgo, lo cual debe ser considerado al elaborar estrategias que prevengan las disparidades existentes.

En una revisión recientemente publicada en la Revista Española de Cardiología, titulada Medioambiente y salud cardiovascular: causas, consecuencias y oportunidades en prevención y tratamiento (Bañeras et al., 2022) los autores, integrantes de un equipo internacional de trabajo en el tema, definen el concepto de Cardiología Ambiental y su implicancia.

Allí hacen referencia a datos provenientes de USA y Argentina, donde muestran la posibilidad de utilizar agentes quelantes que eliminan metales pesados para tratar la isquemia severa de miembros inferiores en pacientes diabéticos con resultados exitosos (Ujueta et al., 2019).

En este contexto, disponemos de evidencias que permiten avanzar en este nuevo paradigma en Cardiología y considerar la Contaminación Medioambiental como un nuevo factor de riesgo a tener en cuenta cuando analizamos estrategias de prevención y tratamiento en las enfermedades cardiovasculares, e incorporar los conceptos relacionados a la Cardiología Medioambiental en las distintas áreas de trabajo de la especialidad.

Es consecuencia de este análisis la propuesta de incorporar el concepto de CARDIOLOGIA MEDIOAMBIENTAL como subespecialidad, que se dedique a considerar la condición ambiental y elaborar propuestas de prevención y tratamiento en la población general, y especialmente en la de mayor riesgo dada su exposición y/o antecedentes cardiovasculares.

Finalmente, es necesario integrar la problemática social y económica de las poblaciones expuestas, ya que está demostrado que las poblaciones de menores recursos económicos son las más afectadas, siendo el daño y la morbimortalidad mayor en las mismas.

# Bibliografía

Bañeras J., Iglesias-Grau J., Téllez-Plaza M., Arrarte V., Báez-Ferrer N., Benito B., Campuzano Ruiz R., Cecconi A., Domínguez-Rodríguez A., Rodríguez-Sinovas A., Ujueta F., Vozzi C., Lamas GA., Navas-Acién A. (2022). Medio ambiente y salud cardiovascular: causas, consecuencias y oportunidades en prevención y tratamiento. *Revista española de cardiología*, 75(12), 1050–1058. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2022.05.022>.

GBD 2016 Risk Factors Collaborators (2017). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet (London, England)*, 390(10100), 1345–1422. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32366-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32366-8).

Genchi, G., Sinicropi, M. S., Carocci, A., Lauria, G., & Catalano, A. (2017). Mercury Exposure and Heart Diseases. *International journal of environmental research and public health*, 14(1), 74. <https://doi.org/10.3390/ijerph14010074>.

Hadley MB., Vedanthan R., Fuster V. (2018). Air pollution and cardiovascular disease: a window of opportunity. *Nature reviews. Cardiology*, 15(4), 193–194. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2017.207>.

Hu XF., Lowe M., Chan HM. (2021). Mercury exposure, cardiovascular disease, and mortality: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Environmental Research*, 193, 110538. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110538>.

Lamas GA., Goertz C., Boineau R., et al. (2013). Effect of disodium EDTA chelation regimen on cardiovascular events in patients with previous myocardial infarction: the TACT randomized trial. *JAMA*; 309(12):1241-50. doi:10.1001/jama.2013.2107.

Lamas GA., Ujueta F., Navas-Acién A. (2021). Lead and Cadmium as Cardiovascular Risk Factors: The Burden of Proof Has Been Met. *Journal of the American Heart Association*, 10(10), e018692. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.018692>.

Ujueta F., Navas-Acién A., Mann KK., Prashad R., Lamas GA. (2021). Low-Level Metal Contamination and Chelation in Cardiovascular Disease—A Ripe Area for Toxicology Research. *Toxicological Sciences*, Volume 181, Issue 2, Pages 135–147, <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfab026>.

Ujueta F., Vozzi C., Vozzi L., Lamas G. (2019a). Edetate Disodium-based Treatment in a Woman with Diabetes and Critical Limb Ischemia Scheduled for Lower Extremity Amputation. *Cureus*, 11(11), e6142. <https://doi.org/10.7759/cureus.6142>.

Ujueta F., Arenas I., Yates T., Beasley R., Diaz D., Lamas G. (2019b). Edetate Disodium-Based Treatment in a Patient With Diabetes and Critical Limb Ischemia After Unsuccessful Peripheral Arterial Revascularizations: A Case Report. *Clinical Diabetes*. 37. cd180059. [10.2337/cd18-0059](https://doi.org/10.2337/cd18-0059).



# Reflexiones finales

Dr. Facundo Fernández

Magister en Salud Pública

Comisión de Salud Socioambiental

del Colegio de Médicos

de la Provincia de Santa Fe, 2ª Circunscripción

Las problemáticas socioambientales se han transformado en las últimas décadas en condiciones que modifican las maneras de enfermar y morir de las distintas comunidades a nivel mundial. En este contexto, el calentamiento global representa la máxima expresión de una crisis civilizatoria que se manifiesta de variadas formas en todo el planeta.

En nuestra región, la sequía extrema con la consecuente bajante histórica del Río Paraná, sumado a las quemadas provocadas para transformar el Delta del Paraná en territorio apto para la producción agropecuaria han generado múltiples impactos en las poblaciones expuestas, alterando sus vidas cotidianas y expresándose en diversos problemas de salud.

Estos problemas han sido vivenciados y evidenciados por los profesionales de la salud, quienes manifestaron la necesidad de contar con herramientas adecuadas para el abordaje de los mismos.

La producción de conocimiento local es indispensable ya que brinda la posibilidad de identificar las problemáticas socioambientales de la región y diseñar estrategias de promoción de la salud y prevención de la enfermedad de acuerdo a las necesidades de la comunidad y los profesionales en el territorio.

De esta manera, la posibilidad de trabajar en conjunto desde el Colegio de Médicos de la Provincia de Santa Fe, 2ª Circunscripción y asociaciones de especialistas se vuelve una herramienta central en el forta-

lecimiento de la práctica médica en la región y el acompañamiento de aquellos profesionales que no solo realizan sus tareas en los espacios asistenciales, sino que trabajan colectivamente en la producción de conocimiento y en el desarrollo de estrategias de acción, que pueden colaborar a nivel regional y nacional en agendar problemas ambientales que afectan cada vez con mayor frecuencia la salud humana.

Además, generar conocimiento y propuestas de acción en base a la perspectiva de los profesionales de la salud posibilita el vínculo con Instituciones y actores que trabajan en otras áreas profesionales y desde el Estado, para diseñar en conjunto estrategias que resguarden la salud de las comunidades a partir de la acción en los entornos en los cuales viven.

En este sentido, hemos evidenciado en la región los efectos agudos del humo proveniente de los incendios, pero aún restan conocerse los efectos a mediano y largo plazo en nuestra población. Por esto y en base a la evidencia disponible a nivel local e internacional, consideramos que la problemática de las quemadas en la región del Delta del Paraná y el consecuente impacto del humo sobre la salud de la población requiere de acciones conjuntas e inmediatas por parte de los profesionales, las asociaciones y las instituciones del Estado generando los mecanismos necesarios para el monitoreo de la calidad del aire y fortaleciendo las medidas de prevención y control de los incendios.

De esta manera y entendiendo que el cuidado de la salud incluye el cuidado de los ecosistemas que posibilitan la vida, el aporte de los profesionales de la salud es indispensable al momento de pensar estrategias que resguarden a las comunidades y el ambiente.







ISBN 978-631-00-1827-0



9 786310 018270



**COLEGIO  
DE MÉDICOS**  
Provincia de Santa Fe | 2ª Circunscripción

*Aire puro es salud*

**COMISIÓN DE SALUD  
SOCIOAMBIENTAL**  
del Colegio de Médicos  
de la Pcia. de Santa Fe, 2ª Circ.



**SPR**  
SOCIEDAD DE PEDIATRÍA  
DE ROSARIO