

271

diciembre  
2023

Directora general:  
Carmen Lira Saade  
Director fundador:  
Carlos Payán Verver  
Director: Iván Restrepo  
Editora: Laura Angulo

 **La Jornada**

# ecológica



*Tóxicos letales  
amenazan la vida  
de los niños*

## Breve presentación

**Iván Restrepo**  
Director de La Jornada Ecológica



**P**ero ¿otro suplemento sobre niños expuestos a sustancias tóxicas y peligrosas? Pero si ya el número anterior lo dedicaron al tema...

Sí, otra *Jornada Ecológica* en la que se abordan los problemas que enfrentan los niños y sus familias al estar en contacto por diversos medios y formas a tales sustancias. Y porque nuevos trabajos de instituciones e investigadores muestran los daños que ya ocasionan a quienes los políticos y los funcionarios suelen referirse demagógicamente como “el futuro de México”.

Pues hay que garantizar que crezcan con buena salud, algo que no está pasando en México.

La tarea de reunir los nuevos hallazgos son obra de la febril e incansable actividad

académica y divulgación que lleva a cabo la Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad, de nuestra máxima casa de estudios, la UNAM. Y se deben muy destacadamente a la labor de Leticia Merino y Cecilia Navarro.

Ellas lograron reunir los frutos de varias investigaciones realizadas en universidades y centros especializados en los temas que se abordan en esta ocasión. Debo destacar el aporte del área médica, fundamental por la seriedad con que ofrecen los frutos de sus trabajos en diversas partes del país.

Como siempre, gracias a todas y todos por ofrecer en forma accesible información sobre un problema que data de hace ya más de medio siglo. Y que urge resolver.

*Sin palabras...*

**Foto:**  
*Desinformémonos*



**Foto en portada:** AD  
*Comunicaciones*

### Y a propósito de publicaciones sobre los agroquímicos

**U**n trabajo global y pionero sobre los plaguicidas en nuestro país, es el que realizó Iván Restrepo hace ya casi medio siglo. Colaboro con él en su trabajo Susana Franco. Restrepo era entonces director del Centro de Ecodesarrollo, adscrito al CONACYT. Lo publicó originalmente la editorial Océano en 1988

con el nombre de *Naturaleza muerta: los plaguicidas en México*. Luego fue reeditado en 1992 por la Comisión Nacional de Derechos Humanos, cuando su presidente era el doctor Jorge Carpizo, y el responsable de estudiar las quejas ambientales, el doctor Fernando Cano Valle. Con datos actualizados apareció bajo el nombre de *Los plaguicidas en México*. Dicho libro ofrece, además, alternativas para reemplazar el arsenal agroquímico. No ha perdido vigencia.

## Introducción

Leticia Merino y Cecilia Navarro  
Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad,  
Universidad Nacional Autónoma de México

# El futuro envenenado: infantes expuestos a tóxicos letales en zonas urbanas

Hace dos meses, *La Jornada Ecológica* nos abrió sus puertas para hablar sobre la exposición de niños y niñas de las regiones rurales al extendido y descontrolado uso de agrotóxicos. Hoy regresamos a las páginas del suplemento para hablar de lo que sucede en los entornos urbanos y periurbanos.

¿Están las niñas y los niños más protegidos en términos ambientales si viven en ciudades, en zonas industriales o en regiones periféricas? Categóricamente, la respuesta es no.

Como cualquier adulto, niñas y niños de las regiones urbanas no sólo respiran aire de mala calidad, sino que también están expuestos a metales pesados y a humos tóxicos. Pero sucede que durante la niñez, los impactos son mayores y se enfrenta la posibilidad de afectaciones en el desarrollo neurológico y, por ende, en su capacidad de aprendizaje y comprensión, entre muchos otros riesgos que, en general, terminan por reducir sus posibilidades de bienestar y de realización personal a lo largo de su vida.

Como sucede con los entornos rurales, la exposición continua a contaminantes y tóxicos en las regiones urbanas se ha mantenido por décadas completamente invisibilizada. Quienes la monitorean lo hacen por compromiso personal y profesional. Pero su espacio para revertir las situaciones de exposición de niños y niñas a sustancias tóxicas es sumamente limitada.

¿De qué tipo de contaminantes hablamos? En primer término, de los metales pesados como el plomo, el cadmio y el mercurio, que se utilizan en la industria electrónica



y que familias de “recicladores” inhalan al intentar recuperar ciertos materiales de los aparatos que se desechan.

De la exposición a metano (malamente llamado *gas natural*) en las zonas donde se extraen hidrocarburos; de sustancias tóxicas como el arsénico, metales pesados, compuestos volátiles y orgánicos persistentes, que afectan a los habitantes de la región de El Salto, en Jalisco.

De herbicidas que afectan a niños y niñas desde antes de nacer, por la exposición de las madres embarazadas.

Y continuamos: de monóxido de carbono, de material particulado menor a 2.5 y 10 micrómetros, dióxido de nitrógeno, dióxido de sulfuro, metales pesados, dióxido de carbono, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), bifenilos policlorados, entre otros, que los niños y niñas inhalan en los pequeños talleres familiares en

*Familias completas llegan diariamente al basurero de Xochiaca, en las inmediaciones de la Ciudad de México*

Foto: Aidee Martínez/  
Eyepix Group

los que se fabrican ladrillos. De los contaminantes asociados a zonas industriales y empresas mineras, entre muchos más.

¿Cómo lograr que frente a los daños que causa la exposición a estos compuestos se responda con políticas públicas efectivas que permitan eliminar las fuentes de estos problemas? ¿Cómo capitalizar el extraordinario esfuerzo de especialistas médicos y toxicólogos de todo el país que se comprometen con sus pacientes y vigilan la evolución de los padecimientos asociados a estos contaminantes?

Felizmente, en la preparación de este suplemento, nos encontramos con el Observatorio Nacional de Cancerígenos Ambientales, que con mucha claridad plantea la necesidad de vincular el ambiente y la salud. Es decir, crear “un puente de comunicación entre la ciencia de datos, la toxicología, la epidemiología am-

biental, el análisis espacial, la mortalidad y morbilidad” que se presentan en los entornos tóxicos.

Vincular los impactos en la salud con las causas de origen de esas afectaciones es sin duda un paso en una dirección correcta para posibilitar una toma de decisiones que priorice los derechos y proteja la salud, empezando por la salud de niñas y niños.

Este suplemento, planeado por la Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad de la UNAM, busca dar el primer paso para visibilizar este vínculo necesario y para llamar a instituciones de salud, universidades y de gobierno a asumir como prioridad la protección de la infancia de México.

Muchas gracias al equipo de *La Jornada Ecológica*. A Iván Restrepo, Laura Ángulo y Estela Guevara, por la generosidad y por decirnos, como en ocasiones anteriores, que sí.

**Kelvin Saldaña Villanueva<sup>1</sup>  
y Octavio Gaspar Ramírez<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Centro de Investigación y Asistencia en  
Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco,  
Subsede Noreste

<sup>1,2</sup>Programa Nacional Estratégico Agentes Tóxicos y  
Procesos Contaminantes del Conahcyt

<sup>1</sup>Posdoctorante, ksaldana@ciatej.mx

<sup>2</sup>Investigador, ogramirez@ciatej.mx

# Niñez expuesta a benceno en zonas con actividad petroquímica

Según el Clean Air Institute, la ciudad de Monterrey y su área metropolitana (AMM) es una de las más contaminadas de Latinoamérica a nivel atmosférico, a causa de su alta actividad industrial y del tráfico vehicular.

Particularmente, en Cadereyta Jiménez, donde se ubica una refinería, la actividad petroquímica acentúa los problemas de contaminación, por las emisiones de compuestos volátiles, entre ellos el benceno. Este compuesto es un hidrocarburo extremadamente tóxico que se ha clasificado como un cancerígeno humano por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés).

Además se ha descrito ampliamente que la exposición a benceno aumenta el riesgo de desarrollar diferentes enfermedades como leucemia linfocítica crónica, leucemia mieloide aguda y varios tipos de cáncer (linfoma no Hodgkin y cáncer de pulmón).

En México existen sitios en los que la exposición a benceno en niñas y niños es de alta preocupación. Tal es el caso de Cadereyta Jiménez, en donde el 28 por ciento de los niños que participaron en un estudio de investigación (Ochoa-Martínez AC) presentaron una exposición a benceno muy por encima del índice de exposición biológica establecido por la NOM-127-SSA1 para adultos ocupacionalmente expuestos a este contaminante.

Al comparar estos resultados con estudios realizados en otros países se identificó que la exposición crónica a benceno de los niños de Cadereyta Jiménez es similar a



que presentan los trabajadores de estaciones de gas o de gasolineras en México y otros países.

Es decir, las niñas y niños están expuestos al benceno como si fueran adultos que trabajan en la industria del benceno. Dicho escenario de exposición es similar a lo reportado por Pelallo-Martínez NA en sitios petroquímicos del estado de Veracruz.

Este autor documenta que la alta exposición a benceno en niñas y niños está relacionada a efectos hematológicos a nivel subclínico como la disminución de hemoglobina, glóbulos rojos y glóbulos blancos, así como algunos eventos genotóxicos como aberraciones y translocaciones cromosómicas.

*Este mismo año se reportaron peces muertos y malos olores en el río San Juan, municipio de Cadereyta, Nuevo León*

**Foto: Periódico La Última Palabra**

Los datos anteriores resultan aún más alarmantes si consideramos que otros agentes tóxicos, como los metales pesados, se suman a dicha exposición. Pelallo-Martínez NA señala que los efectos tóxicos se agudizan cuando la exposición a benceno se combina con otros contaminantes como hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales.

Información reciente dada a conocer por el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) de leucemia infantil del Conahcyt, revela que nueve de cada diez casos de leucemia linfoblástica aguda (LLA) se deben a diversos factores ambientales, entre los que se encuentra la exposición a benceno y otras sustancias químicas. En Méxi-

co, la leucemia representa el 52 por ciento de los cánceres en menores de 18 años, siendo la principal causa de muerte en menores en edades entre cinco y 14 años.

En cuanto a regulaciones para la protección al ambiente y la salud humana en México, contamos únicamente con la NOM-127-SSA1-2021 que regula las sustancias químicas en el agua destinada para uso y consumo humano, y la NOM-047-SSA-2011 que establece los límites de exposición ocupacional.

Irónicamente, el benceno no está incluido en los contaminantes criterio para la calidad del aire, solamente se considera en la NOM-165-SEMARNAT-2013 para su reporte dentro del Registro de Emisio-



nes y Transferencia de Contaminantes (RETC).

La falta de regulación ambiental es una razón de peso por la que poblaciones mexicanas resultan altamente expuestas a benceno y otros contaminantes de manera crónica, especialmente en zo-

nas urbanizadas e industrializadas. Por ello resulta importante que los sectores de ambiente y salud incluyan en sus agendas la vigilancia de la exposición a benceno, especialmente, en las regiones de emergencia ambiental donde la actividad industrial ha

*Refinería de Cadereyta*

*Foto: RT*

*La pobreza es un factor que agrava las emergencias ambientales*

*Foto: México Social*

resultado en una afectación grave para la salud de los habitantes.

Haciendo hincapié al informe de la UNICEF, señala que cada año mueren más de 1.7 millones de niños menores de cinco años como consecuencia de impactos ambientales

los cuales son evitables. Por ello, se insta a comprender que la crisis ambiental también es una crisis de derechos de la infancia.

El Estado mexicano debe priorizar la salud y el bienestar infantil por encima de cualquier interés económico.



# Al Estado corresponde garantizar el derecho de los niños a un ambiente sano

**Norma Elena Pérez Herrera**  
Profesora investigadora  
Facultad de Medicina,  
Universidad Autónoma de Yucatán

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que cerca del 23 por ciento de las muertes en todo el mundo se atribuyen a factores ambientales que pueden ser modificables o prevenibles; este porcentaje se eleva al 38 por ciento cuando se trata de niños menores de cinco años (OMS).

Ambiente es definido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) como: "el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados".

"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar", tal como se instituyó en el texto del Artículo 4 Constitucional en el año 1999 (gobierno de México).

Gozar de un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado para el desarrollo y bienestar es un derecho humano, y corresponde al Estado garantizar este derecho.

Las niñas, niños y adolescentes tienen derechos humanos previstos en tratados internacionales, en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en la Ley General de los Derechos de Niñas, Niños y Adolescentes; entre ellos se encuentran: derecho a la vida, a la supervivencia y al desarrollo; derecho de prioridad; derecho a la identidad; derecho a vivir en familia; derecho a la igualdad sustantiva; derecho a no ser discriminado; derecho a una vida libre de violencia y a la integridad personal; derecho

a la inclusión de niños, niñas y adolescentes con discapacidad; derecho a la educación; derecho al descanso y esparcimiento; derecho a la libertad de convicciones éticas, pensamiento, conciencia, religión y cultura.

Pero además, derecho de asociación y reunión; derecho a la intimidad, derecho a la libertad de expresión y de acceso a la información; derecho a la seguridad jurídica y al debido proceso; derechos de los niños, niñas y adolescentes migrantes; derecho a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e internet; derecho a la protección de la salud y a la seguridad social; derecho a vivir en condiciones de bienestar y a un sano desarrollo integral (CNDH).

Un estudio publicado en 2010 concluyó que el gobierno mexicano no había tenido en cuenta de forma suficiente, la vulnerabilidad de los niños a los contaminantes ambientales, y si la legislación no se actualiza y aplica para proteger a los niños de la exposición a sustancias tóxicas presentes en el ambiente, lo cual es prevenible, los casos se podrían incrementar (Cifuentes y cols., 2010).

Por otro lado, Riojas y cols. (2014) realizaron un análisis de la situación de salud y ambiente de México y concluyeron que nuestro país necesita reformular el modelo de gobernanza sobre salud ambiental con un enfoque transectorial; también proponen la creación de un Programa Nacional de Salud Ambiental, actualización de diagnósticos, fortalecer la enseñanza



Niños de Ticul, Yucatán

e investigación y desarrollar un sistema de vigilancia en salud ambiental.

No podemos esperar encontrar una humanidad sana en un mundo que no lo esté. Y menos podemos esperar niños sanos en un ambiente contaminado. Los niños son vulnerables por su condición biológica y falta de percepción del peligro. Diversos estudios de investigación dan cuenta de las condiciones del ambiente en diversas partes del planeta, incluyendo el territorio mexicano, y de la relación entre las exposiciones ambientales y diversos efectos en la salud de niños.

Por lo que es importante realizar diagnósticos y proyectos de investigación locales que generen evidencia del estado de salud y ambiente y contribuyan a tener un panorama nacional y global de la salud ambiental infantil. Nuestro equipo de investigación en colaboración con otros grupos a nivel nacional ha generado evidencias del estado de salud ambiental de niños de comunidades de Yucatán.

En Tixméhuac, una comunidad maya marginada del sureste de Yucatán, encontramos riesgos para la salud de los niños. Y que la estatura

Zapato artesanal  
manufacturado en  
talleres domésticos



baja, desnutrición, sibilancias y síntomas de asma en niños menores de cinco años fue mayor a lo esperado.

Los casos sospechosos de enfermedad transmitida por vectores estuvieron relacionados con la percepción de mala calidad de la vivienda; los casos sospechosos de parasitosis se asociaron con la percepción de la calidad del agua para beber; la historia de patología respiratoria, asociada con la percepción de la calidad del aire al interior de la vivienda.

En Ticul, una comunidad del sur del estado de Yucatán, la agricultura, la elaboración de artesanías y la manufactura artesanal de zapatos son las actividades económicas y productivas con tradición cultural en la comunidad.

Estas actividades conllevan el uso de productos que po-

drían contener sustancias tóxicas para el desarrollo y salud de los niños, como agroquímicos, pinturas, pegamentos y gasolina, entre otros. Existen casos en los que los talleres de producción están cerca o al interior de las viviendas, por lo que los niños están potencialmente expuestos a estas sustancias mientras duermen, comen y juegan.

No se percibe el peligro que este escenario representa para la salud infantil, y es por esto que los niños pueden participar en algunas etapas de la elaboración de artesanías y zapatos. Un estudio que realizamos evidenció que una muestra de niños de familia zapatera están expuestos a benceno, un carcinógeno, y esto representa un riesgo no aceptable.

Por otro lado, el uso de leña en la alfarería y para cocinar es

Campo agrícola  
con envases de  
agroquímicos



práctica común y los niños están expuestos a compuestos aromáticos policíclicos. En el agua intradomiliaria encontramos a los plaguicidas aldrín, heptacloro y  $\beta$ -HCH en concentraciones que representan un riesgo para la salud de adultos, pero principalmente de infantes.

Éste es un escenario complejo en el que los riesgos químicos y biológicos a los que se enfrentan los niños se dan en condiciones de falta de percepción de riesgo de la población, por lo que realizamos ac-

tividades de comunicación de riesgo a todos los niveles.

Concluimos que para que los niños estén sanos se requiere un ambiente sano, al cual tienen derecho. Se necesita tomar decisiones y desarrollar acciones concretas para prevenir, reducir y controlar las exposiciones de niñas y niños a la mezcla de agentes químicos, sobre todo donde ya existen las evidencias de esta situación y antes de que se presenten desenlaces irreversibles. ¿Qué estamos esperando?

#### Referencias:

- Cifuentes E., Trasande L., Ramírez M., Landrigan P.J. (2010). A qualitative analysis of environmental policy and children's health in Mexico. *Environmental Health*, 9:14. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20331868/>
- Gobierno de México. <https://www.gob.mx/inafed/articulos/el-derecho-a-disfrutar-de-un-medio-ambiente-sano-se-relaciona-con-la-responsabilidad-de-proteger-nuestros-recursos-naturales>
- CNDH. <https://www.cndh.org.mx/derechos-humanos/derechos-de-las-ninas-ninos-y-adolescentes>
- Prüss-Üstün A and Corvalán C. *Preventing disease through healthy environments: Towards an estimate of the environmental burden of disease*. WHO. 2006: Geneva, Switzerland. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565196>
- Riojas H., Schilman A., López-Carrillo L., Frinkelman J. (2013). *La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras*. *Salud Pública de México*. 55:6 <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/7310>

# Plaguicidas, cáncer y pediatría: una alerta de salud pública

Rocío Aidee Castillo Cruz, Jorge Rodríguez Reyes,  
Nora Carranza Rodríguez  
Unidad de Investigación en Epidemiología,  
Instituto Nacional de Pediatría  
Correo-e: rcastilloc@pediatria.gob.mx

Ha pasado más de medio siglo desde el inicio de las tecnologías de la llamada “Revolución Verde” y el hambre sigue siendo un problema mundial, de acuerdo con el más reciente informe de la Agenda 2030 sobre los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS).

Estamos lejos de cumplir el objetivo 3 de los ODS, sobre salud y bienestar, porque al tiempo que el hambre ha aumentado, los seres humanos y el medio ambiente han sido intensamente contaminados por sustancias químicas sintéticas utilizadas en la agricultura.<sup>1</sup>

En las pasadas décadas la agricultura adquirió una escala global. No sólo en el sentido de que una parte significativa de la producción agrícola comenzó a producirse en un lugar y comercializarse en otro, sino también porque comenzó a volverse dependiente de las industrias químicas (sintéticas) que producían fertilizantes, plaguicidas y semillas patentadas.

Entonces, la justificación para la industrialización de la agricultura era la promesa de superar el hambre mediante el uso de tecnología.<sup>2</sup>

El término *pesticida* es un anglicismo procedente del latín donde *pest*, plaga, mientras que la raíz *coedere* (matar) señala la intención de luchar contra agentes de origen biológico (plagas), de ahí que se acuñe el término español plaguicida, donde plaga hace referencia a la aparición masiva y repentina de seres vivos de la misma especie que causan graves daños a poblaciones animales o vegetales, y -cida a matador o exterminador.

Otros sinónimos son productos fitosanitarios, parasiticidas, productos agroquímicos o productos fitofarmacéuticos. Se utilizan ampliamente para controlar las malezas y las infestaciones de insectos en campos agrícolas, diversas plagas y portadores de enfermedades como mosquitos, garrapatas, ratas y ratones en casas, oficinas, centros comerciales y calles.

Como los modos de acción de los plaguicidas no son específicos se han planteado preocupaciones sobre los riesgos ambientales asociados con su exposición a través de diversas rutas como aire, suelo, agua potable y residuos en alimentos entre otras.

Dichos peligros varían desde impactos a corto plazo tales como: irritación de la piel

y ojos, dolores de cabeza, mareos, náuseas, hasta enfermedades crónicas como: cáncer, asma, enfermedad de Parkinson y diabetes, donde los riesgos a la salud son difíciles de dilucidar debido a la participación de varios factores tales como el período y nivel de exposición, tipo de plaguicida (en cuanto a toxicidad y persistencia) y las características ambientales de las áreas afectadas.<sup>3</sup>

No hay grupos en la población humana que no estén completamente expuestos a los plaguicidas, mientras que la mayoría de las enfermedades son multicausales, lo que añade una complejidad considerable a las evaluaciones de salud pública.<sup>3</sup>

Por lo tanto, es necesario difundir el conocimiento, sus

riesgos y capacitar sobre el desarrollo de alternativas de plaguicidas ecológicos, así como técnicas de manejo integrado de plagas y reducir los impactos de los pesticidas persistentes como son los compuestos organoclorados donde el representante de este grupo más conocido es el DDT, de uso restringido en México desde 1996 y hasta la fecha, aunque no está prohibido.<sup>4</sup>

Las características que definen a estos plaguicidas persistentes –distribución ambiental, rutas de exposición e impactos a la salud– los asocian con enfermedades crónicas como el cáncer desde etapas tempranas de la vida. Estos compuestos son un factor de riesgo ambiental para la salud de niños y niñas que enfrentan exposición crónica a plaguicidas organoclorados, entre otros.

## Leucemia

De acuerdo con la evidencia científica, la exposición a plaguicidas está considerada como uno de los factores de riesgo ambiental más importantes asociados a leucemia aguda. El Consorcio Internacional de Leucemia en Niños, de Canadá, estableció que existe asociación entre la exposición a plaguicidas y la leucemia infantil (2015). Bailey y colaboradores<sup>5</sup> analizaron a partir 12 estudios de casos y controles la presencia de indicadores de riesgo al evaluar por medio de la razón de probabilidades la posibilidad de presentar leucemia linfoblástica aguda (LLA) en tres momentos de la vida.

Los resultados fueron los siguientes: poco antes de la concepción 1.39 veces más

Boceto anatómico de Leonardo Da Vinci





que en los no expuestos, durante el embarazo con 1.43 y después del nacimiento de 1.36 veces.<sup>5</sup>

En un artículo científico de metaanálisis, que involucra una serie de estudios elegidos por su alta calidad metodológica y bajo estrictos criterios de investigación, en el cual reúne los resultados de cada uno mediante el análisis de su contribución para un problema, ya sea enfermedad o resultados de tratamiento entre otros.

En 40 estudios realizados en Francia se observó que el riesgo de linfoma y leucemia aumentaba significativamente en los niños cuando su madre estuvo expuesta durante el periodo prenatal desde 1.53 a 1.75 veces más en comparación con los que no estuvieron expuestos.

En otra publicación, elaborada a partir de 13 estudios de casos y con controles realizados en diferentes países entre 1987 y 2009, también se observaron asociaciones estadísticamente significativas entre la leucemia infantil y la exposición a plaguicidas, con un riesgo de 1.74 a 2.21 veces más para los que estuvieron expuestos.<sup>3</sup>

Sin embargo, los datos disponibles no fueron suficientes para determinar la causalidad; por eso la comunidad científica sigue estudiando y evaluando los efectos a la salud en cohortes que son estudios que se desarrollan desde antes del inicio del efecto o enfermedad hasta la presentación de la misma, en este caso desde antes del nacimiento para establecer los riesgos por exposición a plaguicidas persistentes y prohibición de los mismos, ya que hay suficientes elementos para conside-

rar su participación como un legado tóxico.

Es importante destacar que la exposición de los niños a los plaguicidas debe limitarse tanto como sea posible, ya que los fetos, bebés y niños muestran una mayor vulnerabilidad por su curiosidad, dosis más alta en relación a su peso, su acelerado metabolismo, poca capacidad para desintoxicación y susceptibilidad que los adultos.

Además, otros estudios han asociado el uso de pla-

Foto: Luis Gomero/  
Salud con lupa

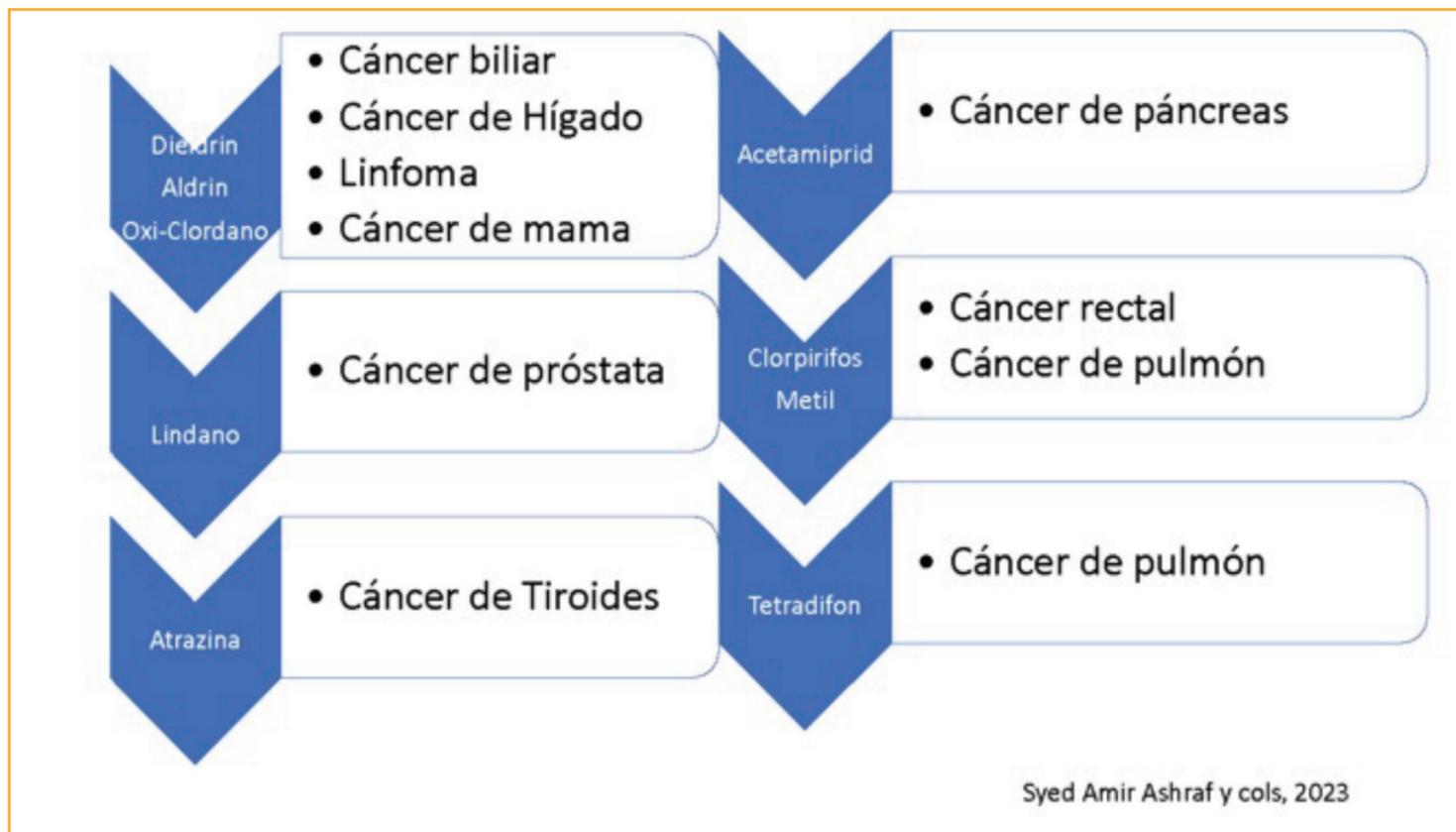
guicidas y otros efectos adversos a la salud que incluyen defectos físicos congénitos, bajo peso al nacer y muerte fetal.

Así mismo, que los padres o sus hijos ocupacionalmente expuestos a plaguicidas (por trabajar en el campo con agroquímicos) tienen un mayor riesgo de presentar dificultades en su desempeño neuroconductual, neurocognitivo o neuromotor.

También se demostró que la exposición a plaguicidas

que dura entre cinco y 10 años se asocia con un aumento de entre 5 por ciento y del 11 por ciento del riesgo de desarrollar la enfermedad de Parkinson.

Con respecto al cáncer en adultos, el escenario es muy similar. Un grupo de científicos brasileños llevó a cabo una revisión integradora de la literatura de estudios publicados sobre la exposición a plaguicidas y cáncer, centrándose en agricultores, poblaciones rurales, aplica-



dores de pesticidas y trabajadores rurales.

Las asociaciones más consistentes encontradas fueron el cáncer de próstata, el linfoma no Hodgkin, la leucemia, el mieloma múltiple y los cánceres de vejiga y colon. En paralelo se están llevando a cabo estudios que investigan más a fondo la relación entre los plaguicidas y las neoplasias de testículo, mama, esófago, riñón, tiroides, labio, cabeza; también se recomiendan el cuello y los huesos.

En este sentido, los investigadores en oncología creen que hay evidencia suficiente para recomendar que los pacientes reduzcan la exposición a todos los plaguicidas.

Siguiendo esta reflexión, el presente escenario demuestra la importancia de abordar el tema "plaguicidas y salud humana" en la agenda pública y la urgencia de intensificar la coordinación y articulación de políticas públicas en las áreas de agricultura, desarrollo agrario y agricultura familiar, considerando sus interfaces con las políticas públicas en las áreas económica, de infraestructura, social y ambiental.

Evidentemente, tales acciones deben basarse en la soberanía, el principio de la dignidad humana y derecho a la salud al vivir en un mundo libre de contaminantes, dere-

chos fundamentales previstos por la ley.

Además, las estrategias de manejo ambientalmente amigables que incluyen algunos enfoques de biorremediación (es decir, fitorremediación, microalgas biorremediación, microrremediación y degradación microbiana) son alternativas ecológicas viables.<sup>3</sup>

### Conclusión

Aunque los plaguicidas se desarrollan para prevenir, eliminar o controlar plagas dañinas, muchos estudios han planteado preocupaciones sobre los peligros de estos compuestos tóxicos para el medio ambiente y la salud humana.

La relación entre la exposición a ciertos plaguicidas y la incidencia de algunas enfermedades es convincente y no pueden ignorarse. Además, algunos miembros de la población tienen una susceptibilidad genética (son más vulnerables debido a su constitución biológica) inherente a las enfermedades asociadas a los plaguicidas y, por lo tanto, es probable que corran mayor riesgo que otros y ahí aplica el principio precautorio.

La evidencia sugiere que gran parte de esta exposición se presenta con mezclas múltiples de sustancias químicas y se desconoce el efecto tóxico

de dicha exposición, particularmente en escalas de tiempo más largas. Es muy importante desarrollar precisión y exactitud en la cuantificación de plaguicidas, por medio de monitoreos en zonas de riesgo de exposición, alimentos y agua, junto con perfiles de seguridad mejorados para reducir los posibles efectos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente.

No dejar de insistir en determinar qué tipos de productos químicos o fórmulas son más adecuados para el manejo ambiental y ecológico de plagas. Por lo tanto, con fines agrícolas se deben utilizar agentes naturales de control biológico, como bac-

terias, virus, insectos y nemátodos (como las lombrices) beneficiosos.

Además, el sector público y el privado, las agencias gubernamentales, las organizaciones no gubernamentales y los fabricantes, deben enfocar sus esfuerzos en la investigación, el desarrollo de productos, las pruebas, el registro de productos y la implementación de estrategias de uso de plaguicidas, al tiempo que abogan por la educación pública sobre su uso, la agroecología, el monitoreo de la cadena alimenticia (granos, animales, humanos, etc.), ya que todos estamos expuestos.

¿Y usted qué opina?

### Referencias

- <sup>1</sup>Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: en la mitad del camino hacia 2030. Objetivos, metas e indicadores (LC/PUB.2023/13-P)*, Santiago, 2023.
- <sup>2</sup>Editorial. *Clinics*. 2023, 78: 100249. <https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2023.100249>
- <sup>3</sup>Ki-Hyun Kim, Ehsanul Kabir, Shamin Ara Jahan. *Exposure to pesticides and the associated human health effects*. *Science of The Total Environment*. 2017;575: 525-535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.009>
- <sup>4</sup>Catálogo oficial de plaguicidas restringidos 1996. Comisión intersecretarial para el control y uso de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas (Cicoplafest).
- <sup>5</sup>Bailey et al. *Home pesticide exposures and risk of childhood leukemia: Findings from the childhood leukemia international consortium*. *nt. J. Cancer*. 2015;137: 2644-2663. <https://doi.org/10.1002/ijc.29631>

**María del Carmen Martínez Valenzuela,  
Victoria Conde Ávila**  
*Laboratorio de Genotoxicología,  
Unidad de Investigación en Ambiente y Salud,  
Universidad Autónoma de Occidente*

**Ana Laura Calderón Garcidueñas**  
*Departamento de Neuropatología  
y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez*

# ¿Qué son los COP, cómo nos afectan y cómo podemos evitarlos?

Si comparamos la salud de los niños de generaciones de hace 50 o 60 años, con la salud actual de los niños, nos da la sensación de que nuestros pequeños son cada vez más frágiles y enfermizos.

Las enfermedades son el resultado de factores genéticos que interactúan con factores ambientales, es decir, con el aire y agua que respiramos, lo que comemos e incluso lo que vestimos. ¿Han cambiado drásticamente nuestros genes? La respuesta es no. Entonces, ¿qué es lo que ha cambiado para mal? Definitivamente, el ambiente.

Desafortunadamente, los humanos, como habitantes de este planeta, hemos contribuido grandemente a su contaminación (contaminación antropogénica). Los seres humanos han creado, entre otras cosas, un grupo de sustancias químicas sintéticas, es decir, que no existían naturalmente en el ambiente, y que se utilizan con fines industriales, agrícolas o domésticos; entre estas sustancias, están los contaminantes orgánicos persistentes (COP).

Los COP son compuestos químicos sintéticos, extremadamente peligrosos, que permanecen en el ambiente por largos periodos. Su toxicidad (capacidad de causar daño) se relaciona con su forma química. Al ser sustancias orgánicas (compuestas de carbono), son muy parecidas a moléculas que encontramos en la naturaleza y en el cuerpo humano, por lo que pueden ingresar, interactuar o modificar químicamente procesos biológicos naturales.

Por ejemplo, pueden alterar el funcionamiento de las células, hormonas o genes.



Además, tienen la capacidad de viajar por el aire, el agua o acumularse en el suelo, así como en grasa de animales y seres humanos.

Por esta definición, diferentes sustancias de diversos grupos químicos han sido consideradas COP. Originalmente, 12 contaminantes llamados "la docena sucia" fueron seleccionadas como los COP de mayor peligro, con base en una investigación a nivel global.

Dichos compuestos son plaguicidas de uso agrícola, productos químicos industriales que encontramos en telas y utensilios de uso común; así como productos generados involuntariamente por

*Los contaminantes orgánicos persistentes están por todas partes y afectan más gravemente a las infancias*

Foto: UNICEF

reacciones químicas, la mala gestión de los basureros y la quema de material vegetal y chatarra electrónica.

Desde hace años, existe evidencia y un consenso sobre los riesgos que representa la contaminación por COP para todos los seres vivos. La mayoría de los COP pertenecen al grupo de sustancias cloradas (organoclorados), muchas de ellas liberadas al ambiente con la finalidad de actuar como plaguicidas.

Sin embargo, por el mismo principio biocida (que mata a seres vivos), dañan no solo a la plaga, sino que provocan afectaciones a todos los organismos en diferente nivel y

proporción. Entre los principales efectos en seres humanos se encuentran la intoxicación, el envenenamiento, el bloqueo de enzimas, la afectación hormonal, la pérdida de la fertilidad, alteraciones en la transmisión de estímulos cerebrales, déficit de atención, formación de tumores, cáncer y muerte.

México fue el primer país latinoamericano en firmar el Convenio de Estocolmo, que es un tratado internacional que entró en vigor en 2004, y en el cual los países participantes se comprometieron a vigilar, eliminar o restringir la producción y el uso de COP en beneficio del planeta.



La salud de niñas y niños de la actualidad está más comprometida por la mala calidad del medio ambiente

Foto: Juan José Estrada Serafín/Cuartoscuro

Actualmente, el convenio ha ampliado la lista de COP a 30 sustancias y sus derivados, tanto plaguicidas como de otros grupos químicos de alto riesgo y de vigilancia obligada, mientras otras sustancias se encuentran en evaluación para ser incluidas en próximas reuniones e implementar medidas de restricción.

Desde entonces, a nivel nacional se han implementado algunas acciones para frenar la producción y disminuir el uso de COP. En cuanto a plaguicidas específicamente, en México se han impuesto restricciones y prohibiciones a COP como el clordano, heptacloro, drinas, lindano, hexa y pentaclorobenceno, el DDT y el endosulfán.

Sin embargo, tras más de 20 de años desde la firma del convenio, los programas de monitoreo de contaminantes dependientes de institutos gubernamentales y los programas nacionales de gestión no suelen contemplar el monitoreo activo de COP para corroborar que estas sustancias no sean liberadas al ambien-

te o se encuentren en concentraciones elevadas.

Se deben tomar medidas urgentes y estrictas en el control y uso de plaguicidas, tanto los incluidos en el CE como de otras sustancias, ya que, aún en bajas concentraciones pueden causar daños permanentes en el ambiente y en la salud.

Finalmente, es importante apoyar la transición hacia una agricultura menos contaminante a través de la generación y aplicación de alternativas para su uso en el control de plagas. Actualmente, existen alternativas menos agresivas y de menor o nula toxicidad, pero aún no tienen la suficiente promoción y apoyo para implementarse a gran escala.

De esa manera se proveería no solo de seguridad ante prácticas y sustancias que ponen en peligro la salud de productores y la población en general, sino que se les brindarían herramientas prácticas indispensables para que la disminución de contaminantes sea una realidad.

Para leer más:

- Fiedler H, Kallenborn R, Boer J, Sydnes L. 2019. *The Stockholm Convention: A Tool for the Global Regulation of Persistent Organic Pollutants*. Chemistry International 41(2): 4-11. <https://doi.org/10.1515/ci-2019-0202>
- UNEP 2021. United Nations Environment Programme (UNEP). 2021. *Third regional monitoring report region of Latin America and the Caribbean global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants*. <http://chm.pops.int/Implementation/GlobalMonitoringPlan/MonitoringReports/tabid/525/Default.aspx>
- Convenio de Estocolmo. 2022. *Electronic Reporting System of the Stockholm Convention. Mexico profile*. <http://www.pops.int/Countries/CountryProfiles/tabid/4501/Default.aspx>
- SEMARNAT. 2016. *Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes*. México. <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-NIP-Mexico-COP5.Spanish.pdf>
- SEMARNAT 2022. SEMARNAT. 2022. *Programas de gestión para Mejorar la Calidad de Aire (ProAire)*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programas-de-gestion-para-mejorar-la-calidad-del-aire>
- Martínez VC, Gavilán GA, Conde AV, Barrientos AD, Apodaca AM, Luna VJG, Castro CG, Masías ALO. 2022. *Applying the Global Monitoring Plan and analysis of POPs results in atmospheric air in Mexico (2017–2018)*. Chemosphere 303(2) 135154. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135154>
- Martínez C, Martínez AA, Barrientos Alemán D, Gavilán García A, Caba M, Calderon Garcidueñas AL, Mora A, Zenteno E. 2022. *Persistent organic compounds in human milk and evaluation of the effectiveness of the Stockholm convention in Mexico*. Environmental Advances. 8. 100190. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100190>
- Romero T, Cortinas C, Gutiérrez V. 2009. *Diagnóstico nacional de los contaminantes orgánicos persistentes en México*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, INE. 344 pp.
- Convenio de Estocolmo. 2011. *Stockholm Convention. 2011. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs)*. <http://chm.pops.int>
- Martínez-Valenzuela C, Waliszewski SM, Amador-Muñoz O, Meza E, Calderón-Segura ME, Zenteno, Huichapan-Martínez J, Caba M, Félix-Gastélum R, Longoria-Espinoza R. 2017. *Aerial pesticide application causes DNA damage in pilots from Sinaloa, Mexico*. Environ Sci Pollut Res Int 24:2412-2420. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7974-5>
- Martínez Valenzuela CM, Casas GR, Berrelleza AAC, Ortega Martínez LD. 2019. *Plaguicidas, impacto en salud y medio ambiente en Sinaloa (México): implicaciones y retos en gobernanza ambiental*. Trayectorias Humanas Transcontinentales. 4:103-122. <https://www.unilim.fr/trahs/1615>
- Plan de Vigilancia Mundial para Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)* [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/688883/3\\_-\\_Reporte\\_GMP2\\_COP\\_8-12-2021.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/688883/3_-_Reporte_GMP2_COP_8-12-2021.pdf)
- Contaminantes Orgánicos Persistentes COP's* <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/COP.pdf>

# Cómo la extracción de metano daña a bebés en el noreste de México

Manuel Llano  
CartoCrítica, AC

El crecimiento en la demanda global de energía ha provocado en México y el mundo un aumento sin precedente en la extracción y consumo de metano, gas fósil al que erróneamente se le llama "gas natural".

Bajo la narrativa de que es una fuente de energía "natural" y que puede ser usado a modo "de transición" por ser una alternativa más limpia frente a otros combustibles fósiles como el carbón y el petróleo, su consumo se ha incrementado aproximadamente 30 por ciento cada década en los pasados cincuenta años.

Para 2019, de acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía (IEA), el metano fue la segunda fuente de energía para la generación eléctrica (24 por ciento), solo después del carbón (37 por ciento).

El metano, principal componente del gas fósil, es el segundo gas de efecto invernadero (GEI) de mayor importancia en provocar el calentamiento global. Su tiempo de vida en la atmósfera es de aproximadamente 12 años; su potencial de calentamiento global en un lapso de 20 años es 82.5 veces mayor que el del dióxido de carbono (IPCC).

Además, es precursor del ozono troposférico, un contaminante que afecta los ecosistemas y la salud humana, principalmente con daños al sistema respiratorio. De las muertes por enfermedades respiratorias causadas por ozono a nivel global, 15 por ciento se le atribuyen al aumento de las concentraciones de metano.

Pero los riesgos asociados con el metano van más allá de su impacto en el cambio cli-

mático y en la tropósfera. La extracción de este gas, especialmente mediante la perforación y fracturación hidráulica de pozos de hidrocarburos, tiene serias implicaciones para la calidad del aire en el área de extracción. Y es que durante estos procesos se liberan una serie de compuestos orgánicos volátiles (COV) tóxicos, como benceno, tolueno, etil-benceno y xileno, conocidos por las siglas BTEX.

Estos COV son conocidos por ser teratógenos y disruptores endócrinos para los seres humanos. Es decir, que pueden atravesar la placenta durante el embarazo, exponiendo a sus efectos nocivos a los bebés que aún no han nacido, lo que puede resultar en malformaciones congénitas y otras afecciones al desarrollo fetal (McKenzie *et al.*, 2014).

Éste es uno de los aspectos menos explorados sobre el mal llamado gas natural: las afectaciones ya no solo del metano como gas de efecto invernadero y precursor del ozono, sino en relación con los daños a la salud ocasionados a la población circundante a las áreas de extracción por causa de los COV liberados.

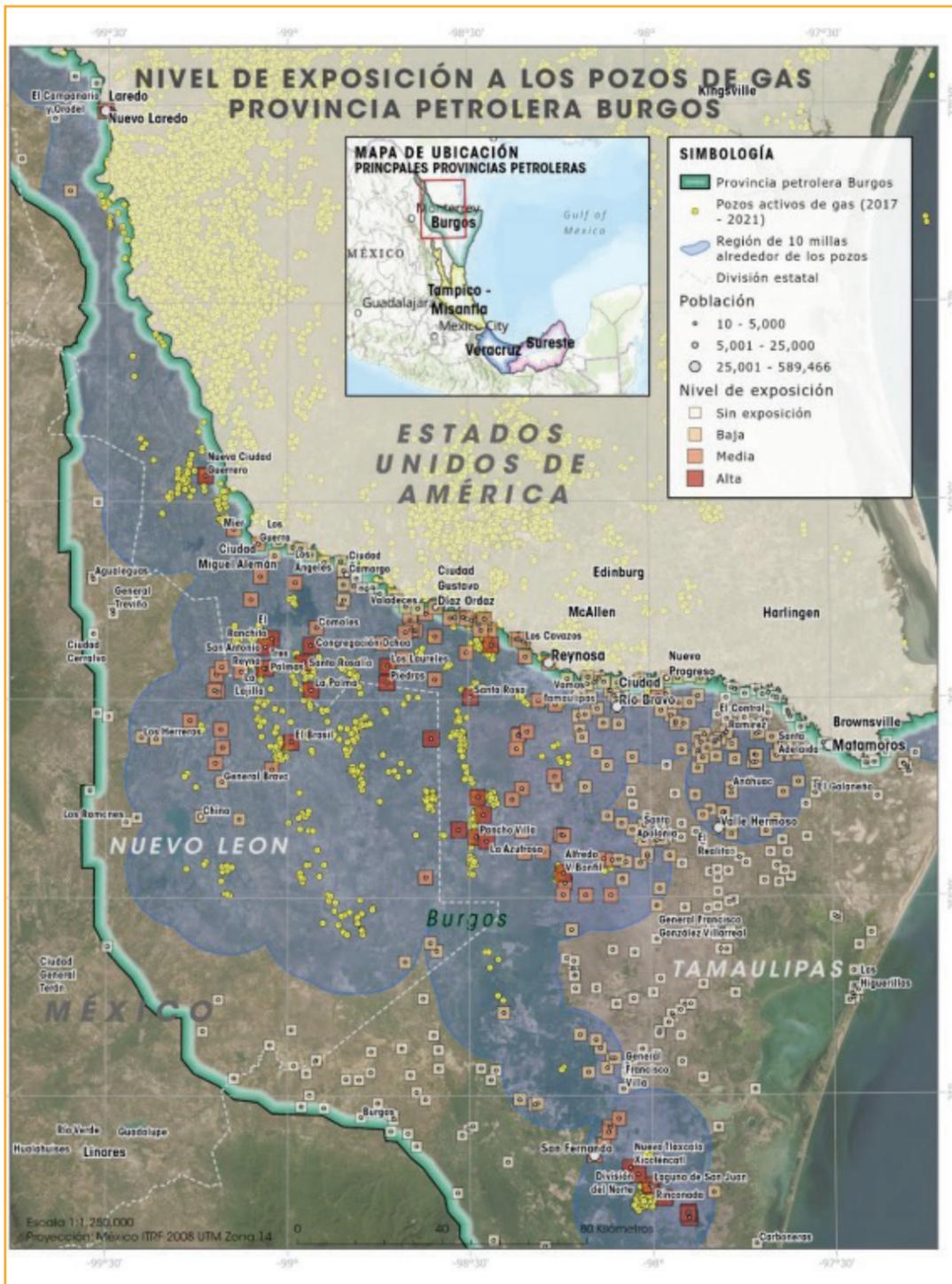
Para conocer más sobre estas afectaciones, desde la organización CartoCrítica, con apoyo del Centro Mexicano de Derecho Ambiental, realizamos una exploración geostatística sobre los impactos al desarrollo fetal, particularmente sobre anomalías congénitas y genéticas en los recién nacidos, causados por la proximidad de los pozos de gas a las residencias de las madres embarazadas de la provincia petrolera de Burgos (ubicada en el norte de Ta-

## ANOMALÍAS EN EL DESARROLLO FETAL (CONGÉNITAS Y GENÉTICAS) Y NÚMERO DE CASOS DE LA PROVINCIA DE BURGOS

CÓDIGO	AFECCIONES	NÚMERO DE CASOS
Q00 - Q07	Malformaciones congénitas del sistema nervioso	89
Q10 - Q18	Malformaciones congénitas de los ojos, oído, cara y cuello	115
Q20 - Q28	Malformaciones congénitas del sistema circulatorio	30
Q30 - Q34	Malformaciones congénitas del sistema respiratorio	6
Q35 - Q37	Fisura del paladar y labio leporino	104
Q38 - Q45	Otras malformaciones congénitas del sistema digestivo	64
Q50 - Q56	Malformaciones congénitas de los órganos genitales	160
Q60 - Q64	Malformaciones congénitas del sistema urinario	12
Q65 - Q79	Malformaciones y deformidades congénitas del sistema osteomuscular	376
Q80 - Q89	Otras malformaciones congénitas	58
Q90 - Q99	Anomalías cromosómicas no clasificadas en otra parte	58

## CLASIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN DE RECIÉN NACIDOS POR ANOMALÍA EN EL DESARROLLO FETAL Y GRADO DE EXPOSICIÓN EN LA PROVINCIA PETROLERA DE BURGOS

CATEGORÍA	NIVEL DE EXPOSICIÓN A POZOS DE GAS			
	SIN EXPOSICIÓN	BAJA	MEDIA	ALTA
Nacimientos de embarazo único	42,388	16,294	62,161	32,419
Malformaciones congénitas del sistema nervioso	22	7	41	19
Malformaciones congénitas de los ojos, oído, cara y cuello	25	15	48	27
Malformaciones congénitas del sistema circulatorio	4	2	14	10
Fisura del paladar y labio leporino	16	15	51	22
Otras malformaciones congénitas del sistema digestivo	5	8	33	18
Malformaciones congénitas de los órganos genitales	30	14	83	33
Malformaciones y deformidades congénitas del sistema osteomuscular	82	46	176	72
Otras malformaciones congénitas	10	7	31	10
Anomalías cromosómicas no clasificadas en otra parte	17	7	29	5



*Los datos identifican una asociación positiva entre la cercanía a los pozos de gas y el impacto negativo en la salud fetal; de confirmarse esta relación sería necesario revisar las regulaciones ambientales y de salud vigentes*

alta, o sin exposición para localidades más alejadas de los pozos activos.

El estudio reveló que las áreas con una alta concentración de pozos de gas tienen una mayor incidencia de malformaciones congénitas en recién nacidos. Los hallazgos más preocupantes son:

**Sistema digestivo:** los recién nacidos que viven cerca de pozos de gas tienen hasta 4.71 veces más probabilidades de presentar malformaciones en el sistema digestivo.

**Sistema circulatorio:** en estos casos, la probabilidad aumenta hasta 3.27 veces.

**Fisura del paladar y labio leporino:** la probabilidad es de hasta 2.44 veces más alta.

**Órganos genitales:** aquí, la probabilidad aumenta hasta 1.89 veces.

Estos resultados son consistentes con los estudios previos realizados en Colorado y Oklahoma, que también mostraron una asociación entre la actividad de pozos de gas y malformaciones congénitas.

En estos estados del vecino país, se encontró una asociación positiva entre la presencia de pozos de gas natural dentro de un radio de 10 millas de la residencia materna y malformaciones congénitas.

El 71 por ciento de la población de Burgos reside en áreas con niveles bajos, medios o altos de exposición a los pozos activos de gas natural. Aunque este estudio solo se enfoca en el riesgo de malformaciones congénitas, la exposición a los contaminantes puede afectar a toda la población, independientemente de su edad, género o estado de gestación.

En resumen, los datos identifican una asociación positiva entre la cercanía a los pozos de gas y el impacto negativo en la salud fetal; de confirmarse esta relación sería necesario revisar las regulaciones ambientales y de salud vigentes para el sector extractivo de hidrocarburos y corregirlas para proteger a la gente.

maulipas, el noreste de Nuevo León y el margen noreste de Coahuila).

Para realizar este estudio recopilamos los datos sobre certificados de nacimiento y la ubicación y actividad de los pozos de gas del 2017 al 2021 de dicha provincia petrolera. Se analizaron más de 153 mil registros de nacimientos en los que la madre residía en Burgos.

De éstos se seleccionaron los casos en los que los recién nacidos presentaban alguna malformación congénita, deformidad o anomalía cromosómica, en relación con el resto de los nacimientos que no presentaban estas malformaciones.

Para evaluar el impacto de la proximidad a los pozos de gas en la salud de los recién

nacidos, se utilizó un método llamado "distancia inversa ponderada" (IDW, por sus siglas en inglés). Este método toma en cuenta el número de pozos y la distancia entre estos y los centros de población, asignando un valor más alto a las localidades que están más expuestas a los pozos activos de gas.

El nivel de exposición se exploró en un radio de 10 millas (16.09 kilómetros), pues esta es la distancia a la que estudios similares han encontrado afectaciones en el desarrollo fetal provenientes de la extracción de gas en Colorado y Oklahoma, Estados Unidos, logrando así que los resultados sean comparables.

Así se pudo categorizar el nivel de exposición de cada localidad en baja, media y

Los resultados de esta investigación están disponibles en:

[https://cartocritica.org.mx/wp-content/uploads/2023/06/Impactos-al-desarrollo-fetal-por-proximidad-a-pozos-de-gas-natural\\_230523FINAL.pdf](https://cartocritica.org.mx/wp-content/uploads/2023/06/Impactos-al-desarrollo-fetal-por-proximidad-a-pozos-de-gas-natural_230523FINAL.pdf)

Bibliografía:

McKenzie LM, Guo R, Witter RZ, Savitz DA, Newman LS, Adgate JL. (2014). *Birth outcomes and maternal residential proximity to natural gas development in rural Colorado*. Environ Health Perspect 122:412–417. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1306722>, consultado en noviembre 2022.

Jesús Magdiel Díaz García<sup>1</sup>  
y Octavio Gaspar Ramírez<sup>2</sup>

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y  
Diseño del Estado de Jalisco, Subsele Noreste

<sup>1</sup>Doctorante, jegarcia\_al@ciatej.edu.mx

<sup>2</sup>Investigador, ogramirez@ciatej.mx

Los autores encomiamos a la organización Un Salto de Vida en su defensa por el río Santiago y agradecemos al Pronaces Agentes Tóxicos por el acceso a la información.

# La emergencia sanitaria y ambiental de El Salto también afecta a la niñez

El río Santiago, ubicado en el estado de Jalisco, es uno de los más contaminados del mundo. Nace en el lago de Chapala y desemboca en el Océano Pacífico; recorre 475 kilómetros atravesando algunos municipios como El Salto, Juanacatlán, Tonalá y la Cofradía.

Estos municipios conforman parte de la región de emergencia sanitaria y ambiental (RESA), comúnmente llamada "región de El Salto", uno de los infiernos ambientales más críticos del país, de-

bido a que convergen diversos factores causales. Entre ellos la concentración de industrias, la inseguridad, la devastación y contaminación ambiental, y los problemas sanitarios y sociales.

El deterioro de la salud infantil en la región de El Salto requiere atención urgente. No olvidemos el caso de Miguel Ángel, un niño de ocho años que perdió la vida hace 15 años al caer accidentalmente al río Santiago mientras jugaba. Hasta hoy, ni el gobierno ni la empresa han reconocido

*Aspecto de la cuenca El Ahogado, cuyas aguas desembocan en el río Santiago en el municipio de El Salto, Jalisco, el cual es utilizado para descargar desechos del sur de la zona metropolitana de Guadalajara, el 7 de febrero de 2021*

**Foto: Arturo Campos Cedillo/La Jornada**

que el deceso fue por intoxicación de contaminantes presentes en el río y no por ahogamiento.

Al respecto, la investigadora Domínguez-Cortinas ha documentado desde el año 2010 problemas de salud críticos en niños y niñas de entre seis y 10 años que residen en comunidades cercanas al río.

Estos problemas abarcan una amplia gama de afecciones, entre ellas la disminución de habilidades cognitivas, el bajo rendimiento escolar, trastornos del sueño, altera-

ciones hematológicas, obesidad, afecciones dermatológicas. Igualmente alergias, problemas en las conjuntivas oculares, cefaleas y, aun más preocupante, la presencia de fuertes antecedentes familiares de neoplasias, diabetes e hipertensión arterial.

La investigación también resalta los altos niveles de exposición a sustancias tóxicas, como plomo, arsénico, cadmio, mercurio, compuestos volátiles y orgánicos persistentes, que afectan a hasta el 95 por ciento de los niños



*Los vecinos de la colonia La Azucena, en el municipio de El Salto, denunciaron que en la calle Tabachines, en su cruce con Rosas y Azucenas Poniente, cada vez que llueve, por más leve que sea o por más intensa que sea la lluvia, las coladeras de la colonia se convierten en un desastre.*

**Foto: Metrópoli**

y niñas de las comunidades más cercanas al río.

Además, una investigación realizada por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en 2011, puso de manifiesto la presencia de más de mil contaminantes orgánicos de origen industrial en el río Santiago.

Esta situación exige una acción inmediata por parte de las autoridades para proteger la salud de los niños y niñas de esta región y remediar esta grave crisis de salud pública.

Las estadísticas proporcionadas por la Unidad de Inteligencia de Salud Pública también son alarmantes, pues reflejan que los menores de cuatro años de edad tienen la misma tasa de mortalidad por insuficiencia renal aguda no especificada que los adultos mayores de 44 años.

Aun más preocupante: la Secretaría de Salud del Estado de Jalisco señala que entre las principales causas de mortalidad por enfermedades no infecciosas en menores de cuatro años se encuentran las leucemias.

La exposición al benceno está fuertemente asociada a esta enfermedad, y los niños de la región de El Salto presentan niveles muy altos de exposición a dicho compuesto.

Los datos anteriores reflejan un panorama crítico y sumamente alarmante para los habitantes que conviven con el río Santiago. Por ello, en 2022, la CNDH lanzó la recomendación 134/2022 sobre el caso de las violaciones a los derechos humanos, a un medio ambiente sano, al agua y saneamiento, a la salud y al principio del interés superior de la niñez, derivado de

la contaminación en el citado río.

No solo eso; la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) también exigió al Estado mexicano la adopción inmediata de las medidas necesarias para proteger los derechos a la vida, integridad personal y salud de las personas que conviven con el río Santiago y el lago de Chapala (resolución 7/2020; medida cautelar 708-19). Ello, como respuesta a las múltiples denuncias elevadas por diversos actores (colectivos, investigadores, periodistas, asociaciones, etc.) desde hace más de 20 años y que el Estado ha omitido.

Ante estas omisiones es de encomiar que el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (Conahcyt), a través de su Programa Nacional Estratégico (Pronaces) Agentes Tóxicos, en colaboración con la Dirección de Salud Ambiental del CENAPRECE, esté promoviendo acciones intersectoriales en las comunidades afectadas de la región de El Salto.

Finalmente, estas comunidades están siendo escuchadas y tenidas en cuenta en la toma de decisiones que buscan promover el bienestar de la población, la salud humana y el medio ambiente.

En estas decisiones se da prioridad al derecho humano por encima de los intereses políticos y empresariales que han predominado en Jalisco durante muchos años. Y que han dejado a muchas familias en una situación de vulnerabilidad debido a la alta tasa de morbilidad y mortalidad causada por la contaminación del río Santiago.



**Roberto Hernández Raygoza**  
Médico especialista en neumología pediátrica  
UMAE Hospital de pediatría, CMNO, IMSS,  
Guadalajara, Jalisco  
Candidato a investigador nacional SNI, Conahcyt  
Correo-e: robertodr25@hotmail.com

# Infancia entre humo y arcilla: ladrilleras y su impacto en la salud pulmonar

La actividad ladrillera es relevante para la economía de México, y tiene una importante función social pues absorbe una gran cantidad de mano de obra familiar.

En México, de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), en 2020 se encontraban registradas 8 mil 562 ladrilleras.

Este sector genera 52 mil 315 empleos. La presencia de ladrilleras dentro y en las periferias del área urbana de las ciudades tiene un trasfondo cultural e histórico en los países en vías de desarrollo como el nuestro.

La contaminación atmosférica proveniente de los hornos ladrilleros artesanales en México representa una violación a las leyes ambientales y obedece a la ausencia de una normatividad regulatoria; el crecimiento de hornos ladrilleros sin regular en el país representa una amenaza continua para la salud pública.

Las emisiones de contaminantes de las ladrilleras dependen de la temperatura, el tiempo de cocción, del tipo de combustible y del horno que se utilice.

La industria ladrillera mexicana utiliza tecnologías poco eficientes, siendo los combustibles que se utilizan muy diversos y de baja calidad, como neumáticos, aserrín, cenizas, aceite, plásticos, basura electrónica, entre otros.

Las emisiones de contaminantes reportadas en las ladrilleras se relacionan con monóxido de carbono (CO), de material particulado menor a 2.5 y 10 micrómetros (PM2.5 y PM10), compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido



*El típico horno de ladrillos, ubicado en el mismo predio de la vivienda*

de sulfuro (SO<sub>2</sub>), metales pesados, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), bifenilos policlorados (BPC), arsénico, plomo, entre otros.

La principal ruta de exposición a contaminantes es el aire, y ocurren, además, procesos de deposición atmosférica en suelo, sedimentos y cuerpos de agua.

Por todo lo anterior, esta actividad se convierte en un problema de salud pública pues es común que el establecimiento de las ladrilleras se realice alrededor de las zonas urbanas. Existe población susceptible a efectos en la salud, no solo los trabajadores, sino también niños, mujeres y adultos mayores, además de que se incrementa la vulnerabilidad ante embarazos y enfermedades crónicas.

## Desarrollo, crecimiento y daño pulmonar en la infancia

Al nacimiento, el crecimiento y madurez pulmonar no ha sido aún completados, culminando este proceso hasta los 18 años como edad promedio. Es durante este periodo de máximo crecimiento y desarrollo del sistema respiratorio cuando es más vulnerable a los efectos de la exposición de contaminantes o cualquier otro agente externo que pueda interrumpir o alterar el crecimiento y desarrollo pulmonar normal.

La emisión de contaminantes generados por las ladrilleras, como el dióxido de carbono, bióxido de nitrógeno, bióxido de azufre y las partículas menores, afectan el crecimiento y desarrollo pulmonar, principalmente el PM10 y

PM2.5. Estos contaminantes, al ser inhalados, se depositan en las partes más distales de las vías respiratorias. Y por su tamaño no pueden salir o ser exhaladas; entonces penetran y son absorbidas por la sangre y transportados al resto del pulmón y hacia otros órganos, deteriorándolos y ocasionando incluso un daño irreversible.

Los efectos agudos a la exposición de contaminantes son inmediatos y reversibles cuando cesa la exposición al contaminante. Los más comunes, son la irritación de los ojos, dolor de cabeza y náuseas, aumento en la frecuencia de infecciones respiratorias, dificultad para respirar, crisis asmática.

La exposición prolongada durante las primeras dos décadas de vida tiene efectos



crónicos y duran indefinidamente llegando a ser irreversibles.

Generalmente, incluyen la alteración del desarrollo pulmonar traducido en una disminución de la capacidad respiratoria e inflamación crónica de los pulmones, lo que condiciona el desarrollo de tos crónica, asma bronquial, infecciones respiratorias recurrentes. Y en adultos jóvenes, desarrollo de enfisema pulmonar, bronquitis crónica y cáncer tanto de los pulmones como en otros órganos, debido a un prolongado periodo de exposición a contaminantes tóxicos del aire, como son el asbesto y berilio catalogados como agentes carcinógenos.

Existen pocos estudios realizados en zonas ladrilleras de México dirigidos a exposición ambiental de contaminantes y monitoreo biológico en trabajadores y población expuesta. Sobre todo, enfocados al efecto

en los pulmones de niños y adolescentes.

En el 2020, publicamos un estudio realizado en la zona metropolitana de Guadalajara en el cuál encontramos que el 23 por ciento de los adolescentes entre los 11 y 15 años que viven a menos de 500 metros de una ladrillera presentan algún grado de alteración en la capacidad y función de sus pulmones. El principal contaminante fue el PM10. Sin embargo, no todos los contaminantes generados por las ladrilleras fueron ni son medidos, cuando es evidente que la población no está expuesta a un solo contaminante sino a una mezcla de los mismos.

Al demostrar que existe un efecto de los contaminantes que generan las ladrilleras sobre el desarrollo de los pulmones de niños y adolescentes, y que esto representa un daño pulmonar irreversible condicionando el desarrollo de enfermedades pulmona-

*Pésima combinación:  
llantas usadas como  
combustible del horno  
ladrillero*

*Foto: gob.mx*

res crónicas y graves como lo es el cáncer, deben tomarse medidas preventivas encaminadas a evitar el deterioro de la salud de los pulmones de la población expuesta y la que habita en las cercanías de las ladrilleras.

Cabe destacar que los niños pasan gran parte del día en las escuelas y espacios públicos abiertos realizando actividades físicas principalmente durante el día. Es cuando la concentración de contaminantes ambientales es mayor.

Existen diversas propuestas con el fin de reducir los impactos contaminantes del sector ladrillero en el ambiente y la salud. Por ejemplo, el desplazamiento de los hornos hacia zonas alejadas de la población y que éstos cuenten con tecnologías que puedan reducir las emisiones de contaminantes y que además cumplan con las normas ambientales. Sustituir combustible por gas natural y, sobre

todo, la aplicación de medidas para el uso de equipos de protección personal.

Los seres humanos tenemos el derecho a respirar aire libre de contaminantes desde los primeros años de vida, lo que se traduce en un adecuado crecimiento y desarrollo de los pulmones libre de enfermedades respiratorias.

Si bien la problemática de las ladrilleras obedece a condiciones económicas, culturales, históricas, tecnológicas y políticas, éstas no deben interferir en lograr una niñez y adolescencia sana, libre de condiciones que atenten contra su salud y bienestar. Se debe cumplir así con la ley general de los derechos de niñas, niños y adolescentes de vivir en condiciones de bienestar y un sano desarrollo integral. Además de ofrecer condiciones que garanticen el descanso, juego y esparcimiento dentro de un espacio libre de contaminantes.

Jaqueline Calderón Hernández, UASLP

Lizet Jarquín Yáñez, CONAHCYT-UAZ

Yelda Leal

Coordinación de Investigación en Salud del IMSS

José Luis Vázquez, Hugo Germán Reyes, Juan

Armando Barrón, José Carlos Morin

Cinvestav, IPN-Tamaulipas

Correos-e respectivos: calderoj@uaslp.mx, draljarquin@hotmail.com, yelda.leal@imss.gob.mx, Joseluis.gonzalez@cinvestav.mx

# En marcha, la creación del observatorio de cancerígenos ambientales

Con el fin de enfrentar la crisis ambiental y reducir su impacto en la salud humana, actualmente en el mundo se han comenzado a establecer nuevas estrategias de trabajo transversal basadas en la integración de diferentes sectores involucrados, tanto en el ámbito ambiental como en el de la salud pública. Dichos trabajos incluyen a la comunidad científica, instituciones de salud y sociedad en general, aunque no se reducen solo a estos.

En este tipo de estrategia de investigación e innovación coadyuvan, con los limitados recursos disponibles, a llevar a cabo esfuerzos de prevención dirigidos a poblaciones específicas y geográficamente definidas por la prevalencia de problemas ambientales y su correspondiente impacto en la salud de las personas.

En este contexto, el diagnóstico, tratamiento oportuno e identificación de causas ambientales evitables son tareas clave en el abordaje estratégico antes descrito.

Es por esto que se creó un equipo multidisciplinario que incluye: científicos de datos, liderados por el Dr. José Luis González Compeán; científicos de la salud y el ambiente, liderado por la Dra. Jaqueline Calderón Hernández; y el equipo del Registro Nacional de Cáncer, liderado por la Dra. Yelda Leal, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Actualmente, colaboran en este observatorio posdoctorantes y alumnos de doctorado del Conahcyt.

Utilizando técnicas de inteligencia artificial, analítica de datos y sistemas de ciencia de datos en la nube, este equi-



po de trabajo ha desarrollado el Observatorio Nacional de Cancerígenos Ambientales, cuyo propósito está orientado a conseguir tres metas básicas:

- Concentrar los datos producidos por gobierno, comunidad científica y/o la sociedad civil que sean considerados relevantes sobre el medio ambiente (incluyendo climatología) y salud.

En el caso de los datos medioambientales se consideran emisoras de cancerígenos, emisiones de sustancias cancerígenas y la contaminación del ambiente por dichas sustancias, así como datos de clima (temperaturas, precipitaciones, ráfagas de viento, etcétera).

En cuanto a los datos de salud pública se consideran, pero no se reducen solo a estos, datos

*Los humos tóxicos de los incendios empeoran la de por sí mala calidad del aire de las ciudades mexicanas*

Foto: Reporte 32 MX

describiendo incidencia, mortalidad, actividades económicas y/o hábitos conductuales (alimenticios, movilidad) relacionados con cualquier tipo de cáncer.

- Crear, a partir de estos cúmulos de datos digitales, productos digitales que soporten procesos de toma de decisiones, realizar estudios exploratorios y/o diagnósticos sobre cancerígenos ambientales y su impacto sobre la salud.
- Establecer un atlas de riesgo nacional sobre cancerígenos ambientales y salud pública. Con énfasis especial sobre el cáncer y a diferentes niveles espaciales: nacional, estatal, municipal e incluso de código postal). Se espera que dicho atlas proporcione información intuitiva sobre estos riesgos a la comunidad científica, a las

dependencias gubernamentales y especialmente, a la ciudadanía.

A partir de este observatorio nacional, hemos establecido un plan de acción que incluye las siguientes estrategias:

- Identificar zonas de alta incidencia de cancerígenos ambientales (matrices ambientales y biológicas) e identificar fuentes emisoras de cancerígenos.
- Analizar la distribución de los casos con una perspectiva geográfica a nivel de áreas pequeñas y priorizar zonas de atención.
- Diseño y operación de un sistema de rastreo de salud pública ambiental. Plantear estrategias para establecer una ruta de atención oportuna en las zonas con alta incidencia de la enfermedad y reducir la pérdida de años de vida saludables o la mortalidad prematura asociada a la leucemia lin-

*Una condición de salud tan compleja como el cáncer debe abordarse desde una estrategia integral de gestión de riesgos, en la que participen los investigadores, el sector salud, la sociedad, la industria y los tomadores de decisiones.*

focítica aguda (LLA) en la población pediátrica

- Entrenamiento del personal de salud para reconocer y considerar la contribución de las exposiciones a cancerígenos ambientales, adicional a los signos y síntomas tradicionales, especialmente en el caso de la leucemia linfocítica aguda.

- Fortalecer la capacidad nacional del sistema de salud en México para responder eficazmente a esta demanda de salud pública a través del desarrollo de productos de innovación aplicables a entornos clínicos, de investigación y de toma de decisiones.

- Diseñar recursos didácticos para la "alfabetización sanitaria", trabajando con los usuarios finales (personal de salud, pacientes, habitantes de las comunidades de alta incidencia de la enfermedad e investigadores).

Una condición de salud tan compleja como el cáncer debe abordarse desde una estrategia integral de gestión de riesgos, en la que participen los investigadores, el sector salud, la sociedad, la industria y los tomadores de decisiones.

En países con presupuestos limitados, resulta primordial el acceso oportuno y eficiente para la atención del cáncer. Las iniciativas para preservar la salud, particularmente de la población más vulnerable, atendiendo a la inclusividad, deben promover acciones conjuntas que involucren a las comunidades locales valorando su conocimiento, cultura y experiencias, y generar acciones con los colaboradores locales para crear independencia y sostenibilidad.

Contaminación del aire	Impactos en la salud de adultos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enfermedades cardiovasculares</li> <li>Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)</li> <li>Enfermedades metabólicas, obesidad, diabetes</li> <li>Cáncer</li> </ul>
	Impactos en la salud de niños	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asma, disfunción pulmonar, atopia, infecciones respiratorias</li> <li>Autismo, efectos cognitivos</li> <li>Obesidad</li> <li>Cáncer</li> </ul>
	Impactos al nacimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo peso nacimiento a término</li> <li>Restricción del crecimiento intrauterino</li> <li>Nacimiento prematuro</li> <li>Muerte al nacer</li> </ul>
Mecanismos y morbilidades de interés asociadas a la contaminación del aire a lo largo de la vida. Mecanismos de daño incluyen: inflamación pulmonar sistémica, estrés oxidativo, modulación inmunológica, disrupción endocrina, efectos genéticos y epigenéticos.		
Copyright © 2023 American Academy of Pediatrics. All rights reserved.		

Para controlar la ocurrencia de nuevos casos de cáncer de origen ambiental es necesaria la reducción y eliminación de los agentes cancerígenos en el ambiente, lo cual se denomina "prevención primaria".

Identificar nuevos casos en etapas tempranas en zonas de alta incidencia de la enfermedad o escenarios de exposiciones a cancerígenos ambientales, vigilancia sindrómica comunitaria (síntomas que conforman una situación médica determinada), denominada "prevención secundaria". Y mejorar la atención para aumentar la sobrevivencia de los pacientes, denominada "prevención terciaria". Todo dentro de un esquema de reducción integral de riesgos.

**Contenido del Observatorio Nacional de Cancerígenos Ambientales**

Debido a la urgencia de acceder a información detallada y actualizada sobre la mortalidad vinculada a los diferentes tipos de cáncer, está en marcha el proyecto del Observa-

torio de Cancerígenos y Ambiente.

Esta iniciativa se encuentra en fase de diseño, aplicando metodologías de preprocesamiento y procesamiento de datos, así como esquemas avanzados de manejo y almacenamiento. Estas estrategias innovadoras buscan transformar la manera en que se presenta y entiende la información relacionada con el cáncer.

En la actualidad, uno de los esfuerzos más destacados es el Observatorio de Cancerígenos por Mortalidad. Con un enfoque en datos abiertos de mortalidad de todo el país, se espera que genere una serie de productos visuales que describan los diferentes tipos de cáncer, segmentados por sexo y rango de edad.

Estas visualizaciones aspiran a proporcionar una perspectiva completa sobre el cáncer en México. Será una herramienta vital para la ciudadanía y organismos relacionados.

La principal motivación detrás de este observatorio es ofrecer consultas rápidas y precisas, buscando influir en

áreas como la política pública, investigación y educación sanitaria. Además, uno de los puntos fuertes del proyecto es la adaptabilidad de las metodologías y esquemas que se están implementando. Esto augura un futuro en el que esta plataforma pueda expandirse a otros campos de la salud o incluso más allá.

Por su parte, el complemento del observatorio de contaminantes se enfoca en datos abiertos publicados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y por el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Estos datos reportan las emisiones y establecimientos a nivel nacional. Se pretende incluir a cada sustancia una etiqueta asignada por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés).

Se espera que este observatorio genere una serie de productos visuales que muestren los diferentes tipos de emisiones cancerígenas (basados en los grupos IARC 1, 2A, 2B y 3), por año (2004 a 2021), de manera espacial: nacional, estatal o municipal.

Estos materiales aspiran a proporcionar una perspectiva completa sobre los contaminantes y establecimientos que las emiten en México. Se trata de una herramienta vital para la comunidad científica, la ciudadanía y los organismos relacionados.

Los investigadores y personas interesadas podrán consultar las emisiones utilizando los perfiles que incluyen datos temporales (periodo 2004 a 2021) espaciales (nacional, estatal o municipal) y otras variables de interés.

# R respirar en las ciudades es una actividad de alto riesgo

**Gustavo Ampugnani**  
Greenpeace México

Artículo elaborado a partir del informe No apto para pulmones pequeños, elaborado por Greenpeace México y por la Red por los derechos de la infancia de México.

En las ciudades mexicanas vivimos en una crisis permanente por la contaminación del aire. Nos hemos acostumbrado a respirar aire contaminado cuando caminamos por la calle hacia nuestro trabajo o escuela, cuando nos sentamos a ver jugar a los niños y niñas en el parque o mientras vamos en el coche, bicicleta o transporte público.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia de salud ambiental NOM-025-SSA1-2021 y NOM-023-SSA1-2021 regulan los máximos permisibles de material particulado PM10 y PM2.5, y de dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub> presentes en el aire.

Los límites permitidos de estos contaminantes en el aire son más estrictos a partir de 2021, gracias a la presión de organizaciones ciudadanas dedicadas a la protección de la salud pública, de los derechos de los niños, niñas y adolescentes, y del medio ambiente.

Si bien los parámetros establecidos en estas NOM no son de aplicación inmediata, a lo largo de cinco años se espera que lleguen a equiparse a lo aconsejado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para considerarlos como seguros para la salud humana.

Por ejemplo, antes de la actualización de 2021, la norma mexicana permitía una concentración de hasta 75 µg/m<sup>3</sup> (microgramos por metro cúbico) de material particulado PM10 cada 24 horas, y de 40 µg/m<sup>3</sup> anual del mismo contaminante. Mientras, la OMS recomendaba 50 y 20 microgramos, respectivamente.

En el caso del material particulado PM2.5, la norma



mexicana aceptaba 45 µg/m<sup>3</sup> y 12 µg/m<sup>3</sup>, mientras la OMS recomienda 25 µg/m<sup>3</sup> y 10 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

De acuerdo con diversos estudios científicos, las partículas pueden llegar a la profundidad de los pulmones e incluso alcanzar el torrente sanguíneo, aumentando así la posibilidad de infartos al miocardio, asma agravada, reducción de la función pulmonar, entre otros efectos.

Las normas actuales en materia de material particulado ahora consideran una disminución gradual de concentración de estos contaminantes, empezando por el primer año después de publicada la norma, hasta llegar a los valores de la OMS en el quinto año.

Esto es, a partir de 2022 comienza a hacerse más estricto,

Foto: Greenpeace México

hasta llegar a los niveles recomendados en 2027.

Caso similar ocurre con la NOM-023-SSA1-2021 referente a la concentración máxima permisible de dióxido de azufre (NO<sub>2</sub>) que en el caso mexicano permitía hasta 395 µg/m<sup>3</sup> de concentración por hora, contra los 200 µg/m<sup>3</sup> por hora que recomienda la OMS.

Con la nueva norma actualizada, los valores permitidos en México serán iguales a los de la Organización Mundial de la Salud, aunque el Artículo Segundo Transitorio del Decreto detalla que su entrada en vigor fue el 27 de octubre de 2022.

La relación entre la contaminación del aire y los infartos cerebrales, enfermedades cardíacas, cáncer de pulmón, enfermedades respiratorias agudas o crónicas

como el asma, dolor de cabeza, mareo, irritación de ojos está demostrada y, según la Organización Mundial de la Salud, también es un factor de riesgo para la diabetes.

No obstante, más allá de las mejoras regulatorias realizadas en los últimos años, la contaminación del aire nos sigue enfermando.

Cada año, al menos 17 mil personas mueren por padecimientos vinculados a la contaminación del aire en nuestro país. Las más afectadas son las niñas, los niños y las personas de la tercera edad.

Pero en realidad, toda la población de las urbes mexicanas está expuesta a estos padecimientos y de no poder respirar aire limpio.

En niñas, niños y adolescentes, las afectaciones más agudas quedan evidencia-



das, por ejemplo, en las infecciones respiratorias agudas, que son la tercera causa de muerte en niñas y niños de primera infancia en México y cuyos casos pueden ser exacerbados de manera particular por ozono y partículas suspendidas, contaminantes que a su vez son comunes en varias ciudades del país.

De acuerdo con la literatura científica, niñas, niños y adolescentes también son más vulnerables a casos y empeoramiento de casos por asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, así como bajo peso al nacer.

Con el tiempo, la contaminación atmosférica puede conducir a déficits crónicos en la función pulmonar de estos grupos poblacionales y, a largo plazo, establecer el escenario para una diversidad de efectos respiratorios y cardiovasculares adversos a la salud observados en adultos, que incluyen infarto cerebral, enfermedades cardiovasculares, enfermedades pulmonares crónicas y cáncer, y que incluso podrían ser un factor de riesgo para la diabetes, según la OMS.

Existen razones fisiológicas por las cuales las niñas, niños y adolescentes resultan más vulnerables a la contaminación del aire. La primera de ellas es que respiran el doble de rápido. Otra razón es que su organismo, incluyendo su sistema inmunológico, está en desarrollo.

A esto se suma que las niñas, niños y adolescentes pasan buena parte del tiempo en exteriores, lo que les expone más tiempo que las personas adultas a la contaminación del aire.

México no es el único país que enfrenta problemas de calidad del aire. De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el 99 por ciento de la población mundial está expuesta a niveles peligrosos de contaminación del aire.

Esta agencia internacional estima que las muertes prematuras por este problema, cada año, alcanza la cifra de 7 millones de personas.

Es por la dimensión de este problema de escala glo-

*Exige Greenpeace a Cofepris mejor calidad de aire*

*Foto: Greenpeace*

bal que, desde el año 2020, se declaró al 7 de septiembre como el Día Internacional del Aire Limpio por un Cielo Azul.

Si bien la declaración por sí sola no cambia de raíz la situación, está diseñada para que tanto gobiernos, empresas y sociedad en general vuelquen su atención hacia este problema, y a que redireccionen sus esfuerzos a superarlo.

Desde Greenpeace creemos que las medidas concretas que deben llevarse a cabo para mejorar la calidad del aire en las ciudades mexicanas consisten en:

- ▼ Mantener actualizadas las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental. Estas normas regulan el límite máximo de emisio-

nes de gases contaminantes que puede haber en el aire, la gran mayoría ocasionados por el sector del transporte.

Esta regulación depende de las condiciones ambientales y necesidades de cada país. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció una guía con los límites máximos recomendados.

- ▼ Aumentar la infraestructura vial destinada al transporte público, el uso de la bicicleta y otras formas de movilidad no contaminante. En México, 80 por ciento del presupuesto de movilidad se destina a la creación de vialidades para los autos, esto a pesar de que solo tres de cada 10 personas utilizan el automóvil para trasladarse diariamente.

Las ciudades se han motorizado a tal grado que actualmente 70 por ciento de los contaminantes del aire proviene del automóvil.

#### DAÑO DE DISTINTOS TIPOS DE CONTAMINANTES DEL AIRE EN LOS TEJIDOS

Contaminante	Determinante de lesión	Tejido afectado
<b>Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)</b>	Altamente soluble	Daño en piel y vías respiratorias superiores.
<b>Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</b>	Menos soluble (NO <sub>2</sub> y O <sub>3</sub> son irritantes).	Penetración profunda en pulmones.
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>		Lesiones en bronquios.
<b>Monóxido de Carbono (CO)</b>		Hipoxia tisular.
<b>Material Particulado (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>0.1</sub>)</b>	Tamaño, estructura y composición determinan su toxicidad.	Partículas grandes: membranas mucosas. Partículas pequeñas: bronquios y alvéolos. Partículas ultrafinas: reacciones sistémicas de tejidos.

Fuente: "Contaminación del Aire y Enfermedades no comunicables", **CHEST Journal**.  
[https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692\(18\)32723-5/fulltext](https://journal.chestnet.org/article/S0012-3692(18)32723-5/fulltext)

**Jaqueline Calderón Hernández**  
UASLP y Programa de Salud Pública Global, Boston College

**Lizet Jarquín Yáñez**  
CONAHCYT y UAZ

**Yelda Leal**  
Coordinación de Investigación en Salud del IMSS

**José Luis Vázquez Compeán**  
Cinvestav, IPN-Tamaulipas

Correos-e respectivos: calderoj@uaslp.mx, draljarquin@hotmail.com, yelda.leal@imss.gob.mx, Joseluis.gonzalez@cinvestav.mx



## Así se da la exposición a sustancias químicas en las zonas urbanas

En las zonas urbanas las sustancias químicas se generan por actividades industriales, comerciales, o de servicios; pueden ser emitidas o transferidas al aire, al agua, al suelo, al polvo al producirse o usarse. Según sus características de toxicidad, persistencia en el ambiente y/o bioacumulación o si no se manipulan o disponen correctamente pueden causar efectos adversos a la salud y/o al medio ambiente.

Una sustancia química tiene propiedades o características específicas que se pueden usar para identificarla; además puede interactuar con otras sustancias y cambiar de forma.

Los niños se exponen a mezclas de sustancias químicas a través del aire, el suelo, el agua, el polvo de los entornos donde realizan sus actividades diarias; en casas, en la escuela o en las áreas de juego; incluso en actividades relacionadas con el trabajo infantil.

La población infantil es especialmente sensible a la contaminación del aire porque sus órganos se están desarrollando y tienen una mayor ingesta de aire o agua por peso corporal.

Por otro lado, algunos patrones de comportamiento, como llevarse objetos o las manos a la boca, jugar en los exteriores, gatear por el suelo, donde se exponen al polvo

que puede contener sustancias químicas que se acumulan en pisos y tierra, facilitan el contacto con las sustancias químicas presentes en el aire; a esto se le llama *exposición*.

La combinación de exposiciones a mezclas de sustancias químicas, adicional a la vulnerabilidad biológica, hace a la población infantil muy susceptible a los efectos causados por sustancias tóxicas presentes en el ambiente.

Si bien todas las comunidades experimentan las consecuencias de los contaminantes químicos presentes en los entornos donde vivimos o realizamos nuestras actividades diarias, los niños que viven en zonas urbanas mar-

ginadas o en zonas urbanas industrializadas se ven afectados de manera desproporcionada por la presencia de diversas sustancias químicas que son emitidas al aire, al agua o que se depositan en el suelo sin el tratamiento adecuado.

El daño a la salud es proporcional a la cantidad de sustancias químicas que ingresan al organismo, el tiempo de la exposición y el periodo de la vida en el cual se presenta la exposición.

Por ejemplo, el entorno en la vida intrauterina puede vulnerarse debido a las posibles exposiciones a los que puede estar sometida la madre. Algunos metales y metaloides, disruptores endocrinos,

*Los suelos acumulan tóxicos y los niños entran en contacto directo con dichas sustancias*

Foto: Gaceta UNAM





disolventes y otros productos químicos industriales, se han asociado con el desarrollo de problemas de salud a largo plazo.

Dependiendo de las características químicas de las sustancias tóxicas, éstas pueden atravesar la placenta o la barrera hematoencefálica y acumularse en el cerebro, como ocurre con algunos agentes neurotóxicos.

En las primeras etapas de la vida, la exposición a sustancias químicas tóxicas que se encuentran en el ambiente puede provocar daños irreversibles a la salud, por ejemplo, a través de cambios epigenéticos que interrumpen los procesos celulares normales y pueden conducir al desarrollo de cánceres en la niñez.

Los lactantes, adicional a la exposición de sustancias químicas a través del aire, también pueden estar expuestos a las sustancias químicas presentes en el agua si se alimentan con fórmula láctea en polvo que se prepara con agua contaminada, por ejemplo, con fluoruros.

En México, hay zonas urbanas y rurales donde los acuíferos tienen concentraciones de arsénico o fluoruros suficientes para afectar la salud de los niños. A pesar de existir normas oficiales mexicanas que establecen valores de se-

guridad ambiental para estos contaminantes, no se previene la exposición.

Hay evidencia científica que documenta el rol de las exposiciones a las sustancias químicas y la capacidad de éstas para actuar a través de múltiples vías biológicas, incluida la inmunosupresión y la mutagénesis. Esto respalda aun más la posibilidad de que las sustancias y las mezclas químicas comunes en los escenarios urbanos influyen en el desarrollo de enfermedades en los niños.

### La exposición a sustancias químicas tóxicas

El aire es una de las principales vías de transporte de las sustancias químicas en los escenarios urbanos.

Las fuentes de emisión pueden dividirse en:

- ▼ Fuentes fijas (actividad industrial), por ejemplo, la generación de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles, la producción de cemento, textiles, productos para el cuidado de la salud, la fundición de metales, la producción del acero, entre otras.
- ▼ Las fuentes puntuales en los vecindarios (comercios o servicios), como restaurantes que usan hornos de leña, tintorerías, uso de

Foto: Enciclopedia de ejemplos

leña para calefacción, carnes o alimentos asados al carbón, incineradores, crematorios, gasolineras, talleres de laminado y pintura, plantas de reciclado, talleres de carpintería, elaboración artesanal de ladrillos, quema de basura, incendios provocados, entre otras.

- ▼ Las fuentes móviles, como los vehículos automotores de diésel o gasolina que circulan por calles y carreteras.
- ▼ Las fuentes naturales, que incluyen la erosión del suelo, emisiones biogénicas, erupciones volcánicas, incendios forestales, entre otros.

La contaminación del aire exterior es una mezcla compleja de sustancias químicas que varía ampliamente en el espacio y el tiempo, lo que refleja la diversidad de fuentes y la influencia de los procesos atmosféricos.

Se compone de contaminantes primarios generados por la combustión y por contaminantes secundarios formados en la atmósfera a partir de gases precursores. Estos contaminantes pueden ingresar a los edificios (y vehículos) a través de puertas y ventanas abiertas, sistemas de ventilación y grietas en las estructuras, lo que aumenta la carga

de contaminantes del aire derivados del interior.

Los contaminantes del aire que se miden comúnmente incluyen material particulado PM2.5, PM10, dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre; la concentración de partículas se utiliza a menudo como indicador de los niveles de contaminación del aire.

La Agencia Internacional de Investigaciones sobre Cáncer (International Agency for Research on Cancer) ha clasificado a la contaminación del aire exterior y al material particulado independiente de su composición química como agentes cancerígenos tipo I, es decir que existe evidencia suficiente para atribuirles la capacidad de causar cáncer en humanos.

Esta clasificación como cancerígeno tipo I es la culminación de una serie de análisis que han examinado los efectos de los contaminantes individuales contenidos en las mezclas de contaminantes del aire exterior.

Millones de personas en el mundo están expuestas a la contaminación del aire exterior a niveles que exceden sustancialmente las pautas sanitarias existentes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido un valor promedio anual de 5 µg/m<sup>3</sup> para PM2.5.



En zonas urbanas de México, a pesar de la operación limitada de los sistemas de monitoreo de calidad del aire, hemos identificado ciudades como Tijuana con valores anuales promedio de PM<sub>2.5</sub> de hasta 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el año 2019, es decir, siete veces por arriba de valor establecido para la protección de la salud pública.

En otras áreas urbanas como la zona metropolitana del Valle de Toluca se han reportado valores promedio anuales de 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  hasta 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en un periodo de análisis de 11 años; estos valores superan la guía de calidad de aire establecida por la OMS.

Otras zonas metropolitanas con menor densidad poblacional y desarrollo industrial también reportan valores por arriba del nivel de seguridad de protección para la salud. Como en San Luis Potosí desde 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  hasta 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el periodo de cinco años (2018-2022).

En la ciudad de Mérida, se reportaron valores anuales promedio de PM 2.5 de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2015 y

2016. La NOM-025-SSA1-2014 especifica 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como límite permitido para promedio anual de PM<sub>2.5</sub>.

A pesar de la operación de sistemas de monitoreo atmosférico en zonas urbanas de México, el cumplimiento de la norma nacional para la protección de la salud, sigue pendiente.

Hasta aquí hemos analizado solo uno de los contaminantes en el aire. La evidencia para establecer al PM<sub>2.5</sub> y a la contaminación del aire como cancerígena se obtuvo a partir de estudios realizados en población adulta.

La evidencia de los impactos del aire contaminado en la salud infantil se ha ampliado considerablemente en los pasados 20 años.

Los niveles actuales de contaminantes atmosféricos están asociados con muchas de las morbilidades pediátricas más importantes, incluida la incidencia y prevalencia del asma, nacimientos prematuros, el desarrollo conductual y cognitivo y los cánceres pediátricos, así como con un mayor riesgo de una variedad de

Foto: Ecoportal.net

enfermedades crónicas en la vida adulta.

### Sustancias químicas contra la salud de los niños

Hay evidencia científica que respalda el papel de las exposiciones en los primeros años de vida (incluyendo exposiciones en el útero) en el desarrollo de asma y alergias enfermedad en la infancia y en la reducción de la función pulmonar.

En múltiples estudios de seguimiento (cohortes) en una variedad de lugares en Europa y América del Norte, se ha investigado la exposición en los primeros años de vida a dióxidos de nitrógenos (NO<sub>x</sub>), PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y contaminantes del aire generados por el tráfico y se han reportado asociaciones consistentes con un mayor riesgo de desarrollo y exacerbación asma.

Exposición residencial o basada en la proximidad de la escuela a vías de alta densidad vehicular. Otros estudios han reportado asociaciones entre medidas de exposición a la contaminación atmosférica

y deterioro de la función pulmonar en niños.

Decrementos a largo plazo en la función pulmonar han sido demostrados en estudios de seguimiento realizados en población pediátrica con y sin asma.

En una revisión sistemática de la literatura se concluye que hay efectos adversos sobre el crecimiento de la función pulmonar en menores de 18 años que viven en ambientes altamente contaminados.

Otros efectos asociados a la exposición de las sustancias químicas incluyen al cáncer; por ejemplo, para la leucemia linfoblástica aguda (LLA) uno de los tipos de cáncer más prevalente en la población infantil, postula la hipótesis del origen fetal de la enfermedad en los niños de madres que estuvieron expuestas a sustancias químicas durante el embarazo.

La exposición a plaguicidas es uno de los factores de riesgo ambiental mejor documentados y reconocidos como agentes causales en la etiología de la leucemia en población pediátrica.

**Jaqueline Calderón Hernández**  
UASLP y Programa de Salud Pública Global, Boston College

**Lizet Jarquín Yáñez**  
CONAHCYT y UAZ

**Yelda Leal**  
Coordinación de Investigación en Salud del IMSS

**José Luis Vázquez Campeán**  
Cinvestav, IPN-Tamaulipas

Correos-e respectivos: calderoj@uaslp.mx, draljarquin@hotmail.com, yelda.leal@imss.gob.mx, Joseluis.gonzalez@cinvestav.mx

# Exposición a agentes cancerígenos en las áreas urbanas de México

La complejidad de las actividades humanas en los entornos urbanos genera, entre otras sustancias, una serie de contaminantes químicos cancerígenos. En países como Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (USEPA) monitorea las concentraciones de 187 sustancias tóxicas en el aire que se sabe o se sospecha que causan cáncer u otros efectos graves para la salud, como defectos de nacimiento. Estos se conocen como contaminantes atmosféricos peligrosos.

Algunos ejemplos son el benceno, el formaldehído, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y los metales, como el cromo.

En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) reporta anualmente a través del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) 200 sustancias contaminantes consideradas por la NOM-165-SEMARNAT-2013 a partir de los umbrales de reporte de manufactura, procesos y otros usos (MPU) y de emisión/transferencia, establecidos para cada una de las sustancias.

Registra las emisiones de contaminantes en diferentes matrices ambientales (agua, aire y suelo) y transferencias (transferencia, residuo, acantarrillado, reciclado, coprocesamiento, tratamiento, disposición final y otros).

De las 200 sustancias reportadas, 14 son cancerígenas en humanos, entre los que se encuentran el arsénico, cadmio, asbesto, benceno, benzo(a)pireno, bifenilos policlorados, butadieno, cloruro de vinilo, formaldehído, y tricloroetileno, entre otros.



Foto: Ecología hoy

Estudios recientes, realizados en España y Colombia han reportado incremento de cáncer en las poblaciones pediátricas que residen en las cercanías de zonas industriales.

Los patrones de contaminación varían al interior de las ciudades, dependiendo de las fuentes de emisión que se concentran en cada espacio del territorio urbano.

En San Luis Potosí, hemos identificado exceso de casos de cáncer (específicamente leucemia linfoblástica aguda) geolocalizados en la zona centro de la ciudad, donde hay alta concentración vehicular; en las cercanías de vías de alta densidad vehicular y en vecindarios cercanos a la zona industrial.

El papel de la industrialización y la contaminación urbana sobre el desarrollo del cáncer en la población infantil y adolescente es de particular interés para los países como México, ya que el 80 por cien-

to de la población se concentra en zonas urbanas. Ello, como consecuencia del crecimiento urbano acelerado y expansión industrial vinculado al desarrollo económico, aunado a políticas ambientales flexibles o escasas.

Por otro lado, el 90 por ciento de los casos de cáncer en menores de 19 años, ocurren en países de ingresos medios y bajos.

En un estudio reciente, documentamos que los niños residentes en una zona urbana de la periferia donde se concentra la actividad de 100 ladrilleras artesanales (uno de los muchos escenarios de riesgo en México, donde se producen mezclas de sustancias químicas tóxicas) y donde se documentó la exposición a benceno y HAP en la población infantil, además de daño epigenético; el 50 por ciento de los niños con diagnóstico de leucemia linfoblástica agu-

da (LLA) tuvo una sobrevivencia menor a dos años comparado con las niñas con LLA residentes en el mismo sitio.

Diversos factores, como el diagnóstico oportuno, el inicio del tratamiento en etapas tempranas de la enfermedad y la adherencia al tratamiento están relacionados con la sobrevivencia del cáncer. Pero la carga química ambiental es un elemento adicional para considerar respecto a la sobrevivencia. Y esto es así porque posterior al tratamiento, los niños regresan al mismo entorno tóxico que pudo ser el origen de la enfermedad.

En países desarrollados la sobrevivencia para un niño con LLA es mayor al 90 por ciento. Pero en zonas de alta marginación y con cargas importantes a tóxicos en el ambiente (como ocurre en la frontera sur de Estados Unidos), la sobrevivencia de LLA es similar a la de los niños mexicanos.



En México, la baja sobrevivencia relacionada con LLA se ha mantenido de manera sostenida en los últimos 15 años con valores menores al 60 por ciento.

Los entornos urbanos marginados tienen mayores cargas de mezclas químicas, ya que suelen localizarse en las cercanías de zonas industriales, basureros municipales, fundidoras de metales o recicladoras de basura electrónica y otras fuentes emisoras de contaminantes ambientales; es un tema de justicia ambiental completamente desatendido en México.

Es común que los niños participen en actividades laborales, cuando las fuentes de empleo de los padres se encuentran en la misma vivienda.

La población pediátrica se encuentra más expuesta a cancerígenos que la adulta, ya que no tiene control de su entorno, desconoce los riesgos, y no puede tomar decisiones para proteger su salud; esto es responsabilidad de los adultos a su cuidado. Sin embargo, la mayoría de las veces los adultos también desconocen

la existencia de estas sustancias peligrosas en el ambiente.

### ¿Por qué no se reconocen a las sustancias tóxicas como agentes causales de las enfermedades en los niños?

Los programas académicos de las escuelas de medicina en México y en muchas partes del mundo no incluyen entrenamiento en medicina ambiental.

A pesar de la gran cantidad de evidencia que se ha generado en las últimas décadas, hay una falta de conexión entre la evidencia que se genera en la investigación de salud ambiental y la práctica médica.

Por ejemplo, para una enfermedad como la LLA menos del 10 por ciento de los casos son explicados por factores genéticos. Lo cual deja un alto porcentaje de casos como causas desconocidas.

Hoy es claramente reconocido que prácticas relacionadas con el estilo de vida (el sobrepeso, la exposición secundaria al humo del tabaco, el consumo de alcohol o taba-

Foto: Observatorio Informativo

co por parte de la madre durante el embarazo) pueden evitarse con el fin de reducir riesgos y proteger la salud.

Algunas enfermedades generadas por las exposiciones ambientales son prevenibles o evitarse, pero existe poca claridad con respecto a las acciones que deben tomarse para actuar en favor de la salud de los niños. Se trata de políticas coordinadas por agencias de gobierno dedicadas a la salud y al ambiente, vinculación que es inexistente en México.

La evidencia sobre concentraciones de sustancias químicas tóxicas y los indicadores de daño a la salud en niños que se ha realizado en zonas del país con problemáticas ambientales muy particulares, se han limitado a la realización de investigaciones sin una ruta clara de acción dirigida hacia la prevención. Hay investigaciones en México que reportan niveles de exposición a benceno y HAP en niños, similares a las exposiciones ocupacionales en adultos.

Por lo tanto es necesario desarrollar y adoptar un programa nacional de investiga-

ción-acción centrado en los niños si se quiere controlar, prevenir y eventualmente erradicar las enfermedades infantiles de origen ambiental tóxico. Ese programa debe centrarse en las instituciones de salud pero vincularse efectivamente con centros de investigación con experiencia en el monitoreo biológico de agentes químicos ambientales, diseño de sistemas de alerta y atención oportuna.

Esta agenda debe ser multidisciplinaria. Incluir a la ciencia de datos, la epidemiología espacial, la pediatría, la evaluación de la exposición, la toxicología, la integración de la información y análisis de los datos a nivel de área pequeña; visualización de la información y actualización continua. Pero además, comunicación efectiva de los hallazgos.

Los objetivos finales de esta agenda deben ser:

- ▼ La identificación de asociaciones etiológicas entre exposiciones ambientales y enfermedades pediátricas
- ▼ La elucidación de los mecanismos de la enfermedad



Los fuegos artificiales también son fuente de contaminación

Foto: Arturo Hernández/Reuters

- ▼ La detección oportuna de la enfermedad.
- ▼ Y la prevención al eliminar o controlar el o los posibles agentes causales.

### ¿Cuál es el impacto de las sustancias químicas sobre la salud de los niños en México?

Uno de los mayores desafíos para la salud pública es el control y la prevención de las enfermedades de origen ambiental. Estas pueden prevenirse o evitarse si se reduce la exposición al agente o los agentes que dan origen a la enfermedad.

Para ello es necesario identificar qué enfermedades pueden estar desarrollándose derivadas de un entorno tóxico, dónde están ocurriendo estos casos y cuáles pueden ser las posibles causas ambientales ligadas a las enfermedades.

Por ejemplo, en México el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) es un instrumento de política ambien-

tal que difunde anualmente la información sobre las emisiones y transferencia de las sustancias RETC listadas en la NOM-165-SEMARNAT-2013 que son generadas por los establecimientos sujetos a reporte conforme al marco legal vigente.

Sin embargo, esta información no se vincula con los perfiles de morbilidad o mortalidad en las poblaciones que viven en estos entornos.

La estrategia actual de vigilancia y prevención de enfermedades se limita al reporte de la morbi/mortalidad a nivel agregado.

Ante tal ausencia, integramos un equipo multidisciplinario para vincular el ambiente y la salud y creamos un puente de comunicación entre la ciencia de datos, la toxicología, la epidemiología ambiental, el análisis espacial, la mortalidad y morbilidad con lo cual hemos contribuido en ampliar la evidencia de los entornos tóxicos ambientales al desarrollo del cáncer en la población pediátrica.

Este equipo desarrolló el proyecto "Distribución geográfica de riesgos ambientales, determinantes sociales y su contribución a la carga global de la leucemia linfoblástica aguda (LLA) en México". Se llevó a cabo en la Universidad Autónoma de Zacatecas, en colaboración con la Facultad de Medicina-CIACYT de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, con apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (Conahcyt) y del Departamento de Salud Pública Global del Boston College, en Estados Unidos.

Este trabajo generó conocimiento para identificar las fuentes de cancerígenos ambientales en *hot spots* de LLA a nivel comunitario. Se identificaron escenarios con mayor riesgo para el desarrollo de LLA en población menor de 19 años. Se encontró que los residentes en zonas con alta densidad vehicular tuvieron un riesgo 2.4 veces mayor.

Otro conglomerado de LLA se identificó en la zona de mayor densidad de ladrilleras, incineradores, y basureros clandestinos.

Otras fuentes emisoras de cancerígenos son el uso de biomasa en pequeños comercios y vivir a una distancia menor de 500 metros de centrales de autobuses, las centrales de abastos también fueron asociadas con el incremento de riesgo de LLA.

### Un caso más muy inquietante

En el estado de Zacatecas se identificaron conglomerados de LLA en zonas mineras y cercanas a ladrilleras. También se identificó un in-

cremento mayor de LLA en algunas comunidades indígenas donde cotidianamente se usa biomasa para cocinar y en población que vive en zonas cercanas a confinamientos industriales.

Es posible afirmar que diferentes patrones geográficos de exposición a diversos tóxicos ocurren a lo largo del territorio nacional y que una variedad de actividades económicas (agrícola, petrolera, minera e industrial) contribuyen a la emisión de cancerígenos al ambiente.

Se han observado asociaciones positivas entre los índices de calidad ambiental (un indicador de exposiciones ambientales acumuladas) y las tasas de incidencia de cáncer en todos los sitios; las asociaciones varían según el estado rural/urbano y el dominio ambiental, por lo que la investigación no debe centrarse en exposiciones ambientales individuales.

Analizar los patrones de la distribución espacial del cáncer e identificar conglomerados (*hot spots*) es el primer paso para identificar zonas de alto riesgo a nivel comunitario.

La pobreza, la marginación, y la falta de servicios de salud de calidad, además de la falta de conocimiento sobre la presencia de cancerígenos en el ambiente, agregan complejidad al problema.

La LLA es una enfermedad compleja, casi siempre se desconoce su origen. En años recientes, la hipótesis de que la LLA es una enfermedad sensible a las exposiciones ambientales en las primeras etapas de la vida ha tomado mayor relevancia; incluso, podría ser un indicador centinela de entornos cancerígenos.

# Infancia y basura electrónica: ¿es la economía circular una solución?

**Leticia G. Yáñez Estrada**  
Profesora investigadora nivel VI  
Laboratorio de Género, Salud y Ambiente  
Facultad de Medicina, UASLP  
Correo-e: lyanez@uaslp.mx

¿Qué haces con tu celular cuando ya no sirve? ¿con tu computadora, secadora de pelo, licuadora, es decir, con cualquier implemento eléctrico o electrónico que tienes en casa? ¿Cuánto tiempo podrían durar todos estos dispositivos y electrodomésticos si no existiera la obsolescencia programada?

Cuando se termina la vida útil de todos estos implementos (en muchas ocasiones, antes de que sean obsoletos), pasan a ser residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), mejor conocidos como *basura electrónica*.

Se estima que la generación global de RAEE crece a un ritmo de dos millones de toneladas anuales, y son los aparatos electrónicos los que más contribuyen, muy probablemente por la carrera mercantil.

¿Cuántas veces nos bombardean con los nuevos modelos de teléfonos celulares (con un sinnúmero de aplicaciones novedosas), cuando el último ejemplar ofrecido en el mercado no ha cumplido ni siquiera un año?

Lamentablemente, los ciclos de vida útil de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) cada vez son más cortos, sin opciones de reparación o éstas son muy limitadas.

Algunos datos más: en 2021 se generaron 57.4 millones de toneladas de RAEE en el mundo (que en conjunto pesan más que la muralla China); en el mismo año, México produjo un millón 211 mil 580 toneladas y se espera un crecimiento del 17 por ciento entre el 2020 y el 2025; cada mexicano aporta aproximadamente 9.23 kg/año de basura electrónica.

Los estados que más contribuyen son la Ciudad de Méxi-



co, Jalisco y Nuevo León. Pero lo más crítico, es que apenas el 20 por ciento se recicla adecuadamente. La gran interrogante es, ¿en dónde está el resto?

Nuestra casa es el primer almacén; revisa los cajones del clóset y probablemente encontrarás el que fue tu primer radio, o teléfono o videojuego. No contamos con programas educativos, ni dependencias que se hagan responsables de la disposición final correcta de los RAEE.

Por ejemplo, la misma empresa que nos vendió la TV, debería recolectarla cuando ha finalizado su vida útil y asegurarse de disponer correctamente de la misma.

Todos los AEE, contienen un número importante de compuestos químicos que son tóxicos para nuestra sa-

*Padre e hijo trabajan en el interior de un taller de reparación de enseres electrónicos*

lud, entre ellos, los metales pesados.

Seguramente han escuchado hablar del plomo, metal que produce daño neurológico, razón por la cual fue eliminado de la gasolina y de las soldaduras de latas que contienen alimentos; del cadmio, que daña los riñones; del mercurio que, al igual que el plomo, afecta el sistema nervioso y, cuando las mujeres embarazadas se exponen a él, corren el riesgo de que sus hijos nazcan con malformaciones e incluso con retraso mental; del cromo, que produce anemia y probablemente cáncer.

A los metales se suman los retardantes de flama que, como su nombre lo dice, se agregan a los AEE para protegerlos de un incendio o para que tarden más tiempo en incendiarse.

Respirar estos retardantes puede causarnos daño a la tiroides y al neurodesarrollo, es decir, se disminuye nuestra capacidad para aprender cosas nuevas.

Y ¿cómo o cuándo estamos en riesgo de exposición a estas sustancias tóxicas si están dentro del celular, la TV, la computadora?

Lamentablemente, por desconocimiento, muchas personas tiran los RAEE junto con la basura de su casa, contaminando ríos, campos de cultivo, el aire y después como todo es un ciclo, podríamos exponernos al comer alimentos o beber agua contaminados con estas sustancias tóxicas.

Ante la falta de medidas responsables por parte de las autoridades, surge el trabajador informal. Seguramente ha visto y escuchado a los



*Basura electrónica se puede ver en calles y baldíos. En la imagen de abajo a qué grado llega la acumulación de chatarra electrónica*

**Fotos: cortesía de Carmen Hernández Linares, Mayela Aguilera Juárez y Leticia Yáñez Estrada**

Cuando queman los cables para sacar el cobre, los niños se encargan de separar las cenizas, así que constantemente están respirando las sustancias tóxicas, que pueden llegar al cerebro y eso explica el por qué, tristemente, estos niños tienen un bajo aprovechamiento escolar.

Y por si esto no fuese suficiente, con estas técnicas artesanales difícilmente se logra el beneficio económico que podría generar el reciclaje completo de este tipo de residuos.

¿Qué hacer? ¿Prohibir que los pepenadores recolecten los RAEE? No, esta actividad es su sustento económico, lo que se requieren son programas de educación y que tanto los empresarios como las autoridades sean más participativas.

Seguramente están pensando en la economía circular, esa que dice que se pueden generar nuevos productos con los RAEE. Pero, ¿quién garantiza que estos nuevos productos de consumo no

contendrán las sustancias tóxicas presentes en los aparatos eléctricos y electrónicos? Tal es el caso de los juguetes que se están elaborando con basura electrónica.

Se ha demostrado que los compuestos químicos siguen presentes y con la manipulación durante el juego, los niños los respiran e inclusive los tragan al chupar el juguete o comer sin lavarse las manos, poniendo una vez más en riesgo su salud. ¿Qué hacer?

Se deben controlar las extensiones del reciclaje, debe haber una responsabilidad extendida del productor, promover el uso y consumo responsable de AEE, establecer cantidades máximas permisibles de sustancias tóxicas presentes en materiales reciclados. La gestión sostenible de los residuos y una economía circular no son compatibles con los productos químicos tóxicos que se reciclan en nuevos productos de consumo infantil.

pepenadores que recorren las calles de las ciudades con un altavoz anunciando que compran colchones, radios, refrigeradores, televisores y toda basura electrónica que ya no nos sirva.

Todo lo que recolectan se lo llevan a sus casas y con técnicas artesanales lo desmantela para tratar de recuperar las materias primas. En este proceso a veces emplean calor y es cuando las sustancias tóxicas antes mencionadas son liberadas al ambiente y ellos las respiran o contaminan sus alimentos y agua poniendo en riesgo su salud y la de su familia porque todo el núcleo familiar se dedica a esta actividad.

Los niños, por ejemplo, aprovechando que tienen manos pequeñas, separan las piezas más finas e inclusive aprenden a iden-

tificar los colores porque es la manera en que aíslan los cables, conectores y demás componentes.



# **E**nvenenados antes de nacer: la exposición prenatal a herbicidas

**Larissa María Gómez Ruiz**  
Nuevo Hospital Civil de Guadalajara  
Dr. Juan I. Menchaca  
Correo-e: [lmgomez@hcg.gob.mx](mailto:lmgomez@hcg.gob.mx)

La exposición prenatal a agroquímicos puede tener implicaciones para el desarrollo infantil y la salud a largo plazo.

¿Le daría de comer a un bebé una papilla tras rociarla de un insecticida? Su respuesta inmediata seguramente será no, pero millones de personas a diario consumen alimentos que probablemente estén contaminados por altas dosis de plaguicidas. En el caso de las madres gestan-

tes, estos alimentos contaminados pueden llegar a tener efectos nocivos en sus bebés.

Un estudio realizado por el Departamento de Neonatología del Hospital Civil de Guadalajara Dr. Juan I. Menchaca encontró presencia de herbicidas en recién nacidos cuyas madres viven en el área metropolitana de Guadalajara.

El biomonitoreo de herbicidas fue planteado por la preocupación y el interés académico de la probable existencia

de herbicidas en neonatos atendidos en dicho hospital.

El estudio realizado en el citado Hospital Civil es un esfuerzo pionero en México para investigar la presencia de herbicidas en neonatos de madres residentes en zonas urbanas. Se seleccionaron 280 neonatos en un periodo de seis meses y se recolectaron muestras de orina en las primeras 24 horas de vida.

Se estudiaron nueve herbicidas y se encontró presencia

de tres: molinato en 67 neonatos (23.9 por ciento); 2-4D en 64 neonatos (22.8 por ciento) y glufosinato, en 34 (12.1 por ciento).

“Queríamos saber si dado que existe la hipótesis de que los alimentos pueden estar contaminados, si estos contaminantes se estaban ingiriendo por las madres embarazadas, y por lo tanto, siendo transmitidos a los bebés”, explicó la doctora Larissa Gómez, integrante

*Mujeres chamulas en edad fértil asperjando plaguicidas*

Foto: RAPAM





*Se necesita una mayor investigación para comprender completamente los efectos de la exposición de embarazadas a plaguicidas*

**Foto: Tlachinollan**

El glufosinato, utilizado contra la glutamina sintetasa y controvertido debido a su modo de acción, estuvo presente en el 12 por ciento de los neonatos.

### Una preocupación reciente

La preocupación y el interés académico y político por los plaguicidas en la infancia se iniciaron en la década de los 90 del siglo anterior, aproximadamente 50 años después de la creación de éstos.

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos publicó el libro *Plaguicidas en las dietas de lactantes y niños*, que exploró los enfoques regulatorios para proteger adecuadamente a bebés y niños de los residuos de pesticidas en la dieta.

Se concluyó que los riesgos para la salud de los lactantes y los niños debido a la exposición a los residuos de plaguicidas pueden diferir de los que experimentan los adultos, lo que llevó a considerar la necesidad de evaluaciones de riesgo más específicas para estos grupos vulnerables.

A 65 años del descubrimiento del primer herbicida, se observa un aumento en su uso en la agricultura; los herbicidas representan cerca del 40 por ciento del uso mundial de plaguicidas.

El glifosato, el herbicida más utilizado en el mundo, se detecta en el aire, el agua y los alimentos, y ha sido objeto de controversia debido a sus posibles efectos carcinogénicos. Los herbicidas también se han asociado con efectos negativos en la salud humana, como problemas respiratorios, dermatosis, intoxicaciones y otros riesgos.

En México, los agroquímicos se introdujeron a partir de la adopción del modelo agrícola industrial en 1947, que promovió el uso intensivo de productos químicos sintéticos en la agricultura.

### Implicaciones y conclusiones

Este estudio de biomonitorio prenatal de herbicidas en neonatos de zonas urbanas de México plantea serias preocupaciones sobre la exposición a estos productos químicos en una población vulnerable. Aunque se desconoce el impacto preciso de estas exposiciones en la salud a largo plazo de los neonatos, la detección de herbicidas en un porcentaje significativo de ellos es motivo de preocupación.

La exposición prenatal a herbicidas puede tener implicaciones para el desarrollo infantil y la salud a largo plazo. Se necesita una mayor investigación para comprender completamente los efectos de esta exposición y tomar medidas adecuadas para reducir o prevenir la exposición a herbicidas en mujeres embarazadas.

Este estudio destaca la importancia del monitoreo y la regulación de los herbicidas en entornos urbanos y agrícolas para proteger la salud de las generaciones futuras.

A partir de este tipo de monitoreo, la magnitud de herbicidas presentes en la población neonatal no puede subestimarse, cobra importancia cuando más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, y se espera que aumente hasta el 60 por ciento para el 2030.

del grupo de investigadores tras el estudio.

“Buscamos informar a la comunidad en general que realmente existe exposición de los neonatos a herbicidas, con todas las repercusiones que estos pueden ocasionar a corto, mediano y largo plazos en los bebés. Además, gracias a la realización de este trabajo, algunos investigadores se interesaron en el tema, y tienen el interés de encontrar las posibles fuentes de contaminación (alimentos o agua) que pueden ocasionar la exposición de las mujeres embarazadas a estos herbicidas y por consiguiente, la exposición a sus recién nacidos”.

La determinación de los herbicidas fue por cromatografía líquida de alto rendi-

miento acoplada (HPLC) con espectrometría de masas en tándem.

Los resultados del estudio revelaron la presencia de tres herbicidas en neonatos: molinate, 2-4D y glufosinato. Estos hallazgos son preocupantes, ya que los neonatos son una población particularmente vulnerable a la exposición a sustancias químicas debido a su rápido crecimiento y desarrollo.

El molinate, clasificado como moderadamente peligroso por la Organización Mundial de la Salud, fue detectado en el 23.9 por ciento de los neonatos de este estudio. El 2-4D, que puede causar irritación respiratoria y ocular, se encontró en el 22.8 por ciento.

**Carmen Martínez Valenzuela**  
*Laboratorio de Genotoxicología,  
Universidad Autónoma de Occidente*

**Norma A. Miranda Soto**  
*Departamento de Ciencias Administrativas,  
Universidad Autónoma de Occidente*

**Diana Escobedo Urías**  
*Departamento de Medio Ambiente,  
IPN-CIIDIR Sinaloa*

# La herencia jornalera en México: el trabajo infantil en campos agrícolas

Resulta innegable que en nuestro país los jornaleros agrícolas desempeñan un papel de gran importancia en la cadena de producción de cultivos básicos en la dieta de los mexicanos, así como en cultivos de exportación.

Los trabajadores agrícolas se enfrentan a una constante, la movilidad laboral, la cual se desarrolla en la mayoría de los casos del sur al noroeste del país; la mayoría de ellos son procedentes de comunidades indígenas que casi siempre son zonas con pobreza extrema y se trasladan para trabajar en la cosecha principalmente de frutas y hortalizas.

La migración laboral de estas personas suele ser en familias se vincula frecuentemente a temas de pobreza, discriminación, injusticia, marginación o salud.

Una práctica muy recurrente y, en la cual es urgente poner más atención, la constituye el trabajo infantil en los campos agrícolas mexicanos. Algunas cifras mencionan que de los 9.2 millones de jornaleros agrícolas que existen en México, 3.5 millones son niñas y niños que participan en las mismas dinámicas laborales que sus padres con la finalidad de contribuir al ingreso familiar.

Lamentablemente el trabajo infantil en los campos agrícolas es un fenómeno que lejos de frenarse, avanza de manera generacional. Los niños y niñas que actualmente participan en labores agrícolas, son nietos o hijos de hombres y mujeres que a su vez empezaron a trabajar desde los cuatro o 10 años de edad, viviendo una vida caracterizada por constantes traslados



por carreteras y trabajo en los campos agrícolas; niños y niñas que se convierten en adolescentes que van formando sus propias familias dentro de ese mismo medio.

Otro aspecto para considerar es el daño a la salud que se genera en las personas que trabajan expuestas a mezclas complejas de plaguicidas que pertenecen a diferentes grupos químicos, y que se utilizan de forma constante en los campos agrícolas, además de pequeñas partículas de polvos (PM2.5).

Desde hace más de una década, diversas investigaciones han analizado y evidenciado las repercusiones en la salud provocadas por la constante

*En los campos agrícolas de Sinaloa persiste la explotación infantil*

**Foto: Reforma Laboral para Todos**

exposición a estos plaguicidas y partículas suspendidas.

No obstante, estos trabajos y diversos acuerdos y convenios nacionales e internacionales que buscan proteger a la población vulnerable de estos peligros, parecieran son insuficientes, ya que terminan diluyéndose en aspectos legislativos que no siempre encuentran eco en las instancias responsables de ejecutar y hacer cumplir la obligación de protegerlos.

Es común escuchar historias de gente intoxicada en los campos agrícolas y que incluso muere debido a intoxicaciones asociadas a plaguicidas a los que estuvieron expuestos, lo cual se ve agravado en

muchos casos, por las considerables distancias que separan a los campos agrícolas de los centros hospitalarios.

Se suman diversos factores como el nivel de toxicidad de las mezclas, la constante exposición a ellas por parte de jornaleros y población cercana a los campos, la carencia de atención médica oportuna y la indiferencia hacia esta problemática, resulta en la necesidad de contar con un modelo de atención específica y justa, para los trabajadores agrícolas, sus familias y la población aledaña a los campos, que no debemos olvidar, también sufren daños colaterales.

Adicionalmente, las partículas suspendidas pueden



generar desde infecciones respiratorias agudas (IRA) hasta afecciones crónicas como EPOC, accidentes cerebrovasculares y cardíacos los cuales muchas veces son atribuidos a otras causas, por lo que no se toman las precauciones necesarias.

Buscar proteger la vida de los trabajadores del campo no se trata solo de fijar indemnizaciones ante una muerte o un daño permanente en su salud. Por supuesto que son aspectos apenas justos de considerar, pero, antes de tasar la vida de un jornalero, hay que repensar en el cúmulo de derechos fundamentales que se les quebrantan, no solo en el tema de salud, sino en vivienda digna, jornadas laborales, remuneraciones, alimentación e incluso falta de equidad.

En 2021 el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) denunció que alrededor de 3.3 millones de menores de entre los seis y 14 años, procedentes en su mayoría de

comunidades indígenas, participan en un proceso laboral irregular, violando sus derechos fundamentales.

Los números muestran que un 8.4 por ciento de los menores en esta condición presentan cuadros agudos de desnutrición, además de que el 26 por ciento no tiene acceso a la educación, situación que vulnera aún más su realidad.

La precaria situación económica que viven muchas comunidades rurales de México provoca que el trabajo infantil represente para las propias familias, un apoyo irrechazable. En los campos agrícolas, este escenario no es la excepción.

La pobreza extrema que viven muchas familias de jornaleros obliga a los niños a sumarse a jornadas laborales extenuantes de entre ocho a 12 horas diarias, durante seis días a la semana. De acuerdo con un estudio de la UNICEF, realizado en campos agrícolas de 23 regiones del país, la mano de obra infantil resulta

Foto: Reforma Laboral para Todos

ser altamente rentable para los patrones, quienes los “emplean” principalmente en tareas de corte de hortalizas.

A pesar de la firma y ratificación de tratados internacionales, en México, los niños jornaleros y, especialmente los de origen indígena, se ven inmersos en un ambiente de desprotección y marginación que llega incluso a asemejarse a la esclavitud. Debemos luchar para generar planes y programas sociales más efectivos que permitan mejorar la situación de los niños jorna-

leros y sus familias, evitando toda situación de riesgo, desprotección y vulnerabilidad.

La resolución de esta problemática debe representar una prioridad dentro de los tres órdenes de gobierno, por lo que se necesita ampliar la visión y replantear políticas públicas adecuadas, generando con ello nuevos programas que de manera efectiva garanticen la protección de los derechos de los niños y su desarrollo integral que les permita acceder a otro estilo y forma de vida.

Para leer más:

<https://www.miproximopaso.org/profile/summary/45-2092.00>

[https://www.coneval.org.mx/Informes/Evaluacion/Ficha\\_Monitoreo\\_Evaluacion\\_2013/SEDESOL/20\\_S065.pdf](https://www.coneval.org.mx/Informes/Evaluacion/Ficha_Monitoreo_Evaluacion_2013/SEDESOL/20_S065.pdf)

[https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAPTrabIn\\_21.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAPTrabIn_21.pdf)

[https://www.conapred.org.mx/userfiles/files/Ficha\\_por\\_ciento20Pjornalera.pdf](https://www.conapred.org.mx/userfiles/files/Ficha_por_ciento20Pjornalera.pdf)

Posadas Segura F. 2018. *Mercado de trabajo de los jornaleros agrícolas en México*. Región y sociedad 30, <https://doi.org/10.22198/rys.2018.72.a885>

[https://www.fbbva.es/microsites/salud\\_cardio/mult/fbbva\\_libroCorazon\\_cap72.pdf](https://www.fbbva.es/microsites/salud_cardio/mult/fbbva_libroCorazon_cap72.pdf)