



M. A. Ordóñez Alonso<sup>1</sup>, J. I. Pérez Candás<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pediatra. CS de la Corredoria. Oviedo. Asturias. España.

<sup>2</sup>Pediatra. CS de Sabugo. Avilés. Asturias. España.

### PUNTOS CLAVE

- Los contaminantes ambientales son determinantes en la salud de la población.
- Debemos incorporar a nuestro acervo de conocimientos los riesgos para la salud inherentes a la actividad industrial.
- Los niños y las mujeres, sobre todo las embarazadas, son colectivos especialmente vulnerables.
- Deben desarrollarse políticas que corrijan estos riesgos a corto, medio y largo plazo.
- Todos, a nivel individual, podemos minimizar los impactos negativos de los contaminantes con conductas adecuadas.

### INTRODUCCIÓN

Los avances científicos del siglo XX relacionados con el desarrollo industrial, tecnológico y económico han beneficiado a la población de los países occidentales, pero están contaminando los hábitats atmosféricos, terrestres y acuáticos con un impacto que afecta directamente a la vegetación y a la calidad del agua y del suelo.

La contaminación medioambiental de los ecosistemas aéreos, terrestres y acuáticos está asociada principalmente al uso masivo de combustibles fósiles, la contaminación generada por la industria, la eliminación de los ingentes residuos y la presencia progresiva y persistente de nuevas sustancias químicas en el medioambiente natural. Muchos de estos compuestos permanecen en aquel y perjudican a las formas vivas durante décadas.

Industrias, casas, coches y camiones emiten mezclas complejas de contaminantes al aire que respiramos, muchos de los cuales son perjudiciales para la salud.

La contaminación medioambiental está tan relacionada con la salud humana que la Organización Mundial de la Salud (OMS) en un informe ([Anexo 1A](#)) ha comunicado que, en el año 2012, alrededor de siete millones de personas murieron como resultado de la exposición a la contaminación del aire. En el mismo informe se estima que causa el 36% de las muertes infantiles en la Tierra. También asevera que la contaminación atmosférica constituye, ahora, el mayor riesgo para la salud, de forma que una reducción de la misma podría salvar millones de vidas.

La OMS estima que a nivel global:

- Un 23% de las muertes están relacionadas con el medioambiente: 1,7 millones de muertes en menores de cinco años (por infecciones de las vías respiratorias inferiores y enfermedades diarreicas)<sup>1</sup>.
- La contaminación atmosférica causa 3,7 millones de muertes, sobre todo en los núcleos urbanos.
- La contaminación del aire dentro del hogar, que se tiende a infravalorar y que predomina en las zonas rurales, causa 4,3 millones de muertes.
- Alrededor del 88% de estas muertes ocurren en personas de bajos y medios ingresos (las cuales representan el 82% de la población mundial). En los países del Pacífico-Este y el Sudeste asiático ocasiona 1,67 millones y 936 000 de muertes, respectivamente. En Europa se estiman 200 000 muertes.
- La OMS estima que causa un 16% de las muertes por cáncer de pulmón, un 11% de las muertes por EPOC, y más del 20% de la enfermedad isquémica del corazón y accidente cerebrovascular (ACV).

### CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La mortalidad atribuible a la contaminación atmosférica se distribuye de la siguiente manera<sup>2</sup>:

- Un 3% a enfermedad respiratoria aguda de vías bajas (en niños).
- Un 6% a cáncer de pulmón.
- Un 11% a enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).
- Un 40% a ACV.
- Un 40% a enfermedad cardíaca isquémica.

## CONTAMINACIÓN DEL AIRE DEL HOGAR

Usar en la cocina y en la calefacción combustibles sólidos en fuegos abiertos o en estufas tradicionales causa altos niveles de contaminación del aire del hogar. Casi tres millones de personas en todo el mundo siguen dependiendo de los combustibles sólidos, incluyendo combustibles de biomasa (madera, estiércol, residuos agrícolas) y carbón, para sus necesidades energéticas. El humo en interiores contiene una serie de contaminantes perjudiciales para la salud, tales como pequeñas partículas y monóxido de carbono. Los niveles de contaminación

de partículas pueden ser 20 veces más altos que los valores de referencia aceptados.

Existe evidencia consistente de que la exposición a la contaminación del aire del hogar puede producir infecciones respiratorias agudas de vías bajas en niños menores de cinco años, y puede llevar a la cardiopatía isquémica, al accidente cerebrovascular, a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y al cáncer de pulmón en adultos<sup>3</sup>.

La mortalidad atribuible a la contaminación del aire del hogar se distribuye de la siguiente manera (Figura 1):

- Un 12% a enfermedad respiratoria aguda de vías bajas (en niños).
- Un 6% a cáncer de pulmón.
- Un 22% a EPOC.
- Un 34% a ACV.
- Un 26% a enfermedad cardíaca isquémica.

Los impactos más graves de la contaminación atmosférica se producen en las personas que ya están enfermas, en los niños, en mujeres en edad fértil, en madres que lactan, en los ancianos y en los pobres.

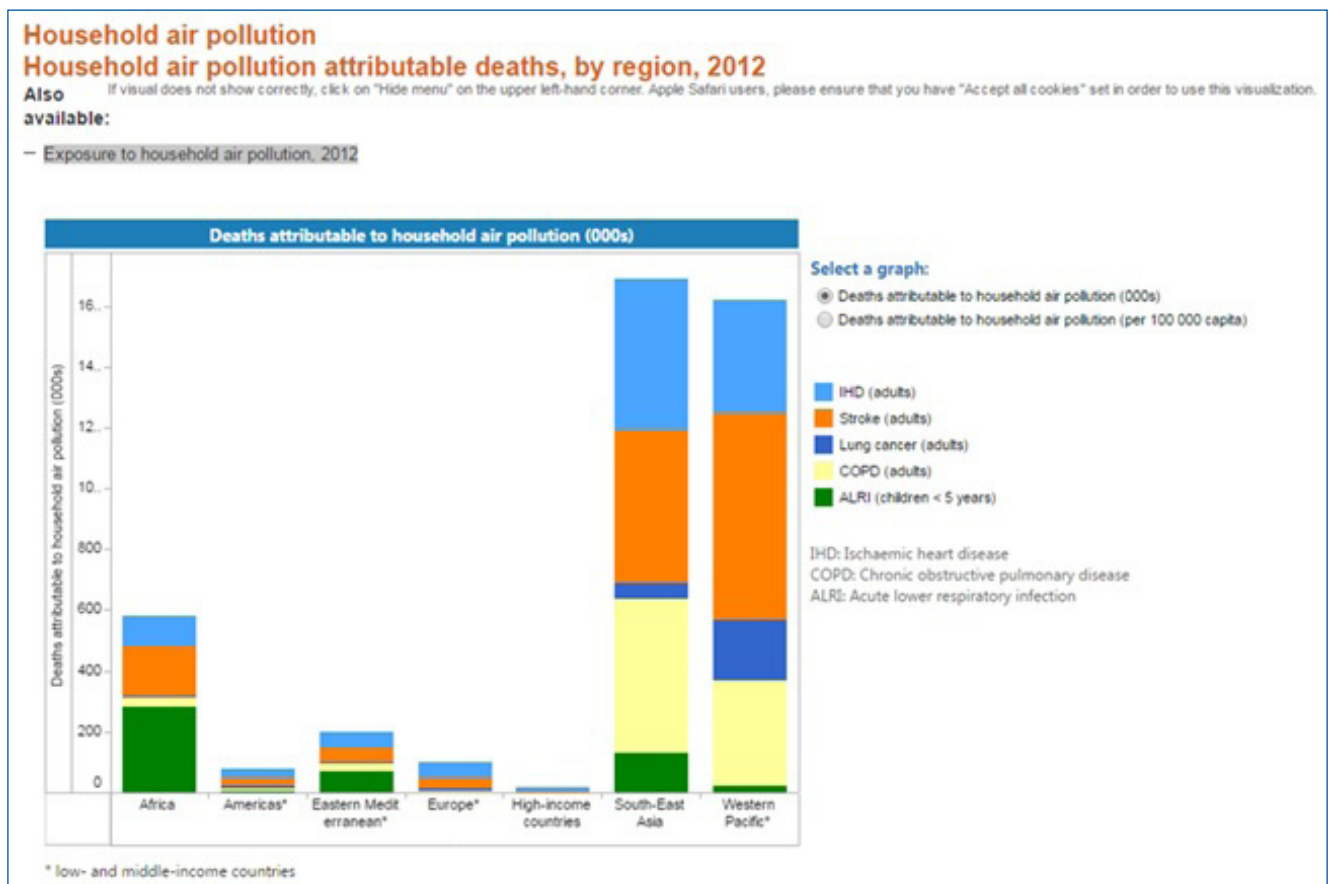


Figura 1. Mortalidad atribuible a la contaminación del aire del hogar

## DISTRIBUCIÓN GLOBAL

La mortalidad atribuible a la contaminación atmosférica por 100 000 habitantes es 13 puntos mayor en las regiones europeas de bajos o medios ingresos respecto a las regiones con más rentas (Figura 2)<sup>4</sup>.

La mortalidad causada por la contaminación del aire del hogar por 100 000 habitantes presenta la misma diferencia, y es mínima en la Europa de altos ingresos (Figura 3)<sup>4</sup>.

## SUSCEPTIBILIDAD

Las mujeres en edad fértil y de los niños son más susceptibles por:

Mujeres:

- Diferencias biológicas: mayor porcentaje de composición de grasa corporal.
- Diferente sistema hormonal.

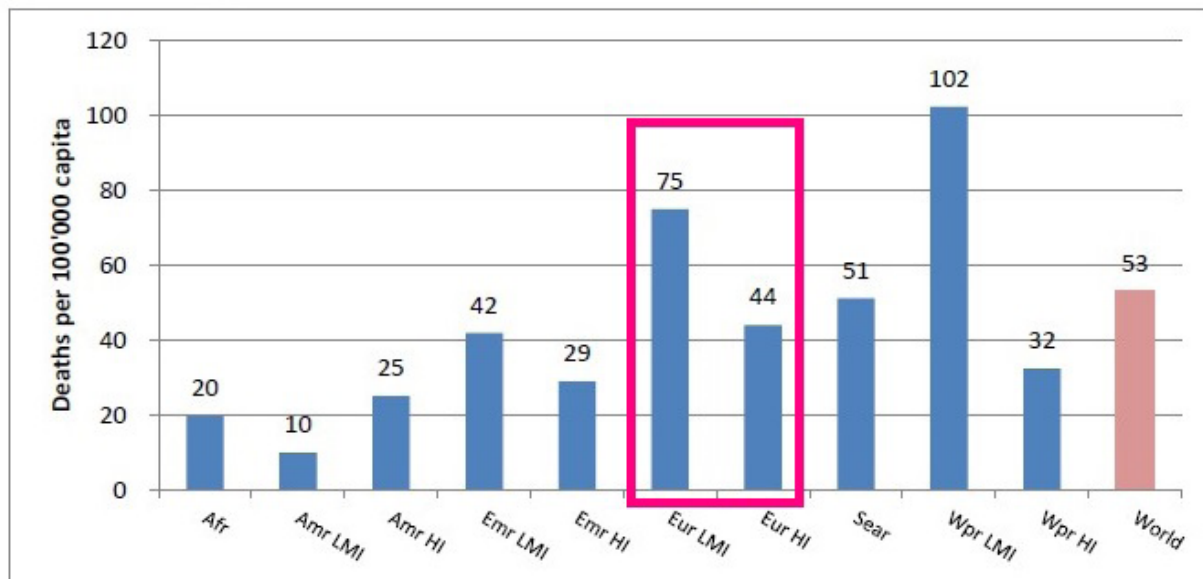
- Maternidad: genera cambios fisiológicos y aumenta la exposición y transmisión de tóxicos a los hijos a través de la placenta.
- Doble exposición por el trabajo y la exposición, en mayor medida, a tóxicos de limpieza en sus hogares.

Niños:

- Tienen menor capacidad de metabolizar tóxicos por su inmadurez anatómica y funcional.
- Por la exposición transplacentaria.
- Mayor consumo de agua y de aire por kg de peso que los adultos.
- Por las características específicas de conducta: lo chupan todo, pasan mucho tiempo por el suelo, y, por ello, más expuestos, ya que los contaminantes se acumulan de forma intensa en el primer metro sobre el suelo.
- Las mayores expectativas de vida que hacen que estén expuestos durante mayor tiempo
- Los niños tienen nula capacidad de decisión sobre su entorno.



Figure 2. Deaths per capita attributable to AAP in 2012, by region

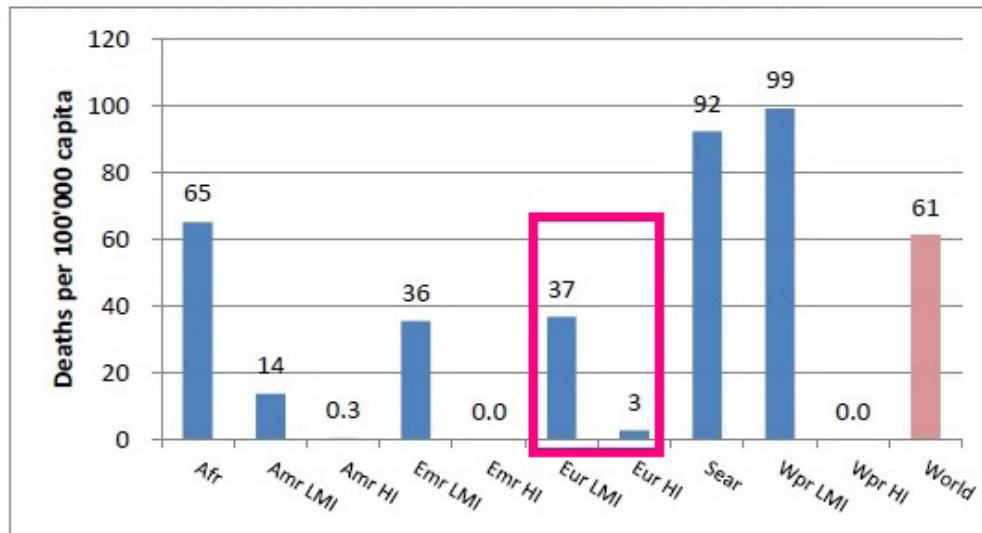


AAP: Ambient air pollution; Amr: America, Afr: Africa; Emr: Eastern Mediterranean, Sear: South-East Asia, Wpr: Western Pacific; LMI: Low- and middle-income; HI: High-income.

Figura 2. Mortalidad por contaminación atmosférica en las regiones europeas



**Figure 2. Deaths per capita attributable to HAP in 2012, by region**



HAP: Household air pollution; Amr: America, Afr: Africa; Emr: Eastern Mediterranean, Sear: South-East Asia, Wpr: Western Pacific; LMI: Low- and middle-income; HI: High-income.

Figura 3. Mortalidad por contaminación del aire del hogar en las regiones europeas

La exposición a los contaminantes ambientales ocurre a lo largo de toda nuestra vida, pero hay momentos más críticos por las consecuencias que podría tener:

- Los primeros 40 días posfecundación.
- Los primeros dos años de vida del niño, cuando ocurre lo que llaman la “metamorfosis cerebral” (mielinización, proliferación glial).

La Paediatric Environmental Health Speciality Unit de Murcia-Valencia amplía la ventana de susceptibilidad a los 62-75 días antes de la concepción (por la influencia de los contaminantes durante la espermatogénesis).

También hay una disminución del contenido de ADNmt placentario con la exposición a la contaminación del aire prenatal. La exposición a los contaminantes del aire ambiente y al tráfico durante el embarazo se asocia con el crecimiento fetal disminuido. En Europa podría prevenirse una proporción considerable de casos de niños a término con bajo peso al nacer si se redujera la contaminación del aire urbano<sup>5,6</sup>.

Las sustancias que contaminan el aire, el agua, la tierra y todos los alimentos, penetran en el organismo humano a través de la vía transplacentaria, respiratoria, digestiva y transdérmica, de tal manera que las personas del siglo XXI van a tener una herencia química difícilmente evitable o modificable<sup>7</sup>.

La polución medioambiental afecta a todos los organismos vivos de los ecosistemas naturales. Entre las especies animales, la más afectada está la humana (Figura 4), como corresponde a su situación hegemónica en la cadena trófica alimentaria. Muchos de estos contaminantes, como son lipofílicos, tienden a acumularse en los organismos y producen un fenómeno de biomagnificación.

Aunque las puertas de entrada de los contaminantes al ser humano son variadas, haciendo un cálculo estimativo del consumo medio a lo largo de una vida, el aire que respiramos se convierte en la principal (Tabla 1).

Los principales contaminantes atmosféricos son (Anexo 1C, D, E, F, G):

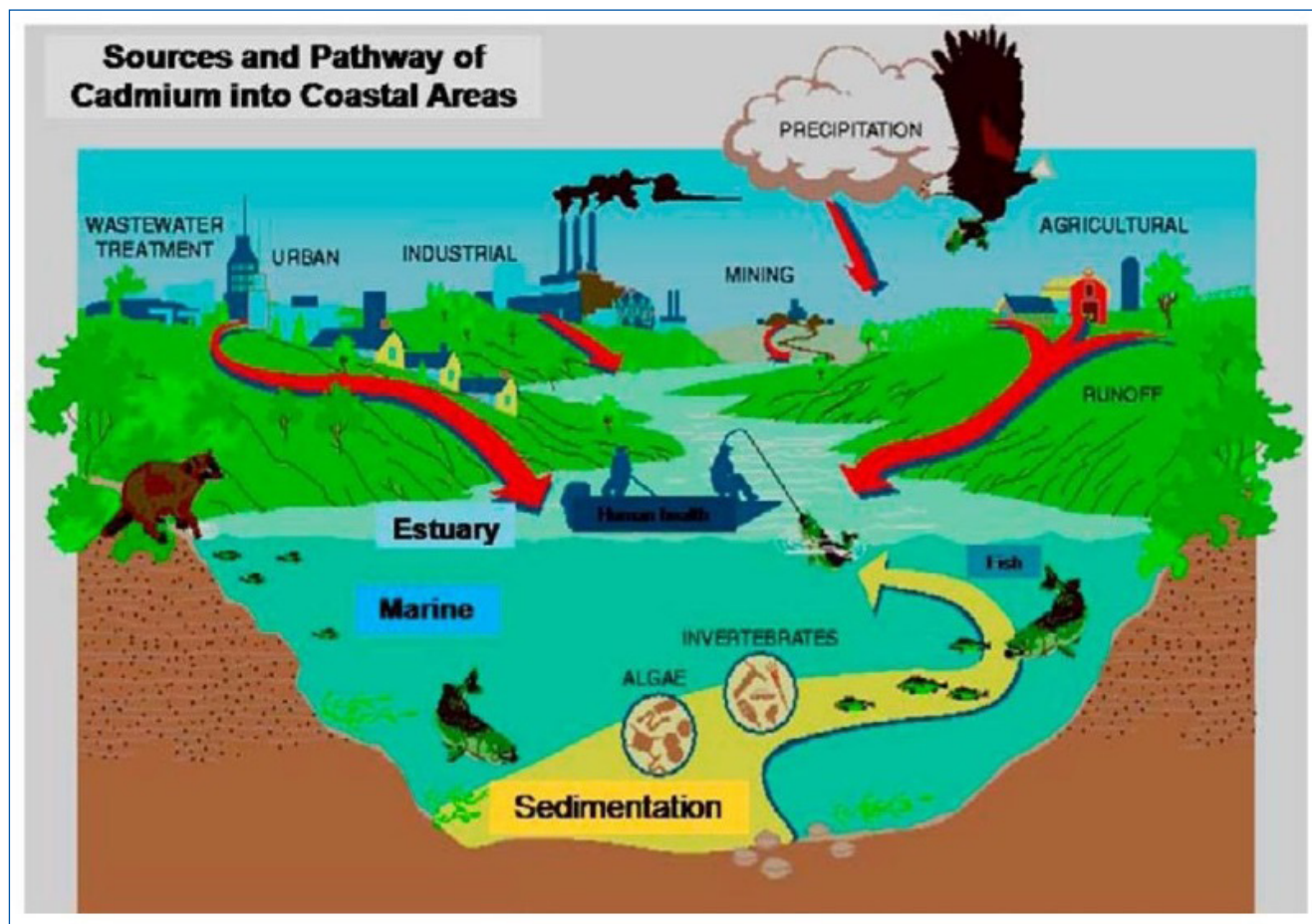


Figura 4. Ciclo de la contaminación medioambiental

- La contaminación por partículas o PM: es una mezcla compleja de partículas extremadamente pequeñas y gotas líquidas. Tienen varios componentes, incluyendo los ácidos, los productos químicos orgánicos, los metales, y las partículas del suelo o polvo. Su tamaño está directamente relacionado con su potencial de causar problemas de salud. La contaminación con partículas conlleva efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud. Por consiguiente, los límites de la directriz de 2005 de la OMS se orientan a lograr las concentraciones de partículas más bajas posibles.
- Los óxidos de azufre (SO<sub>2</sub>, ácido sulfúrico) dañan la vegetación y son irritantes para los pulmones.
- El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), que se forma al oxidarse el contaminante primario NO. Los óxidos de nitrógeno son emitidos por la combustión a alta temperatura. La exposición materna a NO<sub>2</sub> en el embarazo temprano se asoció con una reducción del crecimiento fetal<sup>8</sup>.
- El ozono (O<sub>3</sub>) que se forma a partir del oxígeno O<sub>2</sub>. La capa de ozono “malo” no se emite directamente al aire, sino que es originada por reacciones químicas entre óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de luz solar.
- El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro emitido por procesos de combustión. Particularmente en las zonas urbanas, la mayoría de las emisiones de CO en el aire ambiental provienen de fuentes móviles.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV): muchos compuestos orgánicos volátiles se usan comúnmente en disolventes de pintura y de laca, repelentes de polillas, aromatizantes del aire, materiales empleados en maderas,

Tabla 1. Puertas de entrada de los contaminantes al ser humano

Consumo en toneladas a lo largo de nuestra vida	
Agua	45
Aire	200
Alimentos	60

sustancias en aerosol, disolventes de grasa, etc. El humo de cigarrillo de los fumadores habituales es una fuente de exposición al benceno que es cancerígeno y su exposición podría aumentar el riesgo de padecer leucemia<sup>9</sup>.

En su sentido más amplio, el medioambiente es uno de los principales determinantes de la salud humana y el bienestar. Promover ambientes saludables es promover la salud individual y comunitaria; ambientes no saludables pueden fomentar una elevada morbilidad, mortalidad y discapacidad, además de socavar el bienestar económico de las sociedades<sup>10</sup>.

Por las razones comentadas, se han modificado los patrones epidemiológicos clásicos de morbimortalidad en los países occidentales. Las enfermedades carenciales e infectocontagiosas han sido sustituidas y reemplazadas por patologías crónicas como:

- Enfermedades respiratorias, especialmente alérgicas.
- Enfermedades neoplásicas.
- Enfermedades neurocognitivas y neuroconductuales.
- Obesidad.
- Disfunciones endocrinológicas y cardiovasculares.

La OMS define la salud medioambiental como aquella que está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos a la persona. Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud, y extiende su campo de acción a la prevención de las enfermedades y a la obtención de ambientes propicios para la salud. Por consiguiente, queda excluido de esta definición cualquier comportamiento no relacionado con el medioambiente, así como cualquier comportamiento relacionado con el entorno social y económico y con la genética.

Las condiciones meteorológicas y, sobre todo, la excesiva saturación de contaminantes que sobrepasa los recursos naturales de biorregeneración, hacen que la contaminación medioambiental haya dejado de ser un problema local y típico de las regiones industrializadas para llegar a ser un problema global y amenazar la salud de los habitantes de áreas geográficas recónditas y apartadas. Baste decir que se han encontrado bifenilos policlorados (PCB) en tejidos corporales de la tribu Inuit en el Ártico, que han viajado allí a través del aire o del agua ([Anexo 1B](#))<sup>11</sup>.

En conclusión, todos los días estamos expuestos a una “sopa química” del medioambiente. Las estimaciones de la OMS y la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) sugieren que la fracción de los cánceres atribuible a exposiciones ambientales tóxicas está entre el 7 y el 19%.

En un estudio del Grupo de Modelización de Terapias Antitumorales en Ratón del Instituto de Oncología (VHIO) del Hospital Valle de Hebrón, junto con 172 científicos más de centros de

investigación de 28 países, encontraron que los efectos acumulativos de los productos químicos individuales (no cancerígenos) que actúan sobre diferentes vías, y una variedad de sistemas relacionados, órganos, tejidos y células, podrían plausiblemente conspirar para producir sinergias cancerígenas<sup>12</sup>.

Una variedad importante de fuentes, tanto en el interior de los edificios como en el exterior, contribuyen a la liberación en el aire de contaminantes que representan un riesgo para la salud. La exposición a la contaminación atmosférica afecta a toda la población y, aunque presenta variabilidad temporal, no se trata de una exposición puntual, sino continuada en el tiempo.

Los principales efectos agudos de estos contaminantes incluyen un aumento en el número de defunciones, de ingresos hospitalarios y de visitas a Urgencias, especialmente por causas respiratorias y cardiovasculares.

Múltiples estudios observacionales han demostrado una asociación entre la contaminación por partículas finas del aire y la mortalidad cardiovascular y cardiopulmonar, así como un mayor riesgo para el desarrollo de los síndromes coronarios agudos<sup>13,14</sup>.

Los posibles mecanismos por los que la contaminación atmosférica por partículas finas puede aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares, que incluyen: un aumento de la presión sanguínea arterial media en reposo a través de un aumento del tono simpático y/o la modulación del tono vascular sistémico basal; un aumento en la probabilidad de trombosis intravascular a través de aumentos transitorios de la viscosidad del plasma y la disfunción endotelial, y la iniciación y promoción de la aterosclerosis.

La exposición a ozono también se ha asociado con eventos coronarios isquémicos agudos<sup>15</sup>.

Hay artículos que encuentran evidencia suficiente de la asociación entre la exposición prenatal o posnatal a las partículas finas (PM 2,5) y el trastorno del espectro autista. Se encontró evidencia limitada entre la exposición al óxido de nitrógeno y el autismo<sup>16</sup>. Se debe abordar uno de los retos científicos más importantes emergentes y recientemente identificados en la salud pública mundial: el estudio del medioambiente y el desarrollo del cerebro<sup>17</sup>.

También se encontró evidencia consistente de una asociación entre la contaminación del aire y la neumonía en la infancia temprana, así como con la otitis media<sup>18</sup>.

De la misma manera, se han hallado efectos crónicos relacionados con exposiciones a largo plazo. Se estima que el incremento del riesgo de morir por exposición crónica a contaminación atmosférica es varias veces mayor que el debido a la exposición aguda y representa una disminución de la esperanza de vida. En el *Estudio de calidad del aire en Europa en 2015*, la

estimación de años de vida perdidos (YLL)/100 000 habitantes en 2012 en España serían:

- Por exposición a PM 2,5: 586.
- Por exposición a O<sub>3</sub>: 47.
- Por exposición a NO<sub>2</sub>: 136.

Las muertes prematuras en 2012 en España atribuibles a la exposición a PM 2,5 serían 25 500, por exposición a O<sub>3</sub>: 1800 y por exposición a NO<sub>2</sub>: 5900<sup>19</sup>.

Por tanto, es sumamente urgente invertir en estrategias que reduzcan los riesgos ambientales en las ciudades, hogares y lugares de trabajo. Esas inversiones pueden reducir considerablemente la creciente carga mundial de enfermedades cardiovasculares, neumopatías, y cánceres, y comportar una reducción inmediata en los costes sanitarios.

¿Pero qué podemos hacer nosotros para reducir el impacto de la contaminación ambiental?:

- Reducir o evitar el uso de productos y materiales sintéticos.
- Fregar el suelo y limpiar frecuentemente el polvo con un trapo húmedo.
- Simplificar los productos de limpieza (usar productos naturales: jabón, vinagre, limón, bicarbonato...).
- Ventilar la casa adecuadamente (si las ventanas dan a calles con mucho volumen de vehículos, hacerlo cuando la intensidad del tráfico sea menor).
- Quitarse los zapatos al entrar en casa y poner felpudos en las entradas y el recibidor.
- No traer ropa de trabajo a casa.
- No fumigar en el jardín.
- Evitar fragancias sintéticas (ambientadores).
- No fumar (nunca en casa y en presencia de niños).
- Lavarse las manos frecuentemente.
- Reducir el uso del coche.
- Buscar espacios de juego para los niños con poco tráfico y no fumigados.
- Ventilar el coche antes de entrar si ha estado expuesto al sol.
- Buscar espacios de ocio ventilados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cada año mueren 12,6 millones de personas a causa de la insalubridad del medio ambiente. En: Organización Mundial de la Salud [en línea] [consultado el 17/11/2016]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/deaths-attributable-to-unhealthy-environments/es/>
2. Public health, environmental and social determinants of health (PHE). En: Organización Mundial de la Salud [en línea] [consultado el 17/11/2016]. Disponible en: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/en/)

3. Global Health Observatory (GHO) data. En: Organización Mundial de la Salud [en línea] [consultado el 17/11/2016]. Disponible en: [http://www.who.int/gho/phe/indoor\\_air\\_pollution/en/](http://www.who.int/gho/phe/indoor_air_pollution/en/)

4. Burden of disease from ambient air pollution for 2012. Summary of results. En: Organización Mundial de la Salud [en línea] [consultado el 17/11/2016]. Disponible en: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/AAP\\_BoD\\_results\\_March2014.pdf?ua=1](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf?ua=1)

5. Clemente DB, Casas M, Vilahur N, Begiristain H, Bustamante M, Carsin AE, *et al.* Prenatal ambient air pollution, placental mitochondrial DNA Content, and birth weight in the INMA (Spain) and ENVIRONAGE (Belgium) birth cohorts. *Environ Health Perspect.* 2016;124:659-65.

6. Pedersen M, Giorgis-Allemand L, Bernard C, Aguilera I, Andersen AM, Ballester F, *et al.* Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE). *Lancet Respir Med.* 2013;1:695-704.

7. Aranbarri Paredes A, Fano Ardanaz E, Llop Pérez S, Ramón Bonache R, Murcia Hinarejos M, Guxens Junyent M, *et al.* Compuestos orgánicos persistentes y metales pesados en sangre y efectos en el desarrollo neuropsicológico de la primera infancia en las cohortes de madres-niños INMA (Infancia y Medio Ambiente). *Rev Salud Ambient.* 2012;12:3-13.

8. Iñiguez C, Esplugues A, Sunyer J, Basterrechea M, Fernández-Somoano A, Costa O, *et al.* Prenatal exposure to NO<sub>2</sub> and ultrasound measures of fetal growth in the Spanish INMA cohort. *Environ Health Perspect.* 2016;124:235-42.

9. International Agency for Research on Cancer. Benzene, IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volumen 100F. Lyon, Francia: World Health Organization, 2012.

10. Pope AM, Rall DP. *Environmental medicine: integrating a missing element into medical education.* Washington, DC: National Academy Press; 1995.

11. Castillo Rodríguez M, López-Espinosa M, Olmos B, Olea N. Los PCBs salen de paseo. *Rev Salud Ambiental.* 2002;2:74-9.

12. Goodson WH 3rd, Lowe L, Carpenter DO, Gilbertson M, Manaf Ali A, Lopez de Cerain Salsamendi A, *et al.* Assessing the carcinogenic potential of low-dose exposures to chemical mixtures in the environment: the challenge ahead. *Carcinogenesis.* 2015;36:S254-96.

13. Miller KA, Siscovick DS, Sheppard L, Shepherd K, Sullivan JH, Anderson GL, *et al.* Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N Engl J Med.* 2007;356:447-58.

14. Tonne C, Wilkinson P. Long-term exposure to air pollution is associated with survival following acute coronary syndrome. *Eur Heart J.* 2013; 34:1306-11.

15. Ruidavets JB, Cournot M, Cassadou S, Giroux M, Meybeck M, Ferrières J. Ozone air pollution is associated with acute myocardial infarction. *Circulation.* 2005;111:563-9.

16. Suades-González E, Gascon M, Guxens M, Sunyer. Air pollution and neuropsychological development: a review of the latest evidence. *Endocrinology.* 2015;156:3473-82.

17. Júlvez J, Paus T, Bellinger D, Eskenazi B, Tiemeier H, Pearce N, *et al.* Environment and brain development: challenges in the global context. *Neuroepidemiology.* 2016;46:79-82.

18. Macintyre EA, Gehring U, Mölter A, Fuertes E, Klümper C, Krämer U, et al. Air pollution and respiratory infections during early childhood: an analysis of 10 European birth cohorts within the ESCAPE project. *Environ Health Perspect.* 2014;122:107-13.

19. Air quality in Europe – 2015 report. En: European Environment Agency [en línea] [consultado el 17/11/2016]. <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2015>

## ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A. Contaminación atmosférica

Es un término amplio utilizado para describir la contaminación del aire fuera del hogar. Es la presencia en el aire de materias o formas de energía que implican riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza y/o que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. Decimos que hay pobre calidad del aire ambiente cuando los contaminantes alcanzan concentraciones lo suficientemente altas como para afectar a la salud humana y/o el medioambiente.

La contaminación del aire urbano es un término más específico que se refiere a la contaminación del aire de las poblaciones que viven en zonas urbanas, o alrededor de las ciudades.

### B. PCB o bifenilos policlorados

Son sustancias químicas sintéticas que poseen dos anillos de benceno a los que se unen un número variable de átomos de cloro. Forman parte del amplio grupo de compuestos químicos organoclorados. Tienen gran interés en la agricultura por tener actividad plaguicida y además la industria eléctrica los usa en transformadores y condensadores.

Una vez en el medioambiente, los PCB se distribuyen ampliamente. Tienen una gran capacidad de ser absorbidos por los materiales orgánicos, por lo que la vida media de los PCB en los suelos y sedimentos es de varios años. Son muy solubles en grasas, por lo que tienden a acumularse en los seres vivos. Se introducen en las cadenas tróficas de manera que los organismos que se encuentran en los niveles más altos acumulan una cantidad de PCB proporcionalmente muy superior a la de los seres de niveles inferiores.

Ningún ser vivo queda libre de poseer en su organismo cantidades medibles de PCB, debido a la capacidad de estos compuestos de viajar grandes distancias a través de cualquier medio.

Producen cambios en el comportamiento neurológico, endometriosis e inmunosupresión. Los PCB están clasificados como probables carcinógenos humanos.

En los niños expuestos se han observado efectos en el desarrollo neurológico y el comportamiento, así como efectos sobre

la función tiroidea con exposiciones a niveles basales medioambientales.

### C. Partículas en suspensión o PM

El tamaño de las partículas está directamente relacionado con su potencial de causar problemas de salud.

Las partículas de 10 micrómetros de diámetro o menos, que pasan a través de la garganta y la nariz y entran en los pulmones, pueden afectar al corazón y los pulmones, y causar efectos graves para la salud.

- PM 10 cuyo diámetro es menor que 10  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m}$  corresponde la milésima parte de 1 milímetro). Pueden proceder de fenómenos naturales incendio, erupción volcánica), pero también de actividades humanas: combustión de automóviles y actividades industriales.
- PM 2,5: su diámetro es menor de 2,5 micrómetros. Se conocen como partículas finas y son de mayor riesgo para la salud.

### D. Óxidos de azufre

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión del carbón que contiene azufre. El  $\text{SO}_2$  resultante de la combustión del azufre en fábricas, centrales eléctricas y automotores que queman carbón o aceite, se oxida y forma ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas.

### E. Monóxido de carbono

Es uno de los productos de la combustión incompleta. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Además, es inodoro, y a la hora de sentir un ligero dolor de cabeza ya es demasiado tarde. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal. Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm<sup>3</sup>, tasas que son peligrosas para la salud de las personas.



### F. Ozono

Cuando la contaminación debida a los gases de escape de los automóviles es elevada y la radiación solar es intensa, el nivel de ozono aumenta. El hombre resulta afectado por el ozono a concentraciones entre 0,05 y 0,1 mg kg<sup>-1</sup>, causándole irritación de las fosas nasales y la garganta, así como sequedad de las mucosas de las vías respiratorias superiores. También se relaciona con eventos isquémicos coronarios agudos.

### G. Compuestos orgánicos volátiles (COV)

Los COV son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados

por disolventes, pinturas y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo. Algunos ejemplos de compuestos orgánicos volátiles son: benceno, tolueno, nitrobenzeno. Son peligrosos contaminantes del aire. La importancia de los COV reside en su capacidad como precursores del ozono troposférico y su papel como destructores del ozono estratosférico. Contribuyen a la formación del *smog* fotoquímico al reaccionar con otros contaminantes atmosféricos (como óxidos de nitrógeno) y con la luz solar. Se encuentra principalmente en áreas urbanas.