



# La contaminación del aire y sus efectos en la salud humana

**Elena Isabel Boldo**

Centro Nacional de Epidemiología-Instituto de Salud Carlos III (CNE-ISCIII) y Centro de Investigación Biomédica en Red Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP)

La contaminación atmosférica es un factor determinante de la calidad de vida y del estado de salud de la población. El aire deteriorado ocasiona una gran variedad de efectos agudos y crónicos de distinto grado de severidad, desde leves (como la tos) hasta graves (muerte prematura). Se relaciona, sobre todo, con daños en los sistemas cardiovascular (infartos, insuficiencia cardíaca o arritmias) y respiratorio (asma, EPOC o cáncer de pulmón), así como con efectos prenatales (bajo peso al nacimiento o parto prematuro). Además, cada vez son más concluyentes las alteraciones que se producen en el funcionamiento neurocognitivo, en etapas tempranas (neurodesarrollo) o más tardías (neurodegeneración). Respirar aire contaminado amenaza especialmente a niños, ancianos, embarazadas, enfermos crónicos y a personas con baja posición socioeconómica.

Afortunadamente, la creciente percepción del deterioro ambiental y su relación con la salud nos conducirá a sumar fuerzas para lograr un aire de calidad. La prevención de los daños pasa por reducir la exposición al aire contaminado de las poblaciones, prestando especial atención a los colectivos más perjudicados para evitar desigualdades frente a los riesgos y garantizar el reparto justo de los beneficios para la salud. Deben dirigirse más esfuerzos a conocer los mecanismos biológicos subyacentes, las patologías asociadas o la magnitud real del impacto en la salud derivado de la contaminación atmosférica. Diversas disciplinas científicas trabajan ya por aportar la mejor información posible para la acción política, que debería contemplar como referencia las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud para velar por entornos saludables.

## La actividad humana causa un gran deterioro ambiental que compromete la salud

El papel del hombre en la degradación del medio ambiente ya no se cuestiona. La contaminación del aire, agua, suelo, ruido, pérdida de la biodiversidad, cambio climático o la desertización, se encuentran entre las graves repercusiones de la acción humana. La sociedad es cada vez más consciente de las consecuencias que este deterioro medioambiental tiene sobre la salud. Por tanto, uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la humanidad es la adecuada protección y conservación del ambiente.<sup>1</sup>

La contaminación atmosférica se ha convertido en un problema de escala mundial. La ciencia ha mostrado que la deficiente calidad del aire puede ocasionar graves consecuencias para el medio ambiente y para nuestra salud.<sup>2</sup> Los contaminantes atmosféricos se han relacionado, sobre todo, con enfermedades cardiorrespiratorias,<sup>3</sup> con daños en la vegetación,<sup>4</sup> con la acidificación y eutrofización de suelos y aguas,<sup>5</sup> con la reducción de cosechas,<sup>6</sup> con el cambio climático<sup>7</sup> o con la corrosión de edificios.<sup>8</sup> Este enorme impacto exige una voluntad firme, tanto de los gobiernos como de la sociedad en su conjunto, para actuar en defensa de una atmósfera menos contaminada y, en definitiva, de la vida en la Tierra.

## El aire contaminado contiene infinidad de sustancias químicas que ocasionan daños en la salud

Una mezcla de miles de compuestos químicos se encuentra en un aire contaminado. La legislación europea ha regulado aquellos con potencial de ocasionar efectos agudos y/o crónicos sobre la salud, que se utilizan como indicadores de la calidad del aire.<sup>9</sup> Desde una

<sup>1</sup> E. Boldo, *La contaminación del aire*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2016.

<sup>2</sup> F. J. Kelly y J. C. Fussell, «Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk», *Environmental Geochemistry and Health*, 37(4), 2015, pp. 631-649.

<sup>3</sup> World Health Organization, *Review of evidence on health aspects of air pollution*, REVIHAAP project: final technical report, 2013, disponible en: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>.

<sup>4</sup> H. García-Gómez *et al.*, «Atmospheric pollutants in peri-urban forests of *Quercus ilex*: evidence of pollution abatement and threats for vegetation», *Environmental Science and Pollution Research International*, 23(7), 2016, pp. 6400-6413; P. Kumar Rai, «Impacts of particulate matter pollution on plants: Implications for environmental biomonitoring», *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 129, 2016, pp. 120-136.

<sup>5</sup> European Environment Agency, «Exposure of ecosystems to acidification, eutrophication and ozone», Indicator Assessment *European Environment Agency*, 2015, disponible en: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/exposure-of-ecosystems-to-acidification-2/exposure-of-ecosystems-to-acidification-4>.

<sup>6</sup> R. Van Dingenen *et al.*, «The global impact of ozone on agricultural crop yields under current and future air quality legislation», *Atmospheric Environment*, 43(3), 2009, pp. 604-618.

<sup>7</sup> H. Orru, K. L. Ebi y B. Forsberg, «The Interplay of Climate Change and Air Pollution on Health», *Current Environmental Health Reports*, 4(4), 2017, pp. 504-513.

<sup>8</sup> N. Venkat, M. Rajasekhar y D. R. G. Chinna, «Detrimental effect of Air pollution, Corrosion on Building Materials and Historical Structures», *AJER*, 3, 2014, pp. 359-364.

<sup>9</sup> European Environment Agency, «Air quality in Europe 2017», *European Environment Agency*, 2017, disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017>.

perspectiva sanitaria, destacan las partículas suspendidas en el aire (PM) y los contaminantes gaseosos, como el ozono (O<sub>3</sub>), el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), los compuestos orgánicos volátiles (COV, incluido el benceno, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), entre otros.<sup>10</sup> Muchos de ellos tienen su origen, en parte o en su totalidad, en la quema de combustibles. El tráfico es responsable de gran parte de las emisiones contaminantes en las ciudades.

Las sustancias inhaladas con el aire viajan a distintas partes de nuestro sistema respiratorio y pueden incluso alcanzar otras partes de nuestro organismo. Por un lado, los gases pueden llegar a distintas zonas del sistema respiratorio. Mientras que el SO<sub>2</sub> no suele pasar de la región traqueobronquial, el NO<sub>2</sub> y el O<sub>3</sub> pueden avanzar hasta los alveolos de los pulmones. Por otra parte, los efectos de las PM dependen fundamentalmente de su tamaño y composición química.<sup>11</sup> A menor tamaño, mayor capacidad de penetración en el organismo, mayor superficie de contacto con los sistemas biológicos y mayor reactividad química. Esto implica un potencial incremento del riesgo de lesión en tejidos y órganos, dependiente además de las sustancias químicas nocivas que contengan.<sup>12</sup>

Las PM más grandes de 10 µm (micrones), como el polvo o el polen, generalmente quedan atrapadas por la nariz y la garganta. Por consiguiente, la investigación epidemiológica centra sus esfuerzos en fracciones más pequeñas, las PM inferiores a 10 y 2,5 µm, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> respectivamente, que pueden avanzar más en el sistema respiratorio a medida que el tamaño se reduce.<sup>13</sup> Las partículas ultrafinas (UFP) pueden atravesar la barrera alveolo-capilar y llegar por la circulación sanguínea a otros órganos, como el corazón o el cerebro.<sup>14</sup>

## **La contaminación atmosférica reduce la esperanza de vida y provoca efectos adversos en diversas partes del cuerpo**

La calidad del aire escapa del control personal, por lo que respiramos las sustancias que contenga sin ninguna posibilidad de elección. La exposición a un aire deteriorado

<sup>10</sup> P. Mannuccio *et al.*, «Effects on health of air pollution: a narrative review», *Internal and Emergency Medicine*, 10(6), 2015, pp. 657-662.

<sup>11</sup> N. Künzli, L. Perez y R. Rapp, *Air Quality and Health. European Respiratory Society*, 2010, disponible en: <https://www.ersnet.org/publications/air-quality-and-health>. Acceso el 9 de enero de 2018.

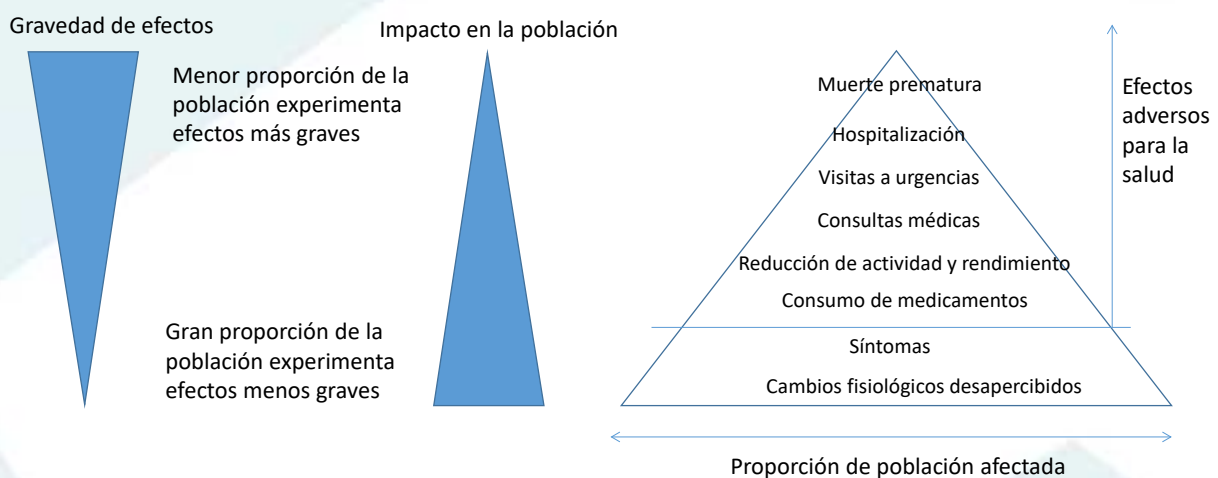
<sup>12</sup> C. R. Tyler *et al.*, «Surface area-dependence of gas-particle interactions influences pulmonary and neuroinflammatory outcomes», *Particle and Fibre Toxicology*, 13, 2016, p. 64, disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5131556/>.

<sup>13</sup> A. Churg y M. Brauer, «Ambient atmospheric particles in the airways of human lungs», *Ultrastructural Pathology*, 24(6), 2000, pp. 353-361; R. Sturm, «Theoretical models of carcinogenic particle deposition and clearance in children's lungs», *Journal of Thoracic Disease*, 2012, 4(4), 2012, pp. 368-376; R. Sturm, «Theoretical deposition of carcinogenic particle aggregates in the upper respiratory tract», *Annals of Translational Medicine*, 1(3), 2013, disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4200678/>.

<sup>14</sup> G. Oberdörster *et al.*, «Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain», *Inhalation Toxicology*, 16(6-7), 2004, pp. 437-445; O. Schmid *et al.*, «Dosimetry and toxicology of inhaled ultrafine particles», *Biomarkers: Biochemical Indicators of Exposure, Response, and Susceptibility to Chemicals*, 14 supl. 1, 2009, pp. 67-73.

perjudica a toda la población en menor o mayor medida, provocando una gran variedad de efectos en la salud con distinto grado de severidad, desde cambios funcionales subclínicos –no detectados por la persona– a diversos síntomas, visitas a los servicios de urgencias sanitarias, hospitalizaciones por diversas patologías y muertes prematuras (figura 1). Dado que se asume que toda la población está expuesta, el número de casos atribuibles a este factor de riesgo ambiental es elevado.

**Figura 1. Representación del rango de efectos que pueden producirse por la exposición a la contaminación atmosférica y número de personas potencialmente afectadas por dichos efectos**



Fuente: Adaptación de World Health Organization. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005

El impacto en la salud se observa especialmente entre los grupos más susceptibles y más vulnerables, que sufren con más rigor las consecuencias de vivir en entornos insanos.<sup>15</sup> En general, los más *susceptibles*, debido a factores biológicos o intrínsecos, son los niños, los ancianos, los enfermos crónicos y las mujeres, especialmente las embarazadas y lactantes.<sup>16</sup> Los más *vulnerables*, debido a factores no biológicos o extrínsecos, son las personas de bajo nivel socioeconómico.<sup>17</sup> Finalmente, otros colectivos pueden presentar un mayor riesgo por estar más expuestos a los

<sup>15</sup> M. L. Bell, A. Zanobetti y F. Dominici, «Evidence on Vulnerability and Susceptibility to Health Risks Associated With Short-Term Exposure to Particulate Matter: A Systematic Review and Meta-Analysis», *American Journal of Epidemiology*, 178(6), 2013, pp. 865-876.

<sup>16</sup> N. Westergaard *et al.*, «Ambient air pollution and low birth weight - are some women more vulnerable than others?», *Environment International*, 104, 2017, pp. 146-154.

<sup>17</sup> S. B. Gordon *et al.*, «Respiratory risks from household air pollution in low and middle income countries», *The Lancet. Respiratory medicine*, 2(10), 2014, pp. 823-860; C.R. O' Lenick *et al.*, «Ozone and childhood respiratory disease in three US cities: evaluation of effect measure modification by neighborhood socioeconomic status using a Bayesian hierarchical approach», *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 16(1), 2017, p. 36.



contaminantes, como los trabajadores<sup>18</sup> o deportistas<sup>19</sup> que desarrollan su actividad al aire libre, o los residentes en barrios próximos a carreteras muy transitadas o zonas industriales.<sup>20</sup>

### *Efectos prenatales y postnatales de la exposición a la contaminación atmosférica*

Antes de nacer ya estamos amenazados por la contaminación atmosférica.<sup>21</sup> La literatura científica<sup>22</sup> relaciona la exposición de las embarazadas a la contaminación atmosférica, especialmente por O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>, con el *parto prematuro* (por debajo de la semana 37 de gestación) y el *bajo peso al nacimiento* de sus bebés (bajo <2.500 g; muy bajo <1.500 g). Reuniendo información de 14 cohortes europeas de recién nacidos, se ha concluido que el riesgo de bajo peso al nacimiento es de un 18% por cada incremento de 5 µg/m<sup>3</sup> en las PM<sub>2,5</sub>.<sup>23</sup> Este parámetro sanitario es trascendental porque se correlaciona con el estado de salud a lo largo de la vida de la persona: menor peso, peor salud. La exposición prenatal al NO<sub>2</sub> se asocia con infecciones respiratorias y desarrollo de asma durante la niñez.<sup>24</sup>

Además, existe preocupación por los efectos de PM<sub>2,5</sub> y NO<sub>2</sub> sobre el *neurodesarrollo*,<sup>25</sup> que es el proceso de evolución del sistema nervioso que se extiende desde el período embrionario –estadio inicial del embarazo– hasta la adolescencia. Los estudios experimentales<sup>26</sup> sugieren que la contaminación atmosférica puede ocasionar un serio impacto en el sistema nervioso central, ya que se ha observado efectos tales como la inflamación crónica del cerebro, la activación de las células microglía (principal línea de defensa del sistema nervioso central) y daños en la sustancia blanca.

<sup>18</sup> O. Adetona *et al.*, «Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public», *Inhalation Toxicology*, 28(3), 2016, pp. 95-139.

<sup>19</sup> R. An *et al.*, «Impact of ambient air pollution on physical activity among adults: A systematic review and meta-analysis», *Perspectives in Public Health*, 2017.

<sup>20</sup> P. Fernández-Navarro *et al.*, «Industrial pollution and cancer in Spain: An important public health issue», *Environmental Research*, 159, 2017, pp. 555-563; P. C. de Oliveira Rodrigues *et al.*, «Risk factors in cardiovascular disease mortality associated with high exposure to vehicular traffic», *Revista Brasileira De Epidemiologia*, 20(3), 2017, pp. 423-434.

<sup>21</sup> M. Matera *et al.*, «Before the first breath: prenatal exposures to air pollution and lung development», *Cell and Tissue Research*, 367(3), 2017, pp. 445-455; K. Ebisu *et al.*, «Cause-specific stillbirth and exposure to chemical constituents and sources of fine particulate matter», *Environmental Research*, 160, 2018, pp. 358-364.

<sup>22</sup> D. M. Stieb *et al.*, «Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: a systematic review and meta-analysis», *Environmental Research*, 117, 2012, pp. 100-111; X. Li *et al.*, «Association between ambient fine particulate matter and preterm birth or term low birth weight: An updated systematic review and meta-analysis», *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)*, 227, 2017, pp. 596-605.

<sup>23</sup> M. Pedersen *et al.*, «Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE)», *The Lancet. Respiratory medicine*, 1 (9), 2013, pp. 695-704.

<sup>24</sup> A. Gutiérrez Oyarce *et al.*, «Exposure to nitrogen dioxide and respiratory health at 2 years in the INMA-Valencia cohort», *Gaceta Sanitaria*, 2017.

<sup>25</sup> E. Suades-González *et al.*, «Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence», *Endocrinology*, 156 (10), 2015, pp. 3473-3482.

<sup>26</sup> X. Xu, S. Uyen Ha y R. Basnet, «A Review of Epidemiological Research on Adverse Neurological Effects of Exposure to Ambient Air Pollution», *Frontiers in Public Health*, 4, 2016, p. 157, disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4974252/>.

### *La contaminación atmosférica daña el sistema respiratorio*

La circulación de gases y partículas por las vías respiratorias provoca un gradiente de consecuencias agudas y crónicas, entre las que destacan la tos y la expectoración, la reacción inflamatoria e irritación de las vías respiratorias, la alergia, las deficiencias en la función pulmonar, la hiperreactividad y la obstrucción bronquial, el agravamiento de enfermedades respiratorias preexistentes (asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica –EPOC–, bronquitis), los nuevos casos de bronquitis crónica, así como el aumento del riesgo de morir por causa respiratoria y la disminución de la esperanza de vida.<sup>27</sup> Las PM<sub>2,5</sub> se señalan específicamente como las causantes de los efectos más graves en el sistema respiratorio, provocando además cáncer de pulmón.<sup>28</sup>

La disrupción en el desarrollo de los sistemas respiratorio e inmune por los contaminantes ambientales puede reducir la capacidad de combatir las infecciones respiratorias y la función pulmonar. Se incrementa también el riesgo de desarrollo de alergias y asma. Los niños expuestos a la contaminación atmosférica sufren un menor desarrollo de la estructura y función del sistema respiratorio, lo que puede suponer unos pulmones más frágiles a lo largo de la vida.<sup>29</sup> Los que viven en zonas más contaminadas, por ejemplo con PM y NO<sub>2</sub>, tienen mayor riesgo de padecer más tos, más bronquitis agudas, más enfermedades infecciosas –como la neumonía–, más crisis asmáticas o de desarrollar cáncer.

### *La contaminación atmosférica afecta al sistema cardiovascular*

La carga de enfermedad derivada de este riesgo ambiental es más elevada para las enfermedades cardiovasculares que para las respiratorias.<sup>30</sup> Aunque el mecanismo de entrada en el organismo se produzca a través de la respiración, diversos tóxicos pueden llegar hasta el sistema cardiovascular directamente y causar todo tipo de lesiones. En general, las patologías cardiovasculares son la causa más importante de morbimortalidad en el mundo desarrollado, siendo la primera causa de muerte en España.<sup>31</sup> Esto explica en parte que este peligro ambiental cause muchas más muertes relacionadas con estas enfermedades.

---

<sup>27</sup> G. Hoek *et al.*, «Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: a review», *Environmental Health*, 12, 2013, p. 43.

<sup>28</sup> G. Hoek and O. Raaschou-Nielsen, «Impact of fine particles in ambient air on lung cancer», *Chinese Journal of Cancer*, 33(4), 2014, pp. 197-203.

<sup>29</sup> D. A. Stern *et al.*, «Poor airway function in early infancy and lung function by age 22 years: a non-selective longitudinal cohort study», *Lancet*, 370, 2007, pp. 758-764; E. S. Schultz, A. A. Litonjua y E. Melén, «Effects of Long-Term Exposure to Traffic-Related Air Pollution on Lung Function in Children», *Current Allergy and Asthma Reports*, 17(6), 2017, disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5446841/>.

<sup>30</sup> B. Lee, B. Kim y K. Lee, «Air Pollution Exposure and Cardiovascular Disease», *Toxicological Research*, 30(2), 2014, pp. 71-75.

<sup>31</sup> Véase INEbase (2017), disponible en:

[http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175](http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175).

En 2015, la Sociedad Europea de Cardiología elaboró un documento de consenso de expertos que resumía las relaciones entre la contaminación atmosférica y las enfermedades cardiovasculares.<sup>32</sup> La exposición a las PM<sub>2,5</sub> incrementa la presión arterial y la viscosidad plasmática, además de modificar la coagulación sanguínea. Todos estos factores favorecen el desarrollo de trombos y coágulos, que explican una mayor incidencia de la cardiopatía isquémica (infartos de miocardio y anginas de pecho). Otros efectos son las arritmias, las insuficiencias cardíacas, los accidentes cerebrovasculares y las muertes por cualquier causa cardiovascular, especialmente en las personas con antecedentes previos de enfermedad cardíaca. El aire contaminado está implicado tanto en nuevos eventos cardíacos y agravamiento de las patologías preexistentes, como en el proceso de desarrollo de dichas enfermedades.

### *La contaminación atmosférica produce cáncer*

El conocimiento científico ha establecido que *la contaminación atmosférica es una causa de cáncer en el ser humano*. En 2013, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC), organismo especializado de la Organización Mundial de la Salud –OMS–, declaró la contaminación atmosférica como cancerígena para humanos (Grupo 1).<sup>33</sup> Específicamente señalaron que existe suficiente evidencia para las PM<sub>2,5</sub> y el cáncer de pulmón. Además, se encontró que existe una asociación positiva con el incremento de cáncer de vejiga.

La IARC también ha clasificado como carcinógenos determinados contaminantes que pueden estar presentes en el aire, incluyendo algunos compuestos orgánicos volátiles (benceno, formaldehído, cloruro de vinilo, óxido de etileno), metales (arsénico, cadmio, cromo, níquel), benzo(a)pireno, dioxinas (2,3,7,8 TCDD), el amianto y determinadas emisiones industriales o de los tubos de escape del motor diésel, entre otros.

Otros tumores están siendo analizados, pero las evidencias científicas aún no son concluyentes. El cáncer de mama se ha encontrado asociado principalmente con el NO<sub>2</sub>, aunque también se estudia su relación con los contaminantes relacionados con el tráfico.<sup>34</sup> La leucemia mieloide, causada por el benceno en adultos, está en proceso de investigación con el tráfico y el NO<sub>2</sub> tanto para niños como para adultos.<sup>35</sup>

### *La contaminación atmosférica se relaciona con la muerte prematura*

---

<sup>32</sup> D. E. Newby *et al.*, «Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease», *European Heart Journal*, 36(2), 2015, pp. 83–93.

<sup>33</sup> G. B. Hamra *et al.*, «Outdoor Particulate Matter Exposure and Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis», *Environmental Health Perspectives*, 122(9), 2014, pp. 906–911.

<sup>34</sup> Z. J. Andersen *et al.*, «Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Incidence of Postmenopausal Breast Cancer in 15 European Cohorts within the ESCAPE Project», *Environmental Health Perspectives*, 125(10), 2017, pp. 1–14.

<sup>35</sup> T. Filippini *et al.*, «A Review and Meta-Analysis of Outdoor Air Pollution and Risk of Childhood Leukemia», *Journal of environmental science and health. Part C, Environmental carcinogenesis & ecotoxicology reviews*, 33(1), 2015, pp. 36–66.

Aunque los efectos más graves son, por fortuna, menos frecuentes entre la población, la OMS señala que *una de cada ocho muertes en el mundo está relacionada con la contaminación atmosférica*. Para el año 2012, esta cifra se traduce en la muerte prematura de unos siete millones de personas, de los que 3,7 millones (6,7% del total de muertes) se atribuyen al aire ambiente y, el resto, a la contaminación en espacios interiores.

En relación con la contaminación del aire ambiente, la mayor carga de enfermedad ocurre principalmente en países de ingresos bajos y medios (88%). La mortalidad atribuible a la polución del aire se produce, sobre todo, por enfermedades cardiovasculares (80%), seguidas de las respiratorias, como la EPOC (11%) y el cáncer de pulmón (6%) (tabla 1). De especial relevancia es el hecho que la mortalidad debida a infecciones agudas de las vías respiratorias bajas se produce en la infancia, en niños menores de cinco años (127.000 muertes atribuibles al aire ambiente). En este caso, provoca mayor carga de enfermedad el aire degradado que se encuentra en hogares mal ventilados en la mayor parte de los países menos desarrollados (534.000 muertes) (tabla 2). En el interior de estas viviendas, por el uso de combustibles contaminantes, pueden alcanzarse concentraciones de  $PM_{2,5}$  cien veces superiores a las aceptables. Este entorno degradado casi duplica el riesgo de neumonía en la niñez, lo que explica la mortalidad infantil estimada.<sup>36</sup>

Por otra parte, la Agencia Europea de Medio Ambiente señala que respirar un aire contaminado supone unas 400.000 muertes prematuras anuales en Europa. Además, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico ha calculado un coste económico entre 330.000 y 940.000 millones de euros (entre el 3 y el 9% del PIB de la UE).

El detrimento en la salud, que puede conducir a la muerte prematura, explica que la contaminación atmosférica esté asociada con pérdida de bienestar, menor calidad de vida y reducción en la esperanza de vida. Un estudio realizado en España,<sup>37</sup> concluye que un incremento de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la concentración de  $PM_{10}$  supone una pérdida de casi un año de vida. A su vez, un aumento de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la concentración de  $PM_{2,5}$  se relacionó con una reducción de siete meses de vida. Estos incrementos en la concentración de  $PM_{10}$  y  $PM_{2,5}$  se asociaron con un aumento del riesgo de morir del 6% y del 4%, respectivamente.

---

<sup>36</sup> World Health Organization, «Ambient and household air pollution and health», World Health Organization, disponible en: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/en/). Acceso el 9 de enero de 2018.

<sup>37</sup> C. de Keijzer *et al.*, «The association of air pollution and greenness with mortality and life expectancy in Spain: A small-area study», *Environment International*, 99, 2017, pp. 170-176.



**Tabla 1. Mortalidad atribuible a nivel mundial a la contaminación interior y ambiente en 2012, por enfermedad**

Enfermedad	Número de muertes atribuibles al aire interior (%)	Número de muertes atribuibles al aire ambiente (%)
Cardiopatía isquémica	1.096.000 (26)	1.505.000 (40)
Accidente cerebrovascular	1.462.000 (34)	1.485.000 (40)
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	928.000 (22)	389.000 (11)
Cáncer de pulmón	272.000 (6)	227.000 (6)
Infecciones agudas de las vías respiratorias bajas	534.000 (12)	127.000 (3)
Total	4.292.000	3.733.000

Fuente: OMS (Burden of Disease from Ambient and Household Air Pollution for 2012)

**Tabla 2. Mortalidad atribuible a nivel mundial a la contaminación interior y ambiente en 2012, por edad y sexo**

Población (edad)	Número de muertes atribuibles al aire interior (%)	Número de muertes atribuibles al aire ambiente (%)
Niños (<5 años)	534.000 (13)	127.000 (3)
Mujeres (>25 años)	1.767.000 (41)	1.632.000 (44)
Hombres (>25 años)	1.991.000 (46)	1.973.000 (53)

Fuente: OMS (Burden of Disease from Ambient and Household Air Pollution for 2012)

### Las políticas de control de la calidad del aire deben seguir las recomendaciones de la OMS para proteger la salud de la población

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire<sup>38</sup> señalan unos límites de contaminantes atmosféricos que no deberían sobrepasarse para una adecuada protección de la salud. Estas recomendaciones se fundamentan en la evidencia científica mundial existente sobre los efectos de estos compuestos sobre la salud. Generalmente la OMS plantea metas mucho más estrictas que las reguladas por las normativas sobre calidad del aire. Por ejemplo, la recomendación de la OMS para PM<sub>2,5</sub> (10 µg/m<sup>3</sup>) es menos de la mitad que el valor límite anual europeo (25 µg/m<sup>3</sup>).

La reducción de exposición a la contaminación siempre es beneficiosa para la salud, por lo que cuanto más se aproxime la legislación –y su cumplimiento– a la recomendación

<sup>38</sup> World Health Organization, «Air quality guidelines – global update 2005», World Health Organization, disponible en: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/). Acceso el 9 de enero de 2018.

de la OMS mayor protección a la salud se espera. El compromiso político y social debería dirigirse hacia aquellas políticas y conductas que mejoran la calidad del aire y minimizan los riesgos para la salud. De hecho, en 2013 se lanzó una nueva edición del Programa Aire Puro para Europa,<sup>39</sup> que pretende un mayor acercamiento a las directrices de la OMS en 2030, lo que exigirá un esfuerzo elevado de reducción de emisiones. Si se alcanza este objetivo, la Comisión Europea estima que se evitarán 58.000 muertes prematuras y se ahorrarán unos 40.000 millones de euros anuales en costes sanitarios.

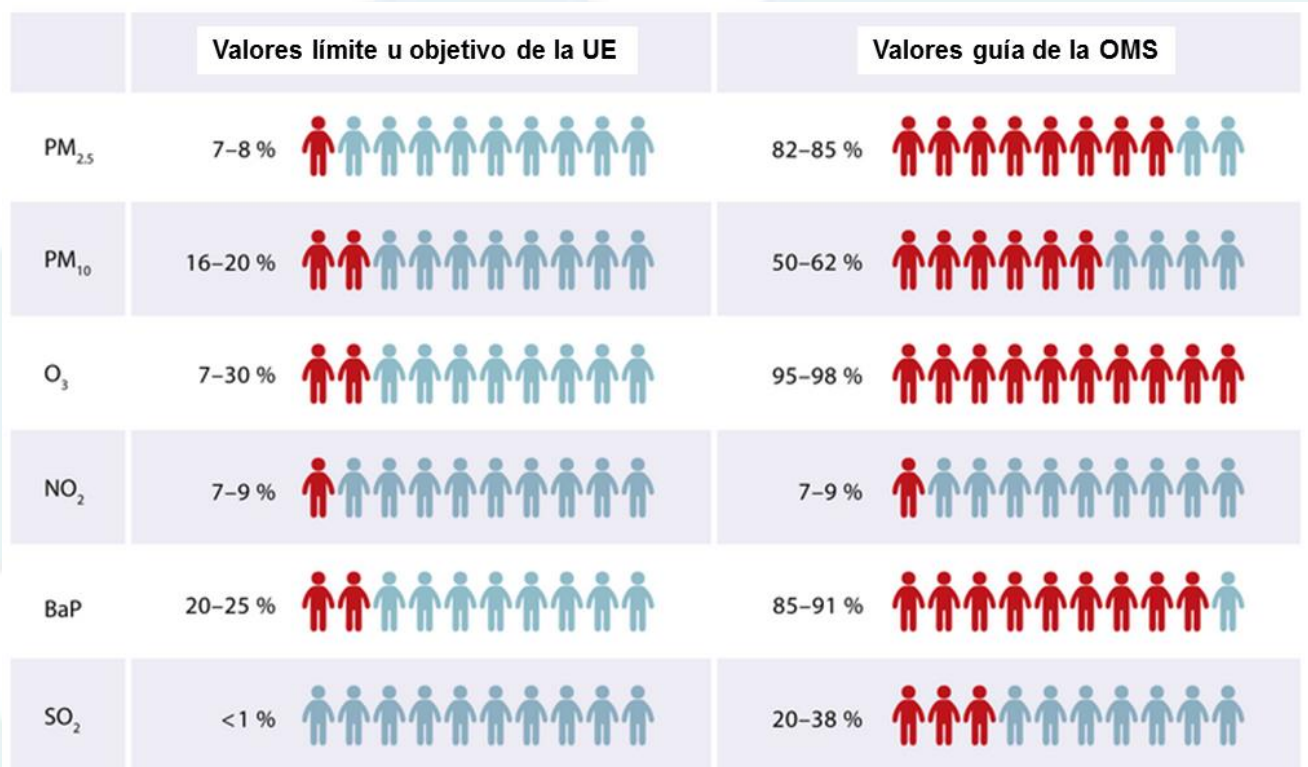
A pesar de los progresos realizados para controlar emisiones nocivas en las últimas décadas, en líneas generales, los países europeos aún se encuentran lejos de alcanzar estos valores recomendados por la OMS. El informe de calidad del aire de 2017 de la Agencia Europea de Medio Ambiente<sup>40</sup> señala que en Europa ésta mejora lentamente, gracias a las políticas pasadas y presentes y a los avances tecnológicos. Según este organismo los contaminantes más perjudiciales son las PM, el NO<sub>2</sub> y el O<sub>3</sub>, a los que gran parte de la población se enfrenta a niveles insalubres. En 2015, el 7% de la población urbana de la UE estuvo expuesta a niveles de PM<sub>2,5</sub> superiores al valor límite anual de la Directiva Europea. Atendiendo al valor guía de la OMS, más estricto, ese porcentaje alcanza el 82% (figura 2). En España, el 32, 14 y 5% de la población urbana estuvo expuesta en 2014 a niveles superiores al valor anual regulado en O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> y PM<sub>10</sub>, respectivamente. Obviamente, estas cifras deben mejorarse para una adecuada protección de la salud de la población.

---

<sup>39</sup> EC, 'The Clean Air Policy Package. European Commission' disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/air/clean\\_air\\_policy.htm](http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm). Acceso el 9 de enero de 2018.

<sup>40</sup> European Environment Agency, «Air quality...», *op. cit.*

**Figura 2. Población urbana europea expuesta en 2013-2015 a niveles de concentración de contaminantes atmosféricos considerados nocivos según los valores límite u objetivo de la Unión Europea y según los valores guía de la OMS**



Fuente: European Environment Agency<sup>41</sup>

### ¿Qué aires nos traerá el futuro?

No podemos permitirnos el lujo de dejar *nuestra salud en el aire*. La muerte prematura supone pérdida de vida, una lacra que debería ser inaceptable para la sociedad. En vista del marcado impacto que supone la contaminación atmosférica, la mejora de la calidad del aire es ya una cuestión ineludible que el hombre debe afrontar sin más demora. La lucha activa contra este riesgo ambiental supone un reto mundial partiendo desde la escala local, que exige compromiso y actuación coordinada de todos los sectores sociales.

El impulso de programas de educación ambiental es fundamental para comunicar a la sociedad el riesgo al que se expone y para que tome conciencia de la importancia de contribuir a su solución. Los avances en el conocimiento científico y en la percepción social de esta amenaza ambiental presionarán cada vez más a las autoridades gubernamentales para que realicen esfuerzos para proteger la salud de la población. Pero no será suficiente si no reaccionamos todos para mejorar la calidad del aire por encima de

<sup>41</sup> European Environment Agency, «Mejorar la calidad del aire en las ciudades europeas resultará muy beneficioso para la salud», *European Environment Agency*, disponible en: <https://www.eea.europa.eu/es/highlights/mejorar-la-calidad-del-aire>. Acceso el 9 de enero de 2018.

intereses privados, comerciales o industriales. Es ahora el momento de implicarse en la creación y defensa de entornos saludables. Es una cuestión de responsabilidad individual y colectiva. Por nuestra salud, claro.