

Contaminación del aire y movilidad en la ciudad

Miguel Ángel Ceballos Ayuso
Alfredo Sánchez Vicente
Alfonso Sanz Alduán
Elena Isabel Boldó
Pilar Vega Pindado

Selección de recursos:
Susana Fernández Herrero

Contaminación del aire y movilidad en la ciudad

Miguel Ángel Ceballos Ayuso

Área de calidad del aire de Ecologistas en Acción

Alfredo Sánchez Vicente

Coordinador de los documentos anuales TERM sobre Transporte y Medio Ambiente de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA)

Alfonso Sanz Alduán

Geógrafo, técnico urbanista y consultor en el Grupo de estudios y alternativas GEA 21

Elena Isabel Boldó

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

Pilar Vega Pindado

Profesora del Departamento de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid

Coordinación: Lucía Vicent, Monica Di Donato, Susana Fernández

Edita: FUHEM Ecosocial

Avda de Portugal 79, posterior, 28011 Madrid

Teléfono: 91 431 02 80

fuhem@fuhem.es

<http://www.fuhem.es/ecosocial/>

Madrid, febrero de 2018

Contaminación del aire y movilidad en la ciudad

La calidad del aire guarda fuertes vínculos con el contexto histórico, socioeconómico y político de una sociedad y, en ese sentido, es dependiente de la organización social, del comportamiento y los hábitos de las personas que viven y se mueven en determinados lugares. El ser humano es, por lo tanto, actor y espectador, víctima y verdugo de la degradación de la calidad del aire, y de los ecosistemas en general, pero al mismo tiempo se preocupa, denuncia y sufre los efectos negativos de esta contaminación. **ECOS 41** aborda la problemática de la contaminación en las ciudades investigando la situación en España y Europa, los escenarios, las acciones emprendidas, así como los efectos sobre la salud y la calidad de vida de las personas. Al mismo tiempo, ofrece una reflexión sobre la necesidad de una nueva cultura de la movilidad y un nuevo modelo urbanístico. En ese sentido, el apartado de **Análisis destacado** lleva las firmas de **Miguel Ángel Ceballos, Alfredo Sánchez Vicente, Alfonso Sanz Alduán, Elena Isabel Boldo y Pilar Vega**. Hemos entrevistado, además, al experto de Ecologistas en Acción **Juan Bárcena**, obteniendo una fotografía muy útil sobre el tema tratado, en la que se puede encontrar una referencia al escándalo del *dieselgate*. Y, como es costumbre, contamos con una selección de recursos de la mano de **Susana Fernández**, así como las habituales secciones de **Actualidad de FUHEM Ecosocial** y **En red**.

FUHEM Ecosocial
Febrero de 2018

Sumario

Contaminación urbana en España: el cambio climático y la “recuperación” agravan la situación.

Miguel Ángel Ceballos Ayuso

La perplejidad del extraterrestre.

Alfredo Sánchez Vicente y Alfonso Sanz Alduán

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

Elena Isabel Boldo

Un cambio de paradigma de la movilidad urbana para que todo siga igual.

Pilar Vega Pindado

Selección de recursos

Susana Fernández Herrero

Contaminación urbana en España: el cambio climático y la "recuperación" agravan la situación

Miguel Ángel Ceballos

Área de calidad del aire de Ecologistas en Acción

La calidad del aire en el Estado español ha experimentado un empeoramiento significativo durante el año 2017, afectando a la salud de millones de personas en las ciudades y en entornos rurales cada vez más extensos. La coyuntura meteorológica, caracterizada por las elevadas temperaturas, una prolongada sequía y la prevalencia de tipos de tiempo anticiclónicos, que dificultan la dispersión de la contaminación, ha contribuido a elevar los niveles de dióxido de nitrógeno, partículas y ozono por encima de los límites legales y las recomendaciones sanitarias. El cambio climático está agravando por tanto un problema que tiene su causa fundamental en el incremento progresivo de la quema de combustibles fósiles en el transporte y la industria asociado a la recuperación de la actividad económica, frente al que las autoridades no están adoptando las medidas informativas, legales y políticas que permitan conjurar el cambio de tendencia hacia un aire más contaminado e insalubre.

En los últimos años, la práctica totalidad de la población española y europea viene respirando aire contaminado, que incumple los estándares recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta situación ha sido puesta de manifiesto por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) y, en nuestro país, por los informes sobre la Calidad del Aire en el Estado español que desde la pasada década viene publicando anualmente Ecologistas en Acción.¹

Las últimas estimaciones de la AEMA y la OMS sobre la repercusión sanitaria de la contaminación atmosférica son muy preocupantes. Elevan en el año 2014 hasta 30.000 las muertes prematuras por la mala calidad del aire en el Estado español, 23.180 por exposición a partículas inferiores a 2,5 micras de diámetro (PM_{2.5}), 6.740 por los niveles de dióxido de nitrógeno (NO₂) y 1.600 por exposición a ozono.² Lo que supone un aumento muy importante sobre los 16.000 fallecimientos prematuros anuales que se estimaban hace apenas una década.

El coste económico de la mortalidad prematura y de la pérdida de días de trabajo por la contaminación del aire ambiente y en el interior de las viviendas ha sido

¹ El último correspondiente al año 2016. Disponible en <https://www.ecologistasenaccion.org/article13106.html>. Desde 2016, también se publica un informe anual específico sobre la contaminación por ozono troposférico, el último correspondiente al año 2017.

² AEMA, *Air quality in Europe - 2017 report*, 2017, disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017>. Las cifras de muertes prematuras atribuidas a cada uno de los contaminantes no son necesariamente acumulables, por lo que la estimación se establece en una horquilla de entre 23.000 y 30.000 fallecimientos, en el año citado.

cuantificado por el Banco Mundial en 50.382 millones de dólares en 2013,³ equivalentes en ese año a 38.000 millones de euros, el 3,5 por ciento del Producto Interior Bruto (PIB) español, sin considerar los daños provocados a los cultivos,⁴ los ecosistemas naturales u otros bienes de cualquier naturaleza.

Aun así, los actuales niveles de contaminación por partículas y NO₂ son, en España y la Unión Europea, muy inferiores a los registrados hace sólo diez o veinte años, y desde luego a los que sufren otras regiones del planeta como el Sureste asiático o América del Sur, donde las concentraciones de partículas multiplican en varias veces las ya insalubres que respiramos en Europa o España.⁵ La mejora de los conocimientos científicos sobre contaminación y salud y los efectos acumulativos sobre una población históricamente castigada por la polución en general explicarían la progresiva tendencia al alza de las evaluaciones oficiales de daño sanitario.

En 2017, se ha producido en el Estado español un aumento general de los niveles de contaminación de partículas en suspensión (PM₁₀ y PM_{2,5}), NO₂ y ozono troposférico, el segundo en magnitud desde el inicio de la crisis económica, tras el registrado en 2015, en lo que parece un cambio de tendencia tras años de reducción de los contaminantes clásicos (partículas y NO₂), reducción paralela a la caída de la producción y el consumo desde 2008.

Las áreas metropolitanas de Barcelona, Bilbao, Granada y Madrid, con 13 millones de habitantes, habrían vuelto a superar el valor límite anual para la protección de la salud humana establecido por la normativa para el NO₂, mientras algunas ciudades andaluzas (Bailén, Cádiz, Huelva, Granada, Sevilla), A Coruña, Avilés y parte de las Islas Canarias, con 5 millones de habitantes, habrían incumplido el valor límite diario de partículas inferiores a 10 micras de diámetro (PM₁₀).⁶ Finalmente, en 42 de las 126 zonas de calidad del aire en que se encuentra dividido el Estado, con 19 millones de habitantes, se habría superado el valor objetivo para la protección de la salud establecido para el ozono, incluyendo tanto

³ Banco Mundial, *The Cost of Air Pollution Strengthening the Economic Case for Action*, Banco Mundial, 2016. El resumen en español está disponible en:

<http://documents.worldbank.org/curated/es/652511473396129313/Resumen-ejecutivo>.

⁴ En España, el Centro ICP ha estimado los costes económicos derivados de la menor producción de dos cultivos como el trigo y el tomate, por su exposición al ozono, en cerca de 800 millones de euros en el año 2000, un 3,2 por ciento del PIB agrícola en ese año. Véase G. Mills y H. Harmens, Harry (eds.), *Ozone Pollution: A hidden threat to food security*, Bangor, UK, NERC/Centre for Ecology & Hydrology, 2011, disponible en: <http://icpvegetation.ceh.ac.uk/publications/documents/ozoneandfoodsecurity-ICPVegetationreport%202011-published.pdf>.

⁵ OMS, *WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database*, 2016, Disponible en: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/. Mientras la concentración media anual de partículas PM_{2,5} en las ciudades españolas y europeas no suele superar los 25 microgramos por metro cúbico (µg/m³), valor límite establecido por la Unión Europea para la protección de la salud humana, muy superior a la guía recomendada por la OMS (10 µg/m³), en 2013-2014 Teherán (Irán) registró 32 µg/m³, Lima (Perú) 48 µg/m³, Pretoria (Sudáfrica) 51 µg/m³, El Cairo (Egipto) 76 µg/m³, Pekín (China) 85 µg/m³ y Delhi (India) 122 µg/m³. Parte de las partículas detectadas, en especial entre las inferiores a 10 micras de diámetro (PM₁₀), tiene su origen en polvo mineral arrastrado desde zonas áridas más o menos cercanas.

⁶ Establecido en 50 µg/m³, que no deberán superarse más de 35 días al año (3 días de acuerdo con la recomendación de la OMS). La evaluación del cumplimiento de los valores límite de este contaminante es más compleja al requerir la aplicación de factores de corrección a los medidores automáticos y el descuento de los aportes de origen natural, no disponibles en el momento de elaborar este artículo, por lo que relación provisional de territorios con superación del valor límite legal podría sufrir variaciones a la baja.

áreas metropolitanas como Córdoba, Madrid, Palma, Sevilla y Valladolid como amplios territorios rurales del litoral mediterráneo y el interior de la Península (Castilla-La Mancha, sur de Castilla y León, Extremadura).

En conjunto, 28 millones de personas, tres de cada cinco habitantes del Estado, se han podido ver expuestas durante 2017 a niveles de contaminación atmosférica que exceden los permitidos por la legislación vigente, ya de por sí más laxa que las recomendaciones de la OMS en varias de las sustancias reguladas. Una situación que nos acerca de manera preocupante al panorama previo a la crisis económica.

Las elevadas temperaturas y la sequía han incrementado los episodios de contaminación. Según la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la primavera de 2017 ha sido la más cálida y el verano el segundo más cálido desde 1965, habiendo disminuido drásticamente las precipitaciones desde el mes de marzo.⁷ El fuerte calor primaveral y estival, con una mayor anticipación, frecuencia y persistencia de las olas de calor, explica que los niveles de ozono troposférico hayan aumentado significativamente en 2017 en buena parte del Estado español.

El otoño ha resultado asimismo cálido y muy seco en su conjunto, con predominio de situaciones atmosféricas anticiclónicas que han favorecido la acumulación en el aire de contaminantes típicamente invernales como el NO₂ y las partículas, dando lugar a episodios de contaminación urbana como el prolongado entre el 15 y el 25 de noviembre, durante el que ciudades como A Coruña, Alicante, Avilés, Bailén, Barcelona, Cádiz, Córdoba, Cuenca, Gijón, Girona, Granada, Guadalajara, Huelva, Lleida, Logroño, Madrid, Murcia, Puertollano, Santander, Sevilla, Talavera de la Reina, Tudela, Valencia, Valladolid, Zamora o Zaragoza superaron los valores límite legales de NO₂ o partículas PM₁₀.

El cambio climático se ha convertido así en un factor de primer orden en el agravamiento de las situaciones de mala calidad del aire estructural, como efecto derivado del incremento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones, a sumar a otros 'inconvenientes' ambientales como la menor disponibilidad de agua, la desertificación de amplios territorios tropicales y subtropicales⁸ o la mayor frecuencia de las catástrofes naturales ligadas al clima.

No obstante, al margen de la contribución de este problema global, con el que será necesario contar de cara al futuro, hay indicadores de carácter económico que permitirían explicar el cambio de tendencia: el repunte del consumo de combustibles petrolíferos y gas natural, en 2017 superior al de los cinco años anteriores,⁹ aunque sin alcanzar aún el de 2007; el fraude en los sistemas de certificación de las emisiones de los automóviles, conocido a partir del escándalo Volkswagen y extendido a la práctica totalidad de los

⁷ AEMET, *Resúmenes climatológicos mensuales y estacionales*, 2017, disponibles en: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes?w=0&datos=0.

⁸ Desertificación que, asimismo, incide en la elevación de los niveles de partículas PM₁₀ en el borde de las regiones áridas, por ejemplo en el Mediterráneo respecto al desierto del Sahara y su franja tropical meridional, el Sahel, donde la combinación del cambio climático global y los cambios climáticos regionales inducidos por el aumento de la presión humana sobre los recursos naturales hace avanzar el desierto.

⁹ Según las estadísticas de consumo de combustibles de la Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES) y el avance del informe del Sistema Eléctrico Español 2017 de Red Eléctrica de España. Disponibles en: <http://www.cores.es/es/estadisticas> y <http://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/informe-anual/avance-del-informe-del-sistema-electrico-espanol-2017>.

fabricantes;¹⁰ o el aumento de la producción eléctrica en centrales térmicas de carbón, petróleo y gas,¹¹ a costa de las energías renovables, perseguidas desde hace años por la política gubernamental estatal.

La tan manida ‘recuperación’ de la dinámica económica acumulativa previa a 2008 se erige por lo tanto como la principal amenaza para la calidad del aire y, en general, para el medio ambiente y la conservación de los recursos naturales, en un contexto en el que los avances en eficiencia energética y reducción de los factores de emisión son anulados por el repunte en la quema de combustibles fósiles, y en el que los intereses de las grandes compañías energéticas y del automóvil prevalecen una vez más sobre el medio ambiente y la salud pública.

En parte por efecto del cambio climático y también como consecuencia inesperada de la reubicación de las estaciones urbanas de control de la contaminación más ‘conflictivas’ lejos del tráfico,¹² tenemos que en España el contaminante que presenta una mayor extensión y afección a la población es el ozono troposférico, cuyos niveles se mantienen en los últimos años estacionarios o incluso al alza.

Se trata de un problema específico de la Europa mediterránea, dado que el ozono ‘malo’ (llamado así por contraste con el de la estratosfera) se forma en verano cerca de la superficie terrestre, por efecto combinado de la radiación solar y las emisiones de óxidos de nitrógeno e hidrocarburos volátiles de la combustión de carbón, petróleo o gas en centrales eléctricas, vehículos y calderas urbanas e industriales.

Otra característica particular de la química del ozono es que éste se acumula a cierta distancia de las fuentes de sus precursores, en ausencia del monóxido de nitrógeno (NO) emitido por los tubos de escape y las chimeneas que lo consumen, por lo que paradójicamente afecta mucho más a las zonas rurales y periurbanas que a las ciudades. Al menos hasta ahora, ya que el progresivo cambio de relación entre dióxido y monóxido de nitrógeno en las emisiones del tráfico está elevando los niveles de ozono en áreas antes ‘libres’ de este contaminante como los centros peatonalizados de las ciudades grandes y medias.

El ozono es por lo tanto un contaminante secundario típico de la primavera y el verano, cuya concentración suele ser baja en el centro de las grandes ciudades y en las proximidades de las autopistas o centrales térmicas, donde se destruye con gran rapidez. En cambio, la contaminación por ozono es máxima en las áreas suburbanas y rurales circundantes, donde sería esperable un aire más saludable, en la dirección hacia la que los

¹⁰ Como ha puesto de manifiesto el informe de Transport & Environment, *Diselgate: Who? What? How?*, del 19 de septiembre de 2016, disponible en: <https://www.transportenvironment.org/publications/dieselgate-who-what-how>.

¹¹ Con incrementos respecto a 2016 del 22,6 por ciento en la quema de carbón y el 32,9 por ciento en la quema de gas natural, recuperando una participación cercana a la mitad de la generación del sistema eléctrico nacional. El consumo total de electricidad recuperó en 2017 el nivel de 2009, acercándose a los niveles previos a la crisis.

¹² Como ha sucedido en la última década por ejemplo en los casos de Bilbao, Burgos, Córdoba, Granada, León, Madrid, Oviedo, Palencia, Ponferrada, Salamanca, Segovia, Valencia, Valladolid o Zaragoza. La localización de muchas estaciones y redes no es por ello adecuadamente representativa de la calidad del aire en muchas zonas o aglomeraciones, por esta muy cuestionable tendencia de reubicar las estaciones de medición, conllevando además la pérdida de la serie histórica de datos.

vientos arrastran la polución urbana, afectando a población veraneante y espacios agrícolas y naturales.¹³

Para completar el esbozo de la situación actual de la calidad del aire en el Estado español, hay que notar que está aumentando la preocupación por los elevados niveles del cancerígeno benzo(α)pireno, el único contaminante que en Europa se ha incrementado en la última década, como vienen advirtiendo los últimos informes de la AEMA. La medición de este contaminante y de las partículas PM_{2,5} es hoy por hoy completamente insuficiente en España, no obstante lo cual se están detectando niveles elevados que afectan a millones de personas en Andalucía, Cataluña, País Vasco, Navarra, las ciudades de Madrid, Santander, Valladolid, Valencia y Zaragoza o la Comarca de Puertollano (Ciudad Real).

Frente a este panorama general, las autoridades europeas, estatales y autonómicas se han esforzado más por 'edulcorar' y ocultar la realidad que por adoptar medidas eficaces para reducir la contaminación. Así, los cambios normativos de la última década han ido dirigidos a relajar los estándares legales y los plazos para su cumplimiento, cada vez más alejados de las recomendaciones de la OMS. Por ejemplo, el límite legal anual específico para las partículas PM_{2,5} es el doble que el existente en Estados Unidos y 2,5 veces superior al recomendado por la OMS; y el límite legal anual del cancerígeno benzo(α)pireno es ocho veces superior a la recomendación de la AEMA, en base a los estudios de la OMS.

La información al ciudadano no es ni adecuada ni ajustada a la gravedad del problema. Las frecuentes superaciones del umbral de información establecido para el ozono o de los valores límite horarios y diarios de NO₂ y partículas se acompañan en el mejor de los casos de avisos rutinarios a la población para que se autoproteja, sin medidas preventivas adicionales. En muchas ocasiones, dichos avisos se producen 'a posteriori', se realizan por medios de escasa difusión o no llegan a producirse. En general, las autoridades tienden a trivializar estas situaciones 'punta', así como la contaminación estructural, lesionando el derecho a la salud de los grupos de población más sensibles (niños y niñas, mujeres gestantes, mayores o personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares).

Por su lado, los Planes de Mejora de la Calidad del Aire, obligatorios según la legislación vigente y responsabilidad de comunidades autónomas y ayuntamientos, en muchos casos no existen, y en otros apenas si tienen efectividad por falta de voluntad política. Así, el Estado español acumula más de una década de retraso en la elaboración y aplicación de los planes de reducción de ozono troposférico en las zonas en las que se viene superando el objetivo legal desde el trienio 2003-2005. Al tiempo, los Planes de Mejora de la Calidad del Aire adoptados en las aglomeraciones de Madrid, Barcelona o Granada han resultado hasta la fecha inoperantes para reducir los elevados niveles de NO₂ que sufren por efecto del denso tráfico urbano e interurbano. El Plan Aire II, aprobado a finales del año pasado por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente,¹⁴ apenas contiene medidas vinculantes y dotación presupuestaria para resultar

¹³ Para ampliar la información sobre la dinámica del ozono y su problemática en España, véase: www.ecologistasenaccion.org/ozono.

¹⁴ Disponible en: <https://www.transportenvironment.org/publications/dieselgate-who-what-how>. Una crítica elaborada por Ecologistas en Acción puede encontrarse en: <https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/observaciones-plan-aire-ii.pdf>.

creíbles. Y sólo media docena de ciudades (Avilés, Barcelona, Gijón, Madrid, Valencia y Valladolid), se ha dotado en los últimos años de protocolos de actuación frente a episodios de mala calidad del aire, con medidas inmediatas sobre el tráfico urbano y/o la actividad industrial.

En este contexto, hoy como hace una década, las principales vías de actuación para reducir la contaminación del aire pasan por la disminución del tráfico motorizado, la reducción de la necesidad de movilidad y la potenciación del transporte público (en especial el eléctrico). Es necesario además dar facilidades al peatón y la bicicleta en las ciudades. Para mejorar el aire de las zonas industriales la mejor estrategia es la adopción generalizada de las mejores técnicas disponibles y la reducción drástica de la generación eléctrica por centrales térmicas, cerrando en el plazo de tiempo más breve posible las que utilizan carbón.

El ahorro y la eficiencia energética y la recuperación de la apuesta política por las energías renovables completan las vías de actuación para reducir la contaminación, en un contexto de consumo responsable de unos recursos naturales siempre escasos e irremplazables.

La perplejidad del extraterrestre

Alfredo Sánchez Vicente

Coordinador de los documentos anuales TERM sobre Transporte y Medio Ambiente de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA)

Alfonso Sanz Alduán

Geógrafo, técnico urbanista y consultor en el Grupo de estudios y alternativas GEA 21

El transporte (principalmente máquinas ineficientes de combustión interna –diésel y gasolina– sigue ejerciendo una presión significativa sobre el medio ambiente, y en última instancia sobre la salud humana en forma de contaminación del aire, cambio climático o ruido entre otras cosas. Las presiones ambientales que se originan en el sector del transporte dependen de tres factores principales: el número y la distancia de los viajes; los medios de transporte utilizados, puesto que algunos son más respetuosos con el medio ambiente que otros; y la tecnología que usa cada medio.

La estrategia de la UE para conseguir un sistema de transporte con bajas emisiones de carbono se basa en el desarrollo y uso de tecnologías alternativas, sin motor de combustión interna. Sin embargo, y a pesar de su crecimiento, la cuota de los vehículos eléctricos sigue siendo muy pequeña y es probable que las mejoras tecnológicas por sí solas no sean suficientes para cumplir los objetivos de menos emisiones de gases de efecto invernadero. El artículo aborda además el tema de la contaminación en las ciudades estableciendo una comparativa a nivel europeo: por un lado, que magnitud alcanza el problema, que factores pueden explicarlo, los elementos más críticos en ese sentido, etc. y por el otro, las medidas que se están poniendo en marcha para enfrentarlo y qué resultados están dando.

La calidad del aire en las ciudades terrícolas

Es muy posible que si un extraterrestre aterrizase hoy en alguna ciudad española, en Madrid, por ejemplo, quedaría absolutamente sorprendido de ver cómo un sinfín de máquinas ineficientes de combustión interna (gasolina o diésel) de más de una tonelada de peso¹⁵ se mueven sin cesar por las arterias de la ciudad llevando terrícolas de unos 70 kilogramos en su interior. Probablemente pensaría que la ineficiencia es doble, puesto que normalmente hay solo una persona dentro (es decir, más de una tonelada de peso transporta solo 70 kilogramos de humano) y que además ese vehículo convierte solamente un 20% de la energía que usa en energía para el movimiento.¹⁶ Quizá decidiera volver a su planeta en el mismo momento en que se da cuenta de que a la mayoría de terrícolas no les importa que ese hábito tan ineficiente sea además el origen de la mala

¹⁵ Según las Cuentas Ecológicas del Transporte en España (realizadas por la Fundación Biodiversidad y Ecologistas en Acción), el peso medio de un automóvil en España era en 2012 de 1.410 kilogramos, con un incremento enorme desde 1992, fecha en la que el peso medio era de 1.006 kilogramos.

¹⁶ Véase: https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe/at_download/file

calidad del aire que frecuentemente respiran. Y si además descubre que esas máquinas generan un importante porcentaje¹⁷ de los gases de efecto invernadero (GEI) causantes del calentamiento global del planeta, entonces no esperaría un minuto más con nosotros y probablemente perdería la oportunidad de descubrir otras muchas cosas por las que merece la pena vivir aquí.

Y es que hay días en los que las ciudades se asfixian. Después de un otoño y un invierno que se presenta también anormalmente seco, las noticias sobre los niveles de contaminación en las ciudades españolas comienzan tímidamente a ocupar titulares principales en los medios de comunicación. El problema es evidente y los episodios de baja calidad del aire aparecen con demasiada frecuencia, más aún si la falta de lluvia no permite ‘lavar’ el aire, o más bien llevar los contaminantes del aire al suelo con el agua. Además, la explicación ya no se le escapa a nadie tampoco: se trata principalmente de que hay demasiados coches circulando en nuestras ciudades, casi todos de combustión interna, y la mayoría diésel.¹⁸ Estos vehículos emiten un conjunto de contaminantes perjudiciales para la salud y el medio ambiente (partículas y óxidos de nitrógeno entre ellos) y también gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático. Los vehículos diésel emiten además una mayor cantidad de partículas y óxidos de nitrógeno que un vehículo equivalente propulsado por gasolina.¹⁹ Había quedado claro incluso antes del escándalo de Volkswagen²⁰ que ambos, pero sobre todo los diésel, emiten mucho más en condiciones de conducción real de lo que las pruebas en laboratorio y los manuales del propio vehículo decían.²¹ Esta diferencia no ha parado de crecer y, en el caso de la emisión de óxidos de nitrógeno por vehículos diésel, ha llegado hasta siete veces más en los vehículos Euro 6.²² Es decir, los coches diésel más modernos, los Euro 6, comprados en los últimos dos o tres años, emiten hasta siete veces más óxidos de nitrógeno en condiciones reales de conducción de lo que dicen sus manuales.

La estabilidad atmosférica caracterizada por sol y falta de lluvia hace que los contaminantes se acumulen en la atmósfera y sea cada vez más evidente que estamos respirando un aire de muy baja calidad. En días de invierno de noches despejadas se suele producir un fenómeno llamado inversión térmica, por el cual la temperatura del suelo y las capas de aire más bajas son más frías que el aire a mayor altitud. Esto impide que el aire pueda elevarse, puesto que es más frío y más denso en las zonas más cercanas al suelo. En consecuencia, los contaminantes generados a nivel del suelo no pueden subir y disiparse, sino que quedan atrapados allí donde se generan. El efecto es parecido al de

¹⁷ El transporte es causante del 14% de las emisiones de gases de efecto invernadero global y estas emisiones no han parado de crecer a pesar de tener vehículos cada vez más eficientes. Esta es la situación también en Europa, donde el transporte es responsable del 25% de las emisiones de efecto invernadero, 43.2% de las cuales provienen de vehículos privados.

¹⁸ Véase: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/tablas-estadisticas/>

¹⁹ Véase: <https://www.eea.europa.eu/publications/explaining-road-transport-emissions>

²⁰ Para profundizar en el denominado escándalo de Volkswagen, véase: https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ndalo_de_emisiones_contaminantes_de_veh%C3%ADculos_Volkswagen

²¹ Y en el año 2011 quedaba claro que las emisiones en condiciones de conducción reales eran mayores que las declaradas en las pruebas. Véase página 11 de TERM Report 7/2011 de la Agencia Europea de medio Ambiente (EEA, en sus siglas en inglés), disponible en:

<https://www.eea.europa.eu/publications/foundations-for-greener-transport>.

²² Véase: https://www.eea.europa.eu/publications/explaining-road-transport-emissions/at_download/file

colocar la tapa a una olla. Esa tapa es en este caso invisible, pero no sus efectos, siendo la imagen más típica la del sombrero de contaminación encima de la ciudad.

Los efectos del cambio climático en España incluirán precisamente la presencia aún más frecuente de esa estabilidad atmosférica, con una disminución en el número de días de lluvia y un ligero aumento en la duración de los periodos secos (según se lee en la Sexta Comunicación Nacional de España de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2013).²³ Esta relación entre cambio climático y calidad del aire es aún más intensa debido a que las principales fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos son también las principales fuentes de GEI, causantes del cambio climático. Por tanto, las medidas encaminadas a mejorar la calidad del aire en las ciudades suelen tener también efectos climáticos positivos.

Algunas ciudades están, al fin, comenzando a tomar medidas, aunque tímidas aún, para tratar de controlar el problema. Aún no se vislumbran grandes esfuerzos para evitarlo, pero al menos se empieza a ver una cierta disposición a limitarlo, como si estuviéramos traspasando ya lo que social o políticamente se puede considerar asumible. Los niveles actuales y el hecho de que la contaminación atmosférica en las ciudades sea tan evidente, al igual que sus principales fuentes, ha incitado a tomar medidas. La cercanía entre las fuentes y quienes padecen sus efectos es una diferencia importante con respecto al cambio climático, que es un problema global. Esa globalidad facilita la elaboración de excusas con respecto al cambio climático, desde la corresponsabilidad hacia otros actores hasta incluso la duda sobre su propia existencia. Esto lo han aprovechado algunos políticos que hacen lo que pueden por esquivar sus responsabilidades, desde el negacionismo a la predisposición a rehuir o incluso abandonar acuerdos internacionales. A veces esa actitud cala a nivel ciudadano, y no es difícil encontrarse al lado de algún primo en una celebración familiar que argumente sobre la inexistencia del cambio climático, o que es una falacia auspiciada por algún país para aumentar su poder global. Sin embargo, la calidad del aire es tangible, la contaminación en nuestras ciudades casi se puede mascar, y las fuentes no pasan desapercibidas. Aun así, hay quien dice que la calidad del aire en nuestros tiempos es 'demasiado buena'²⁴ y que eso puede ser incluso perjudicial para el sistema inmunológico de las nuevas generaciones.

Afortunadamente, la ciencia y los datos son más concluyentes que las opiniones interesadas. Según una nota de prensa del 2016 de la Organización Mundial de la Salud (OMS, de aquí en adelante), más de tres millones de muertes al año están relacionadas con la baja calidad del aire (exterior).²⁵ Se añade además que la calidad del aire en el interior de las estancias donde se vive o trabaja puede ser tanto o más mortal. En total, la OMS afirma que alrededor de 6,5 millones de muertes al año (un 11,6% del total global) están relacionadas con la contaminación del aire (externo e interno). Cerca del 90% de esas muertes ocurren en los países con ingresos medios o bajos y casi 2 de cada 3 en las regiones del Asia Sudoriental o del Pacífico Occidental.²⁶ Esta mortalidad está causada

²³ Véase: http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/Sexta_Comunicaci%C3%B3n_tcm7-336623.pdf

²⁴ Léase: <https://www.theguardian.com/environment/2017/nov/16/modern-air-is-too-clean-the-rise-of-air-pollution-denial>

²⁵ Véase: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-estimates/en/>

²⁶ Véase: <http://www.who.int/about/regions/es/>

principalmente por la exposición a las partículas de pequeño tamaño (de 10 micras o menos de diámetro) que causa enfermedades respiratorias y cardiovasculares, además de cáncer. De hecho, a través de la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer (IARC, en sus siglas en inglés) la OMS clasificó en 2013 la contaminación del aire como cancerígena dentro del Grupo 1,²⁷ es decir, el más alto en la escala, que corresponde al de sustancias sobre las que no cabe duda científica que causan cáncer, de pulmón en este caso, con una relación también en cuanto a riesgo de cáncer de vejiga. En 2012 la misma agencia ya clasificó el humo del motor diésel como cancerígeno.²⁸

Se trata además de un problema global. Con datos de un total de 795 ciudades en 67 países, y comparando niveles de concentración de partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}) en el periodo 2008-2013, la OMS afirma que la mayoría de las grandes ciudades del mundo, y el 98% de las ciudades situadas en países 'con ingresos medios o bajos' tienen contaminación atmosférica que excede los umbrales de la OMS.²⁹ Ese porcentaje baja hasta un 56% en el caso de las ciudades en países con ingresos altos.

Resulta especialmente importante medir la concentración de las partículas más pequeñas, de menos de 2,5 micras de diámetro (PM_{2.5}) ya que son las más peligrosas y tienen efectos adversos en la salud aún a muy bajas concentraciones. De hecho, no se ha definido un umbral a partir del cual no se observa daño a la salud y las directrices de la OMS del 2005³⁰ fijan un valor límite de 10 µg/m³ (microgramos por metro cúbico) de media anual. Se estima que cerca del 90% de la población urbana global en 2014 estaba expuesta a concentraciones que excedían dichos niveles.³¹ Es llamativo que la legislación europea marca aún un umbral significativamente menor que el de la OMS en el caso de las partículas PM_{2.5}, situándolo en 25 µg/m³ de media anual.³² Sin embargo, la Agencia Europea de Medio Ambiente señala en su reciente informe sobre la calidad del aire en Europa³³ que los niveles de concentración de PM_{2.5} en 41 países europeos son responsables de una cifra estimada de 428.000 muertes prematuras en 2014, de las cuales unas 399.000 son de la Unión Europea (UE-28). La diferencia de umbrales en la UE y la OMS hace que solo un 7% de la población urbana de la UE-28 esté expuesta a niveles de PM_{2.5} por encima de los umbrales de la UE en 2015, mientras esa cifra aumenta hasta un 82% de acuerdo con los umbrales de la OMS.

Además de las partículas, los otros contaminantes estrella son los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂). Y lo son por su elevada toxicidad y por su reactividad, ya que reaccionan con otros componentes atmosféricos para producir partículas también nocivas, componentes con efectos adversos sobre el clima, sustancias responsables de la lluvia ácida y, por ejemplo, para producir ozono troposférico (O₃) que también tiene una toxicidad muy alta y que sigue mostrando niveles elevados en zonas suburbanas o rurales. El NO₂ se mide sistemáticamente desde hace décadas y es un contaminante que se emite directamente o se produce por la oxidación rápida del NO en la atmósfera. Fue el

²⁷ Véase: https://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf

²⁸ Véase: https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_E.pdf

²⁹ Véase: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-rising/en/>

³⁰ Véase: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

³¹ Véase: http://www.who.int/gho/phe/air_pollution_pm25_concentrations/en/

³² Véase: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/Directiva_2008-50-CE_calidad_del_aire_tcm7-439328.pdf

³³ Véase: <https://www.eea.europa.eu/highlights/improving-air-quality-in-european>

protagonista del escándalo Volkswagen y se estima que, en ambiente urbano, más del 75% del NO₂ en aire ambiente es aportado por el tráfico rodado. En España, siete áreas urbanas sobrepasaron los límites de NO₂ marcados por la legislación europea en 2016.³⁴ De ellos, Madrid y Barcelona lo hacen sistemáticamente, al igual que otras ciudades europeas.^{35,36}

Si las causas y las consecuencias del problema son graves y bien conocidas, ¿por qué seguimos viendo en nuestras ciudades vehículos motorizados privados absolutamente ineficientes circulando con una sola persona sin ningún tipo de dificultades de un lado a otro de la ciudad?

Estas máquinas ineficientes gobiernan nuestras ciudades, desde el momento en que se adaptaron para servirles. Por tanto, hay una pregunta aún más importante a plantear, que tiene más que ver con el modelo de ciudad que realmente queremos, y cuál es el papel de los distintos medios de transporte. Más allá de los problemas de calidad del aire y cambio climático, aunque consiguiéramos que todos los vehículos fueran eléctricos y toda la electricidad limpia, nos quedarían varios problemas fundamentales: la peligrosidad, la insalubridad derivada de la falta de actividad, la pérdida de autonomía de la infancia y la ocupación del espacio público por esos vehículos. La alcaldesa de Madrid afirmaba recientemente que es insostenible que los vehículos privados copen el 80% del espacio público cuando solo el 29% de los desplazamientos se hacen por este sistema.³⁷ Por eso, seguramente, antes de volver a pasear por aquí, el extraterrestre espere perplejo a que demos respuesta a esas preguntas y evolucionemos hacia una ciudad más cómoda, justa y saludable.

Una panorámica sobre las acciones de las ciudades con respecto a los vehículos más contaminantes

El extraterrestre del artículo además no saldría de su perplejidad si atendiera lo que dicen los medios de comunicación sobre el futuro de los vehículos más contaminantes en las ciudades. El siguiente *collge* de titulares de prensa de los últimos dos años es una muestra de que el asunto está presente en la agenda de los medios, pero también de que la confusión al respecto es considerable.

³⁴ Véase: <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidos-nitrogeno.aspx> y <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidos-nitrogeno.aspx>

³⁵ http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/CalidadAire/Ficheros/PlanAireyCC_092017.pdf

³⁶ https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017/at_download/file

³⁷ Léase al respecto: https://elpais.com/elpais/2017/11/30/opinion/1512059736_406518.html

Four major cities move to ban diesel vehicles by 2025

BBC 2 December 2016

París, Madrid y Ciudad de México prohibirán los vehículos diésel a partir de 2025

EL PAÍS 2 DIC 2016

El Ayuntamiento de Madrid niega que vaya a prohibir circular a los vehículos diésel en 2025

Ecomotor.es 2/12/2016

A Oslo, un horizon sans voiture et sans carbone

Le Monde 11.04.2017

Oslo prohíbe la circulación de coches a partir de 2019

El nuevo gobierno de Oslo, formado recientemente por una coalición de izquierdas entre el Partido Laborista, la Izquierda Socialista y los Verdes, ha anunciado un plan para reducir la contaminación que contempla la prohibición total de coches en el centro de la capital noruega a partir de 2019.

Ecomotor.es 22/10/2015

Oslo's car ban sounded simple enough. Then the backlash began

When Oslo decided to be the first European city to ban cars from its centre, businesses protested. So the city did the next best thing: it banned parking

theguardian

París quiere prohibir los coches de diésel en 2024 y de gasolina en 2030

"Este objetivo no está formulado como una 'prohibición' en el horizonte de 2030, sino más bien como una trayectoria que parece a la vez creíble y sostenible", añade su comunicado, en el que se prevén reuniones con los fabricantes automovilísticos en los próximos meses para asociarlos a esa meta.

Expansión 12/10/2017

En efecto, hay mensajes que alertan sobre restricciones futuras de la circulación de los vehículos más contaminantes, que están influyendo ya en la disminución de la venta de vehículos diésel, pero la letra pequeña o los desmentidos matizan mucho las expectativas reales. O se trata de espacios reducidos y centrales de las ciudades, o son intenciones sin programar. No se puede olvidar tampoco la relativamente lenta renovación del parque de vehículos; la vida útil de los vehículos que se han comprado en España en 2017 será de unos doce o trece años, con lo que su achatarramiento no se producirá hasta aproximadamente 2030, desmintiendo algunas fantasías sobre la electrificación acelerada de la movilidad urbana.

Además, hay que tener en cuenta el contexto de las ciudades europeas, bien diferente al de las de otros continentes, por ejemplo, en cuanto a la presencia de vehículos diésel. Es en Europa en donde se concentra la venta de ese tipo de vehículos, representando el 70% del mercado mundial, frente al 1% vendido en EEUU y el 2% vendido en China. Mientras que los vehículos diésel alcanzaron en Europa más de la mitad del mercado de automóviles, en el conjunto de ventas mundiales la cifra ronda el 5%.³⁸

Lo cierto es que muchas ciudades están siendo crecientemente activas con respecto a la contaminación de los vehículos, interviniendo, dentro de sus competencias, en tres estrategias complementarias para la reducción de emisiones:

- los protocolos de alerta ante episodios de alta contaminación;
- la reducción de los kilómetros recorridos por los vehículos contaminantes;
- la reducción de las emisiones por cada kilómetro recorrido.

La primera estrategia pretende reducir el impacto en la salud de picos de contaminación, mediante medidas de regulación temporal del acceso o el aparcamiento de vehículos. Es la estrategia que ha generado últimamente más debates y polémicas en España conforme se ha empezado a tomar en serio en la protección de la salud en ciudades como Barcelona y Madrid.

La segunda estrategia tiene la intención de modificar el modelo de movilidad con el fin no solo de reducir los kilómetros y las emisiones contaminantes, sino también de rescatar el espacio público, disminuir la peligrosidad de las calles o reducir el ruido. Es, por tanto, el eje estratégico de mayor profundidad y trascendencia. Su desarrollo conlleva la aplicación de la batería ya clásica de medidas de estímulo de los medios de desplazamiento alternativos al automóvil (peatón, bici y transporte colectivo) y medidas de disuasión del automóvil, como las regulaciones de aparcamiento o las restricciones de circulación en determinadas calles de la ciudad.

Por último, la tercera estrategia consiste en procurar que los vehículos que se desplazan en la ciudad sean lo menos contaminantes posible, es decir, que los recorridos sean realizados por vehículos con las tecnologías menos sucias. Esta es la intención de la aplicación de las denominadas Zonas de Bajas Emisiones, que restringen el acceso a los vehículos que no cumplen determinadas condiciones o estándares de emisiones. Se trata,

38 Véase «Diesel: the true (dirty) story. Why Europe's obsession with diesel cars is bad for its economy, its drivers & environment». *Transport & Environment*, septiembre de 2017, disponible en: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/2017_09_Diesel_report_final.pdf.

por tanto, de una estrategia que se desarrolla a través de la renovación de la flota de vehículos frente a la primera estrategia que cuestiona el modelo general de movilidad.³⁹

La siguiente tabla recuerda la amplia gama de medidas disponibles de disuasión del automóvil y la posición que ocupan las Zonas de Bajas Emisiones en ese conjunto.

Tabla 1. Medidas disuasorias del automóvil

	Económicas	Regulatorias	Físicas
Propiedad	Impuestos de matriculación y circulación con criterios ambientales (consumo energético, emisiones) Ventajas fiscales para los vehículos menos contaminantes o de menos emisiones de gases de efecto invernadero	Normas de homologación de vehículos Normas de adquisición de vehículos (por ejemplo, garantizando plaza de aparcamiento en origen o estableciendo cupos máximos de venta	Vinculación de la propiedad con la disponibilidad de aparcamiento privado como ocurre en Japón
Circulación	Impuestos sobre el combustible Peajes por motivos de congestión o ambientales (por ejemplo, pago por acceso a determinados vehículos como ocurre con los más contaminantes en la Zona de Bajas Emisiones de Londres)	Vías y giros prohibidos a determinados vehículos de modo permanente o en ciertos periodos Áreas de restricción de tráfico a determinados vehículos. Por ejemplo, Zonas de Bajas Emisiones	Disminución de la capacidad de determinadas vías mediante reducción de carriles o supresión de accesos e itinerarios
Aparcamiento	Tarificación del aparcamiento en la calle Tasas sobre vados y otros mecanismos de cobro de los estacionamientos en edificaciones y espacios privados	Reglas de aparcamiento en la calle (horarios y lugares en los que no se puede aparcar) Estándares de aparcamiento en edificaciones	Localización y número de las plazas de aparcamiento

Fuente: Elaboración propia

³⁹ Ese estímulo de la renovación del parque de vehículos es clave para que la industria del automóvil, a través de la European Automobile Manufacturers' Association (ACEA) se haya pronunciado favorablemente a esta medida y a su armonización. Véase al respecto ACEA *Position Paper –Low Emission Zones–*, mayo de 2015, disponible en: <http://www.acea.be/publications/article/low-emission-zones>.

Las primeras Zonas de Bajas Emisiones se implantaron a partir de 1996 en diversas ciudades suecas como Estocolmo, Gotemburgo, Malmo y Lund para posteriormente extenderse por otros países, sobre todo dentro de la Unión Europea. Cerca de un centenar de ciudades europeas tienen en funcionamiento este tipo de esquemas, la mayoría en Italia y Alemania, aunque hay otro centenar largo que tiene otros tipos de restricciones al uso de los vehículos motorizados.⁴⁰

No hay un modelo único de Zona de Bajas Emisiones en la Unión Europea, pero en algunos países como Alemania, Dinamarca, Suecia, Holanda y Chequia se han adoptado regulaciones nacionales, aunque incluso en esos casos las condiciones locales de aplicación son variadas, con lo que los viajes internacionales se hacen complejos si se pretende acceder a las ciudades que han implantado estos esquemas.

Como consecuencia de esa variedad de modelos y situaciones, los resultados de las Zonas de Bajas Emisiones son también variados en cuanto a reducción de la presencia de contaminantes en la atmósfera.⁴¹

En conclusión, más allá de los titulares de prensa, una acción decidida de las ciudades con respecto a los vehículos más contaminantes debe partir de unos objetivos globales vinculados al cambio de modelo de movilidad. Aceptado ese horizonte, cada ciudad debe articular un proceso de transformación apoyado en las tres estrategias mencionadas; los protocolos de alerta de contaminación para defender hoy la salud de la población, las medidas que buscan reducir el uso de los vehículos más contaminantes y, sobre todo, la aplicación de una política de fondo de modificación de la dependencia respecto al automóvil y los vehículos motorizados.

⁴⁰ Véase al respecto la página web: <http://urbanaccessregulations.eu>.

⁴¹ El informe más completo sobre los resultados de la implantación de estas medidas se elaboró en 2016 como parte del proyecto europeo Life AIRUSE (Testing and Development of air quality mitigation measures in Southern Europe) bajo el título *Low Emissions Zones in Central and Northern Europe*. Report núm. 16, diciembre de 2016, disponible en: <http://airuse.eu/outreach-dissemination/reports/>.

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.⁴²

⁴² E. Boldo, *La contaminación del aire*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2016.

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.⁴³ Los contaminantes atmosféricos se han relacionado, sobre todo, con enfermedades cardiorrespiratorias,⁴⁴ con daños en la vegetación,⁴⁵ con la acidificación y eutrofización de suelos y aguas,⁴⁶ con la reducción de cosechas,⁴⁷ con el cambio climático⁴⁸ o con la corrosión de edificios.⁴⁹ 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.⁵⁰ Desde una perspectiva sanitaria, destacan las partículas suspendidas en el aire (PM) y los contaminantes gaseosos, como el ozono (O₃), el dióxido de nitrógeno (NO₂), los compuestos orgánicos volátiles (COV, incluido el benceno, C₆H₆), el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de azufre (SO₂), entre otros.⁵¹ 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 SO₂ no suele pasar de la región traqueobronquial, el NO₂ y el O₃ pueden avanzar hasta los

⁴³ 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.

⁴⁴ 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>.

⁴⁵ 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.

⁴⁶ 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>.

⁴⁷ 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.

⁴⁸ 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.

⁴⁹ 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.

⁵⁰ 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>.

⁵¹ P. Mannuccio *et al.*, «Effects on health of air pollution: a narrative review», *Internal and Emergency Medicine*, 10(6), 2015, pp. 657-662.

alveolos de los pulmones. Por otra parte, los efectos de las PM dependen fundamentalmente de su tamaño y composición química.⁵² 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.⁵³

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, PM₁₀ y PM_{2,5} respectivamente, que pueden avanzar más en el sistema respiratorio a medida que el tamaño se reduce.⁵⁴ 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.⁵⁵

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 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.

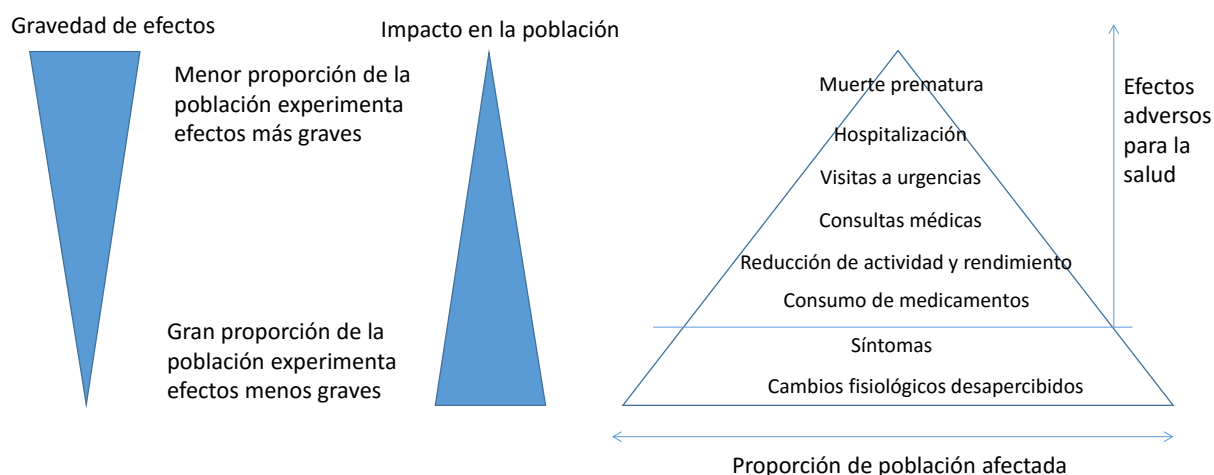
⁵² N. Künzli, L. Perez y R. Rapp, *Air Quality and Health. European Respiratory Society*, 2010, disponible en: <https://www.ersnet.org/publications/air-quality-and-health>. Acceso el 9 de enero de 2018.

⁵³ 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/>.

⁵⁴ 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/>.

⁵⁵ 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.

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, nitroge, 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.⁵⁶ 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.⁵⁷ Los más *vulnerables*, debido a factores no biológicos o extrínsecos, son las personas de bajo nivel socioeconómico.⁵⁸ Finalmente, otros colectivos pueden presentar un mayor riesgo por estar más expuestos a los contaminantes, como los trabajadores⁵⁹ o deportistas⁶⁰ que desarrollan su actividad al aire libre, o los residentes en barrios próximos a carreteras muy transitadas o zonas industriales.⁶¹

⁵⁶ 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.

⁵⁷ 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.

⁵⁸ 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.

⁵⁹ 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.

⁶⁰ 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.

⁶¹ 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.

Efectos prenatales y postnatales de la exposición a la contaminación atmosférica

Antes de nacer ya estamos amenazados por la contaminación atmosférica.⁶² La literatura científica⁶³ relaciona la exposición de las embarazadas a la contaminación atmosférica, especialmente por O₃, NO₂, CO, PM₁₀ y PM_{2,5}, 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/m³ en las PM_{2,5}.⁶⁴ 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 NO₂ se asocia con infecciones respiratorias y desarrollo de asma durante la niñez.⁶⁵

Además, existe preocupación por los efectos de PM_{2,5} y NO₂ sobre el *neurodesarrollo*,⁶⁶ 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 experimentales⁶⁷ 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.

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.⁶⁸ Las

⁶² 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.

⁶³ 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.

⁶⁴ 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.

⁶⁵ A. Gutiérrez Oyarce *et al.*, «Exposure to nitrogen dioxide and respiratory health at 2 years in the INMA-Valencia cohort», *Gaceta Sanitaria*, 2017.

⁶⁶ E. Suades-González *et al.*, «Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence», *Endocrinology*, 156 (10), 2015, pp. 3473-3482.

⁶⁷ 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/>.

⁶⁸ G. Hoek *et al.*, «Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: a review», *Environmental Health*, 12, 2013, p. 43.

PM_{2,5} se señalan específicamente como las causantes de los efectos más graves en el sistema respiratorio, provocando además cáncer de pulmón.⁶⁹

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.⁷⁰ Los que viven en zonas más contaminadas, por ejemplo con PM y NO₂, 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.⁷¹ 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.⁷² Esto explica en parte que este peligro ambiental cause muchas más muertes relacionadas con estas enfermedades.

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.⁷³ La exposición a las PM_{2,5} 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.

⁶⁹ 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.

⁷⁰ 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/>.

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

⁷² Véase INEbase (2017), disponible en: http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176780&menu=ultiDatos&idp=1254735573175.

⁷³ D. E. Newby *et al.*, «Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease», *European Heart Journal*, 36(2), 2015, pp. 83-93.

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).⁷⁴ Específicamente señalaron que existe suficiente evidencia para las PM_{2,5} 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 NO₂, aunque también se estudia su relación con los contaminantes relacionados con el tráfico.⁷⁵ La leucemia mieloide, causada por el benceno en adultos, está en proceso de investigación con el tráfico y el NO₂ tanto para niños como para adultos.⁷⁶

La contaminación atmosférica se relaciona con la muerte prematura

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

⁷⁴ 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.

⁷⁵ 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.

⁷⁶ 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.

degradado casi duplica el riesgo de neumonía en la niñez, lo que explica la mortalidad infantil estimada.⁷⁷

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,⁷⁸ concluye que un incremento de 5 µg/m³ en la concentración de PM₁₀ supone una pérdida de casi un año de vida. A su vez, un aumento de 2 µg/m³ en la concentración de PM_{2,5} se relacionó con una reducción de siete meses de vida. Estos incrementos en la concentración de PM₁₀ y PM_{2,5} se asociaron con un aumento del riesgo de morir del 6% y del 4%, respectivamente.

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)

⁷⁷ 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/. Acceso el 9 de enero de 2018.

⁷⁸ 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.

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 Aire⁷⁹ 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_{2,5} (10 µg/m³) es menos de la mitad que el valor límite anual europeo (25 µg/m³).

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 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,⁸⁰ 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.

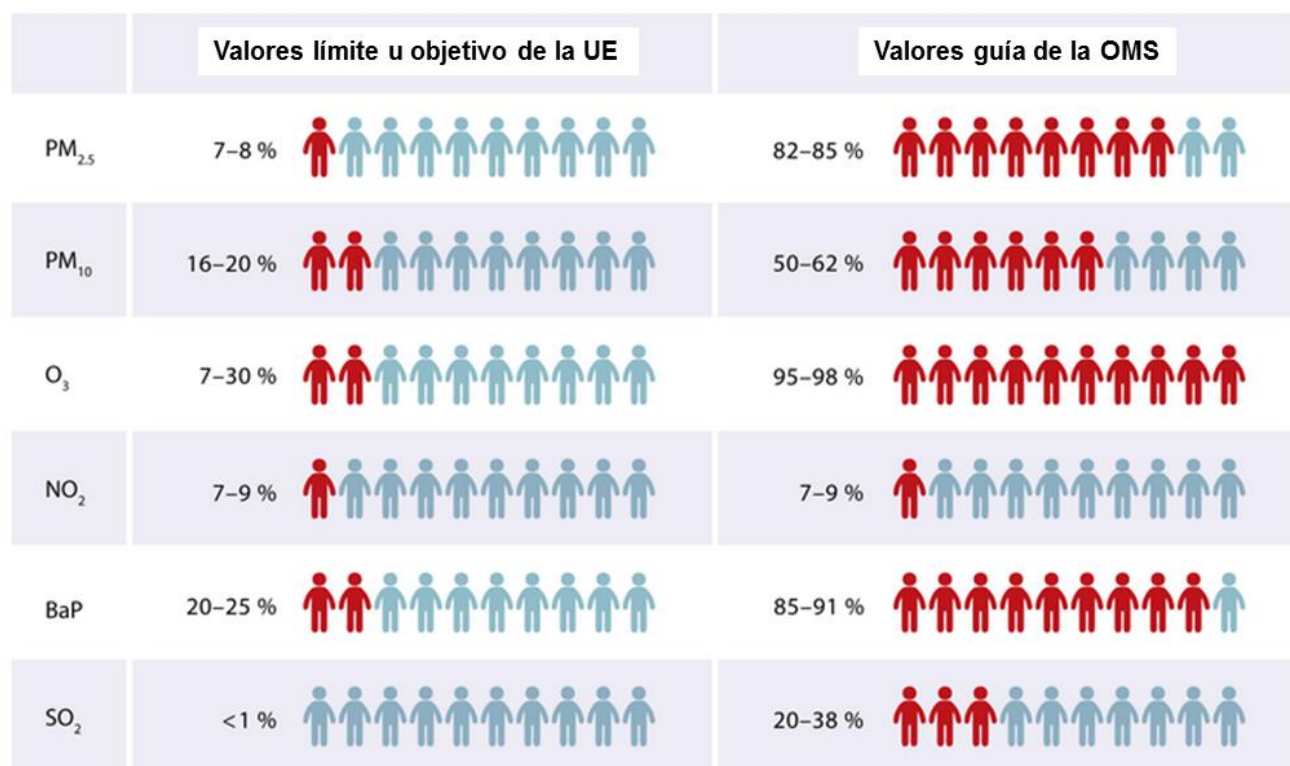
A pesar de los progresos realizados para controlar emisiones nocivas en las últimas décadas, en líneas generales, los países europeos aún se encuentran lejos de alcanzar estos valores recomendados por la OMS. El informe de calidad del aire de 2017 de la Agencia Europea de Medio Ambiente⁸¹ señala que 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 NO₂ y el O₃, 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_{2,5} 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 O₃, NO₂ y PM₁₀, respectivamente. Obviamente, estas cifras deben mejorarse para una adecuada protección de la salud de la población.

⁷⁹ 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/. Acceso el 9 de enero de 2018.

⁸⁰ EC, 'The Clean Air Policy Package. European Commission' disponible en: http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm. Acceso el 9 de enero de 2018.

⁸¹ 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 Agency⁸²

¿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 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.€

⁸² 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.

Un cambio de paradigma de la movilidad urbana para que todo siga igual

Pilar Vega Pindado

Profesora del Departamento de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid

Desde hace más de una década las administraciones públicas, el mundo académico y los profesionales del transporte han señalado que está teniendo lugar una transformación en la manera de afrontar los problemas de movilidad. Un cambio del paradigma en el que los planteamientos teóricos, los métodos y los procedimientos para solucionar los problemas de movilidad de la sociedad actual se rigen por el criterio de la sostenibilidad ambiental.

Estos cambios intentan un tránsito desde un modelo cuyo objetivo principal era la fluidez y la velocidad de los vehículos motorizados, a otro preocupado por mejorar las condiciones de los peatones, los ciclistas y los usuarios del transporte público colectivo.

Este artículo plantea cómo este pretendido cambio no deja de ser una pequeña transformación del modelo de movilidad existente, que no cambia lo fundamental, ni resuelve las causas que originan los graves problemas provocados por la movilidad motorizada.

La llegada de un nuevo modelo urbanístico y de movilidad

La aparición del coche en el espacio público tuvo consecuencias inmediatas con los primeros atascos y accidentes en las calles lo que supuso un cambio trascendental de la vida urbana norteamericana, pero también en las europeas y españolas en la primera década del siglo XX.

En aquellos momentos surgió una cultura que prestigiaba la velocidad y la aceleración, tal y como escribió Marinetti en su Manifiesto futurista de 1909. Aunque sus palabras llegaran solo a unos pocos intelectuales, lo cierto es que encajaban con la ideología ligada a los nuevos inventos tecnológicos que circulaban por las calles.

La velocidad y la aceleración respondían adecuadamente a los nuevos marcadores espacio-temporales que exigían la nueva forma de producir del primer tercio del siglo XX: un gran volumen de objetos en serie que se fabricaban de forma rápida.

El urbanismo respondió a aquellos nuevos conceptos económicos y culturales. En 1928 los urbanistas reflexionaron en el Primer Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM), celebrado en La Sarraz⁸³ (Suiza), sobre la forma de ordenar el espacio urbano. Trataban de solucionar los problemas de la ciudad preindustrial, caracterizada por

⁸³ En 1928 tuvo lugar en La Sarraz (Suiza), el Primer Congreso Internacional de Arquitectura Moderna, allí se firmó la Declaración de La Sarraz, y fue donde se fundaron los CIAM (o Congreso Internacional de Arquitectura Moderna). Le Corbusier, *Principios del Urbanismo*, Ariel, Barcelona, 1989.

una trama urbana abigarrada, y para ellos antihigiénica, por mezclar los usos del suelo y permitir a las personas desarrollar la actividad diaria cerca de las viviendas. Para los nuevos planteamientos urbanísticos, aquel era un modelo escasamente funcional y poco adecuado para responder a los retos de la velocidad. Fruto de sus trabajos el IV Congreso de la CIAM, celebrado en Atenas en 1933, redactó un manifiesto que ha sido conocido como Carta de Atenas en el que se definía la ciudad del futuro.

Los principios básicos de esa ciudad se basaban en que las funciones urbanas debían ser ordenadas, segregadas y alejadas físicamente unas de otras. La Carta determinaba espacios separados destinados a residir, producir, comprar o recrearse, para lo que hacía necesarios grandes ejes de transporte (autovías, autopistas...) que permitieran la conexión de las distintas piezas urbanas, ahora más alejadas unas de otras. Este nuevo método de entender el territorio facilitaría el reparto equilibrado de las plusvalías, al tiempo que permitiría introducir el movimiento y la aceleración demandada por el sistema económico que necesitaba un espacio adecuado para desarrollar la actividad productiva con la máxima eficacia.

Este nuevo modelo se ocupaba, ante todo, de dejar espacio a la circulación de los vehículos motorizados; hasta el punto que Le Corbusier, una de las figuras más relevantes de los CIAM, realizaba propuestas que implicaban la destrucción de la ciudad preexistente para adaptarla a las necesidades de movilidad del automóvil.⁸⁴ Así, a lo largo del siglo XX, las redes viarias penetrarían en el corazón de las ciudades para mejorar la conexión y la accesibilidad del tráfico motorizado a sus destinos. Eso implicaba la proliferación de infraestructuras de gran impacto en la ciudad: Scalextrics, viaductos elevados, túneles subterráneos y sobre todo, grandes espacios urbanos destinados al estacionamiento de vehículos.

La expansión del nuevo modelo de transportes después de la segunda guerra mundial

Una vez finalizada la contienda bélica, era necesario resolver el regreso de los soldados facilitando la incorporación a la actividad productiva y a la vida familiar. Se trataba de favorecer el *American Dream*, y para ello el gobierno estadounidense subvencionó la compra de viviendas en un extenso suburbio en torno a las grandes metrópolis mediante la asignación de hipotecas a muy bajo interés, lo que animó a las jóvenes parejas a emigrar a esos nuevos espacios residenciales. Estas áreas se componían de hogares unifamiliares que ocupaban grandes extensiones de territorio que imitaban los principios de la Ciudad Jardín, pero que aplicaban la segregación funcional del espacio y el alejamiento de las actividades cotidianas, tal como marcaba el urbanismo funcionalista.

Hogares cuyos interiores aparecían modelados por la tecnología de las grandes compañías como General Electric que dejó de construir los motores de aviación para fabricar electrodomésticos que "facilitaban" las tareas domésticas. Las mujeres abandonaron no solo la ciudad, sino también el mercado de trabajo para convertirse en gestoras de un supuesto hogar ideal. Este modelo urbano necesitaba para su funcionamiento al menos dos coches por unidad familiar. Uno para que el marido acudiese al alejado centro de trabajo, y otro para que la mujer realizara las tradicionales tareas de cuidado, pero ahora con la obligación constante de conducir su ranchera para llevar a los niños al colegio, comprar en el *mall* (centro comercial) o realizar cualquier otra gestión.

⁸⁴ *Ibidem*.

Pero ese modelo habitacional se estructuraba mediante una red viaria de autopistas y autovías que permitían al mismo tiempo transportar y colonizar un nuevo territorio para ser urbanizado. En Estados Unidos la ingeniería de tráfico se ha apoyado para el desarrollo de estos proyectos en el *Manual de Capacidad de Carreteras* (1950)⁸⁵ que sirvió, y ha servido hasta nuestros días, para diseñar una red que hacía sitio al coche; estos planteamientos tuvieron una proyección internacional que ha dejado su huella en la morfología urbana de ciudades de todo el planeta. Fue también en esta época cuando se dismantelan las redes de transporte colectivo tranviario y de cercanías estadounidenses. Estos fenómenos respondían no solo a la presión del *lobby* del automóvil (General Motors, las petroleras Standard Oil o Phillips Petroleum), sino, sobre todo, a las necesidades de movilidad de un territorio cada vez más suburbanizado y dependiente del automóvil para sus desplazamientos diarios.

En la Europa de postguerra la reconstrucción de las ciudades y de la propia sociedad también se reflejó en el modelo urbanístico; durante los años cincuenta y sesenta tuvo lugar una rápida recuperación económica gracias, en parte, al Plan Marshall que contribuyó al desarrollo de las actuales grandes áreas urbanas. La motorización y el consumo masivo de viviendas crecieron con la esperanza de un mundo mejor, destruyendo parte de la ciudad tradicional para hacer sitio al coche. De aquella época son las promociones unifamiliares de las New Town británicas, que aunque nacieron apoyándose en el ferrocarril, con el paso del tiempo y con la construcción de autopistas favorecieron el uso del coche. Los conductores podían residir aún más lejos, fomentando de esta forma, la extensión continua de la urbanización a nuevos territorios, cada vez más alejados.

Las consecuencias ambientales de este fenómeno se manifestaron hace mucho en algunos entornos metropolitanos. Así ocurrió en la ciudad de Londres durante la Gran Niebla entre los días 5 y 9 de diciembre de 1952, cuando fallecieron miles de personas, y más de 100.000 enfermaron por la contaminación atmosférica. A estos problemas había que sumar los accidentes generados por el tráfico en el ámbito urbano que levantaron la protesta ciudadana a través de la asociación Living Street⁸⁶ cuya misión era defender los derechos de los peatones, especialmente los más vulnerables.

Este tipo de situaciones llevó al gobierno británico a encargar un análisis del tráfico en las principales ciudades del país para solucionar los cada vez más numerosos y graves problemas relacionados con la congestión y la seguridad. Los resultados se recogieron en el libro del ingeniero Colin Buchanan *Traffic in Towns* (1963). Una de las ideas innovadoras de aquella publicación era la necesidad de crear áreas ambientales autosuficientes que evitaran el tráfico de paso. Buchanan proponía segregar cada modalidad de desplazamiento: peatonal, transporte público o automóvil. Por aquellos años todas las ciudades europeas comenzaron a reconocer el problema del tráfico e intentaron sacar los coches del centro de la ciudad: así ocurrió en La Haya en 1960, en Copenhague en 1962, en Dusseldorf en 1964 o en Colonia en 1965.⁸⁷

⁸⁵ La primera edición del *Highway Capacity Manual*, Bureau of Public Road, Estados Unidos, 1950, posteriormente la Federal Highway Administration ha continuado publicando y actualizando el Manual.

⁸⁶ Véase www.livingstreets.org.uk.

⁸⁷ P. Paulhaus, *La ciudad peatonal*, Gustavo Gili, Barcelona, 1979.

Mientras tanto en España comienzan a sentarse las bases de un nuevo modelo productivo, territorial y de transporte que tuvo su reflejo en la movilidad urbana. El desarrollo económico dependía mucho de la industria de la automoción; el deseo de cualquiera era poder adquirir un Seat 600 (en 1960 se matricularon 290.500 turismos).⁸⁸ Las administraciones públicas impulsaban políticas para que el coche pudiera circular y estacionar en la ciudad: se construyen Scalextrics, túneles, se destruyen bulevares y se permite el estacionamiento en las plazas mayores de los municipios. Esta política de transporte ha sido la dominante en las ciudades españolas hasta prácticamente el siglo XXI, cuando los gobiernos locales se comienzan a replantear su forma de hacer ciudad y de gestionar su movilidad.

Una nueva cultura de la movilidad

Desde los años noventa la Comisión Europea ha venido recomendando la necesidad de aplicar un planteamiento integrado que resolviera los problemas de movilidad en las ciudades. La planificación, no solo debía contemplar las necesidades del tráfico motorizado, sino la de todos los modos de transporte.⁸⁹ Se trataba de una fórmula que intentaba contentar a todos, pero que, con el paso del tiempo, no parece haber dado resultado.

Hubo que esperar hasta 2007 para que la Comisión redactase un nuevo Libro Verde titulado *Hacia una Nueva Cultura de la Movilidad*.⁹⁰ Aunque el título sea sin duda sugerente, apenas hay grandes cambios respecto al Libro Verde editado en 1990. Las propuestas para atajar problemas tan graves como el cambio climático son tímidas, y se limitan a la conducción eficiente, los transportes inteligentes, la contratación ecológica o el acceso a la información. Aunque señala la necesidad de abandonar el uso del coche y encontrar otras alternativas, las propuestas se contradicen, al no jerarquizar la eficiencia de cada medio de transporte; dan por buenos vehículos con elevados niveles de emisiones por viajero transportado, como sucede con las motocicletas, o el coche eléctrico.

Este Libro Verde, sin embargo, tiene algún mérito: ha puesto sobre la mesa la necesidad de un cambio cultural en la agenda política y técnica de la movilidad local, y ha favorecido el impulso de redes europeas para el intercambio de información entre distintas ciudades. Igualmente, el trabajo con otras ciudades, ha favorecido la implicación de los políticos en propuestas alternativas que hubieran sido impensables de no conocer antes proyectos que ya funcionaban en otros municipios.

En España la crítica al paradigma de la movilidad motorizada se hizo esperar. Durante los años noventa se recogieron estas ideas en los Programas de actuación en el medio urbano⁹¹ del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOTMA), mediante la apuesta por estrategias favorables al transporte colectivo o a las peatonalizaciones; sin embargo, en la mayoría de las ocasiones se quedaban en meros

⁸⁸ Véanse las series históricas de la Dirección General de Tráfico. En concreto la de Primeros vehículos matriculados en España 1900-1964, Ministerio del Interior.

⁸⁹ Comisión Europea, *Libro Verde sobre Medio Ambiente Urbano*, Comisión Europea, Bruselas, 1990; y Comisión Europea, *Carta de las ciudades europeas hacia la sostenibilidad. La Carta de Aalborg*, Consejo de Municipios y Regiones de Europa y Consejo Internacional de Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI), 1994.

⁹⁰ Comisión Europea, *Libro Verde Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana*, Bruselas, 2007.

⁹¹ MOPTMA, *I Congreso de Movilidad y Calidad Ambiental en Centros Urbano*, celebrado en Granada en julio de 1993, Dirección General de Actuaciones Concertadas en las Grandes Ciudades, MOPTMA.

proyectos piloto que no llegaban a ejecutarse. Al margen de estas pequeñas aportaciones, el gobierno español diseñó una propuesta insostenible, el Plan Director de Infraestructuras (1995-2007)⁹² que continuaba dibujando una red de transporte para hacer sitio al coche, ahora preservando el centro de las ciudades, con anillos de circunvalación, autovías y autopistas en las áreas metropolitanas.

En 2004 se redactó la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética, conocida como la E4 que planteaba un programa de actuaciones mediante Planes de Acción para 2012. De esta forma, el gobierno español respondía a los retos y compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. La estrategia ha tenido un desarrollo específico dedicado al transporte y, en concreto, a la movilidad urbana mediante una línea de subvenciones para la elaboración de planes de movilidad urbana sostenible (PMUS), cuyos resultados han sido desiguales. Se han desarrollado más de 250 PMUS, eso no significa que se hayan implementado las medidas que se recogen en ellos. La falta de voluntad política ha frenado o paralizado los procesos de transformación del modelo de movilidad de muchas ciudades españolas.⁹³

Resultados escasamente satisfactorios: mucho esfuerzo y poco cambio

El proceso hacia la sostenibilidad de la movilidad urbana ha venido gestándose desde los años noventa del siglo pasado, pero los resultados no parecen demostrar que se haya producido ese deseado y necesario cambio en la gran mayoría de las ciudades españolas.

Los datos nos dicen que durante las tres últimas décadas ha aumentado la movilidad no motorizada en casi todas las ciudades, especialmente la de las ciudades medias; también indican el peso de los desplazamientos a pie y el tímido resurgir de la bicicleta. El transporte colectivo, a pesar de los enormes esfuerzos inversores de las administraciones autonómicas y locales en los últimos quince años, no presenta transformaciones importantes; incluso, en algunas ciudades como Madrid, ha llegado a perder tres puntos que han incrementado directamente el porcentaje que representa el automóvil. Situación diferente es la de Barcelona, donde el transporte público pierde siete puntos que se transfieren a los modos no motorizados. En algunas ciudades como Alicante, Madrid, Sevilla y Bahía de Cádiz el coche no deja de tener el protagonismo de siempre: en Alicante aumenta su participación en 2,5 puntos entre 2001 y 2013, en Madrid aumenta 6 puntos entre 2004 y 2014, y en Sevilla 12 puntos porcentuales.⁹⁴

Entre las ciudades que presentan un cambio modal más claro se encuentra Bilbao, donde el uso del coche disminuye en 10 puntos porcentuales que van a parar directamente al desplazamiento peatonal y ciclista. Son municipios que han apostado por políticas transformadoras de la movilidad desde hace tiempo, y donde la sociedad ha colaborado directamente a ese cambio cultural hacia modos alternativos de transporte. Pero incluso en estas ciudades continúan existiendo barrios periféricos donde pervive el modelo anterior con graves problemas derivados de la movilidad motorizada: mayor demanda de estacionamiento, construcción de anillos de circunvalación o vías rápidas.

⁹² P. Vega, «El Plan Director de Infraestructuras: un impedimento para la movilidad sostenible», *Ciudad y Territorio*, Estudios Territoriales/Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 97, 1993.

⁹³ P. Vega, «Una década de planes de movilidad urbana sostenible (PMUS) 2004-2014», *Anales de Geografía*, Universidad Complutense de Madrid, 36(2), pp. 351-374; P. Vega, *Los Planes de Movilidad Urbana Sostenible PMUS. ¿Una herramienta para alcanzar la sostenibilidad urbana?*, Ecologistas en Acción, 2017.

⁹⁴ Véanse los informes anuales del Observatorio de la Movilidad Metropolitana (OMM).

Las barreras al cambio de paradigma de la movilidad urbana se encuentran en varios frentes. Por un lado, los políticos resistentes, que no están convencidos de la necesidad de ese cambio, y creen que la sociedad, en definitiva los votantes, no van a ver ventajas en ese nuevo modelo, lo que puede significar una falta de apoyo político en el futuro. Un ejemplo de ello puede ser la ciudad de Córdoba donde han sido necesarios dos años para peatonalizar un tramo de una calle. En general, los políticos son favorables a continuar con el paradigma motorizado, fomentan el uso del automóvil y ponen trabas a cualquier medida que pueda modificar el estatus quo.

En otros casos, los políticos no soportan la presión ciudadana o de los colectivos empresariales, y desmontan medidas de calmado de tráfico, peatonalizaciones o carriles ciclistas. Es el caso de la actuación de la calle Galileo en Madrid o del desmantelamiento de la peatonalización del centro en Motril (Granada)⁹⁵. Los agentes económicos, entre los que se encuentran comerciantes o restauradores tienden a ser inmovilistas y ven con inquietud cualquier cambio; en consecuencia, no desean quitar los coches de las puertas de sus establecimientos, aun sabiendo que tendrían mayores probabilidades de venta cuando pasan miles de peatones mirando un escaparate.

La sociedad no es capaz de imaginar las ventajas de un cambio que proporcionaría una vida diaria más cómoda, sana y barata. Siempre ponen por delante aspectos negativos no demostrados: 'no voy a poder aparcar', 'me van a prohibir...'. Cuando lo que deberían pensar es: 'voy a llegar antes', 'voy a llegar de forma más relajada', 'voy a poder respirar aire limpio', 'no voy a tener accidentes de tráfico', 'voy a ganar tiempo', 'voy a ahorrar dinero del gimnasio y de la gasolina'...

Todas estas ideas forman parte de una cultura favorable a la movilidad motorizada, una cultura que diariamente aparece de manera gratuita en los medios de comunicación en forma de publicidad para comprar un automóvil sin problemas. La posesión y uso del coche se nos ofrece asociada a un amor romántico, a carreteras sin atascos, a calles urbanas sin prohibiciones donde circular con un 4X4, a coches sin contaminación ni ruido, sin accidentes. La publicidad permite creer que es posible ser ecologista conduciendo un coche híbrido o eléctrico aunque tenga su tubo de escape a cientos de kilómetros, y necesite materiales cuya extracción es muy difícil, como el cobalto para las baterías de litio, y no respeta los derechos humanos.

⁹⁵ R. F., «Paso atrás en la peatonalización del centro tras dos semanas de pruebas», Granada hoy, 2 de enero de 2017, disponible en: http://www.gradahoy.com/provincia/Paso-peatonalizacion-centro-semanas-pruebas_0_1096090830.html.

CALIDAD DEL AIRE y MOVILIDAD: Selección de Recursos

Susana Fernández Herrero

Centro de Documentación Virtual – FUHEM Ecosocial

Selección de Libros



La contaminación atmosférica es la causa de muchas enfermedades que amenazan nuestra calidad de vida ya que diariamente, en el aire que respiramos, hay muchos agentes nocivos (gases, vapores, partículas en suspensión). Nuestra salud no puede estar 'en el aire" y por ello ofrecemos una recopilación de libros que abordan temas relacionados con: la contaminación del aire, la protección de la atmósfera, los Planes de mejora de la calidad del aire, las emisiones de efecto invernadero, nuestra responsabilidad sobre el calentamiento global y la movilidad sostenible en las ciudades, de la mano de especialistas como Andrés Boix, Elena Boldo, Xavier Querol, Manuel Calvo y Jordi Roca, entre otros autores.



BOIX PALOP, Andrés, MARZAL RAGA, Consuelo de los Reyes (coords.)

Ciudad y movilidad: la regulación de la movilidad urbana sostenible

Universidad de Valencia, Servicio de Publicaciones, 2014, 236 págs.

BOLDO, Elena

La contaminación del aire

Madrid: Los Libros de la Catarata, 2016, 128 págs.





CALVO SALAZAR, Manuel
Movilidad sostenible en nuestras ciudades
Sevilla: Universidad de Sevilla, 2013, 160 págs.

GARDNER, Gary; PRUGH, Tom; RENNER, Michael (dir.)
Ciudades Sostenibles: del Sueño a la Acción. La Situación del Mundo 2016. Informe anual del Worldwatch Institute
Barcelona: FUHEM Ecosocial, Icaria, 2016.



LOPERENA ROTA, Demetrio
La calidad del aire y la protección de la atmósfera
Madrid: Thomson Reuters-Aranzadi, 2010, 360 págs.

QUEROL, Xavier; Viana, Mar; MORENO, Teresa; ALASTUEY Andrés (eds)
Bases científico-técnicas para un Plan Nacional de Mejora de la Calidad del Aire Madrid: CSIC - Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2012, 354 págs.



Jordi Roca Jaume (coord.),
Vicent Alcántara, David Arca,
Emilio Padilla y Mónica Herrero
**La responsabilidad
de la economía
española en
el calentamiento
global**

ROCA, Jordi (coord.)
La responsabilidad de la economía española en el calentamiento global
Madrid: FUHEM Ecosocial, Catarata, 2013, 159 págs.



Selección de Informes



Recopilación de documentos de instituciones internacionales, organizaciones y fundaciones con la Agencia Europea del Medio Ambiente, el Banco Mundial, la Organización Mundial de la Salud, Ecologistas en Acción, Greenpeace, Fundación Mapfre, ECODES, entre otras, que ofrecen informes sobre movilidad sostenible en las ciudades, y sobre la calidad del aire y las consecuencias que la contaminación atmosférica tienen en la salud

ORGANISMOS INTERNACIONALES

AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE – AEMA



[*Air quality in Europe - 2017 report*](#)
EEA Report No 13/2017

[*Señales de la AEMA 2016. Hacia una movilidad limpia e inteligente Transporte y medio ambiente en Europa*](#)

Agencia Europea del Medio Ambiente, 2016. 36 págs.



BANCO MUNDIAL



[*The Cost of Air Pollution Strengthening the Economic Case for Action*](#)
[The World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation University of Washington, Seattle](#)
2016, 122 págs.
[Resumen en español.](#)

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD - OMS



[Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future](#)
World Health Organization 2017, 39 págs.

ORGANIZACIONES

ECOLOGISTAS EN ACCIÓN



[La calidad del aire en la ciudad de Madrid en 2017](#)
Informe de Ecologistas en Acción, enero 2018, 25 págs.

[La contaminación por ozono en el Estado español durante 2017](#)
Informe de Ecologistas en Acción, octubre 2017. 92 págs.



[La calidad del aire en el Estado español durante 2016](#)
Informe de Ecologistas en Acción, 2017, 119 págs.

FUNDACIÓN MAPFRE



Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente
[Salud y sostenibilidad: efectos de la calidad del aire urbano](#)
Fundación MAPFRE, 2013, 191 págs.

GEA 21 GRUPO DE ESTUDIOS Y ALTERNATIVAS



Mariano González de Tejada (coord.)

[El transporte en las ciudades: Un motor sin freno del cambio climático Primer análisis en España de la importante contribución de la movilidad urbana al calentamiento global. Informe Técnico.](#)

Greenpeace, 2016, 44 págs.



Infografía incluida en el [Resumen del Informe elaborado por Greenpeace](#)

OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA



[Calidad del aire en las ciudades: clave de sostenibilidad urbana](#)

Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2007, 382 págs.

OBSERVATORIO DKV



[Contaminación atmosférica y salud](#)

Observatorio DKV de Salud y Medio Ambiente en España 2010
DKV - ECODES, Zaragoza, 2010. 69 p.

TRANSPORT & ENVIRONMENT



[Dieselgate: Who? What? How?](#)

Transport & Environment, septiembre 2016, 30 págs.

Otros Recursos



Esta recopilación ofrece una serie de recursos en diferentes formatos como buenas prácticas, guías, proyectos, campañas, infografías, material audiovisual, mapas interactivos, visores e incluso una aplicación para el móvil con la que podrás ver a tiempo real cuál es el estado de la calidad del aire que estás respirando.

RECOPIACION DE BUENAS PRÁCTICAS



[Calidad del aire y salud. Recopilación de Buenas Prácticas y Herramientas](#)

ECODES, 2014

Documento de recopilación de las buenas prácticas y herramientas de los tres monográficos "Calidad del Aire y Salud". Incluyen las buenas prácticas de diferentes ciudades del mundo y sectores productivos, herramientas sobre movilidad sostenible e infancia.

GUÍA



[Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre Actualización mundial 2005.](#)
Organización Mundial de la Salud, 2006

[Guía de RECURSOS sobre Movilidad y Transporte](#)

En esta recopilación realizada con motivo de la celebración del 12º Congreso de Medio Ambiente CONAMA 2014. Han participado diferentes entidades de la Red de Centros de Información y Documentación Ambiental (RECIDA), bajo la coordinación del Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM), del Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



RECOPIACIÓN DE RECURSOS



[Selección de Recursos sobre Contaminación Urbana](#), 2013.

CDAMA Centro de documentación de Agua y Medio Ambiente
Ayuntamiento de Zaragoza

Incluye recursos sobre medio ambiente urbano, contaminación atmosférica, lumínica, acústica, residuos urbanos y enlaces web.

CUADERNO



Pilar Vega Pindado

[Los Planes de Movilidad Urbana Sostenible \(PMUS\). Balance desde la perspectiva ecologista](#)

Cuadernos de Ecologistas en Acción núm. 25, Ecologistas en Acción, marzo 2017, 40 págs.

CAMPAÑA



[Respira la Vida – Breathelife](#)

Puesta en marcha por la Organización Mundial de la Salud y la Coalición del Clima y Aire Limpio, la campaña mundial «Respira la vida» tiene por objeto sensibilizar al público acerca del impacto de la contaminación del aire en nuestra salud y en el planeta, y crear una red de ciudadanos, dirigentes urbanos y nacionales y profesionales de la salud para impulsar el cambio en nuestras comunidades.

APP



[CALIOPE - Sistema de pronóstico de la calidad del aire](#) [Departamento de Ciencias de la Tierra del Barcelona Supercomputing Center](#)

El sistema de pronóstico de la CALidad del aire Operacional Para España (CALIOPE) del Departamento de Ciencias de la Tierra del Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), proporciona de forma operacional el pronóstico de la calidad del aire para Europa y España en alta resolución espacial a través del conjunto de modelos HERMES, WRF-ARW, CMAQ y BSC-DREAM8b y ejecutados en el superordenador MareNostrum. Disponible en APP Store y Google Play.

RECURSOS AUDIOVISUALES

[Un soplo de aire contaminado.](#)

El escarabajo verde, RTVE.

Fecha de emisión: mayo de 2015.

Duración: 28:07 m.



[Ciudades Irrespirables.](#)

Documentos TV, RTVE.

Fecha de emisión: 28 marzo 2016.

Duración: 28:07 m.



[Nubes de asfalto](#)

Reportaje realizado por: Fernando Mateos, Pablo Martín y Miguel Serrano

Duración: 28.22 minutos



VISOR



[Visor de calidad del aire](#)

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

El visor permite consultar la información de calidad del aire a nivel nacional de los contaminantes con valores legislados para protección de la salud en el Real Decreto 102/2011: SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, O₃, Pb, C₆H₆, CO, As, Cd, Ni y B(a)P, incluyendo datos en tiempo real y la evolución histórica de la evaluación de la calidad del aire. Los datos del visor proceden de la información enviada al MAPAMA por parte de las diferentes redes nacionales, autonómicas y locales.

INFOGRAFÍA INTERACTIVA



[Cleaner air for all](#)

Comisión Europea Infografías Interactivas

INFOGRAFÍAS

Destacamos dos infografías del [Instituto de Salud Global de Barcelona \(ISGlobal\)](http://www.isg-barcelona.org) que ilustran 7 maneras en que las bicicletas pueden hacer las ciudades más saludables y 7 maneras en que la contaminación perjudica a nuestra salud.



7 MANERAS

EN QUE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA PERJUDICA A TU SALUD

1

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

TIENE UN EFECTO DIRECTO SOBRE LA MORTALIDAD Y LOS INGRESOS HOSPITALARIOS

INGRESOS DIARIOS EN URGENCIAS POR ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA (EPOC) Y NIVELES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DIARIOS EN BARCELONA



2

LOS HABITANTES DE LAS CIUDADES MÁS CONTAMINADAS

TIENEN HASTA UN **30%** MÁS DE RIESGO DE MORIR QUE LOS DE CIUDADES CON BAJA CONTAMINACIÓN.



4

LOS EFECTOS DE LAS PARTÍCULAS EN LA SALUD HUMANA DEPENDEN DE SU TAMAÑO:



3

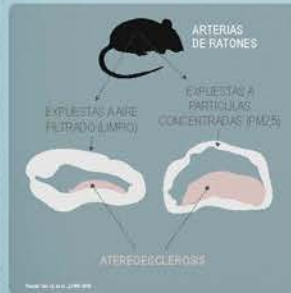
TRÁFICO

ES LA FUENTE QUE TIENE UNA MAYOR INCIDENCIA EN LA MORTALIDAD



5

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA TIENE EFECTOS CARDIOVASCULARES CLAROS.



6

EL **RIESGO** DE PROBLEMAS EN LA FUNCIÓN PULMONAR ES MAYOR EN LAS ÁREAS CONTAMINADAS.

ASOCIACIÓN ENTRE LA DISTANCIA RESIDENCIAL CON RESPECTO A CARRETERAS CON TRÁFICO Y EL ASMA INFANTIL EN EL SUR DE CALIFORNIA



7

LAS INTERVENCIONES AMBIENTALES MEJORAN LA CALIDAD DEL AIRE Y LA SALUD.



MÁS INFORMACIÓN EN WWW.SGOLNAL.GRU Y EN WWW.CREAL.CAT





Av. de Portugal, 79 (posterior)

28011 – Madrid, ESPAÑA

Tel. +34 914 310 280

Correo electrónico: ecosocial@fuhem.es

www.fuhem.es/ecosocial

<https://www.facebook.com/fuhemecosocial>

<https://twitter.com/fuhemecosocial>