

Problemática de la contaminación del aire en Colombia y estrategias de solución para la calidad del Aire en Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Antioquia).

Air pollution issues in Colombia and strategic solution for air quality in Medellín, Metropolitan Area of the Aburrá Valley, Antioquia.

Por: Daniela Rojas Isazaⁱ, Julián Salazar Catañoⁱⁱ, Daniel Montoya Escobarⁱⁱⁱ & Édinson Muñoz Ciro^{iv}

Resumen

Debido al consumo creciente de combustibles fósiles en la "Era del petróleo", la contaminación del aire es uno de los principales causantes de problemas de salud pública y cambio climático en el mundo. En las ciudades colombianas, especialmente en Medellín y Bogotá, la mala calidad del aire es una de las causas primordiales de morbilidad y mortalidad. El material particulado \leq a 2.5 micras ($PM_{2.5}$) y el Black Carbon contenido en este son las sustancias más perjudiciales para la salud en nuestro medio. Las principales fuentes de estas emisiones son el parque automotor (80%) y la combustión del diésel (90%). Los valores de los límites permisibles para los contaminantes atmosféricos establecidos en nuestro país prácticamente duplican lo determinado por la OMS y la calidad de los combustibles aún dista considerablemente de los niveles prevaecientes en Europa y Estados Unidos. Las medidas que se deberían implementar para resolver el problema de la calidad del aire en las áreas urbanas de Colombia son pocas y precisas, e incluyen un Sistema Integrado de Vigilancia Epidemiológica, el mejoramiento de los combustibles, el uso de motores menos emisores, la educación masiva en Ecoconducción, el arbolado, y la modernización e implementación de instrumentos normativos en materia de movilidad sostenible, ordenamiento territorial, calidad ambiental y producción más limpia.

Palabras clave: salud pública, Cambio climático, Contaminación del aire, Medio ambiente, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Medellín, Colombia.

Abstract

Air pollution in Colombia and improvement of its quality in Medellín and the Metropolitan Area of the Aburrá Valley (Antioquia)". Due to the increasing consumption of fossil fuels in this "Age of Oil", air pollution is one of the main causes of public health and climate change problems in the world. In Colombian cities, especially in Medellín and Bogotá, poor air quality is one of the main causes of morbidity and mortality. The particulate material \leq 2.5 microns ($PM_{2.5}$) and the black Carbon contained in it, are the most harmful substances in our environment. The main source of these emissions is the automotive fleet and diesel combustion, more specifically 80% and 90% respectively. The permissible limit values for air pollutants established in our country specifically are double that of what is established by the World Health Organization (WHO). Moreover, the quality of fuels is still far from the prevailing levels in Europe and the United States. Accordingly, the measures that intend to solve the problem of air quality in urban areas of Colombia are few and precise, of which include an Integrated Epidemiological Surveillance System, fuel improvement, less emitting engines, mass education in Ecoconduction, forestation, and modernization and implementation of normative instruments regarding sustainable mobility, territorial planning, environmental quality and cleaner production.

Palabras clave: public health, Climate change, Air Pollution, Environment, Metropolitan Area of the Aburrá Valley, Medellín, Colombia.

Introducción

Los humanos inspiramos y espiramos unas 20.000 veces en un día, consumiendo entre cinco y seis litros de aire por minuto, cerca de 8.000 litros diarios. ¿Imaginas los posibles efectos en tu salud, si esa enorme cantidad de aire que tomas cada día estuviera contaminada con el material particulado microscópico menor a 2.5 micras de diámetro y con el cancerígeno carbono negro contenido en él?

Nueve de cada diez personas en el mundo respiran aire contaminado, lo que provoca siete millones de muertes anuales por causas directamente relacionadas con la polución. La contaminación ambiental es el mayor desafío para la salud pública mundial y, en cuanto a riesgos ambientales, la mayor amenaza para la salud en el mundo (OMS, 2016).

La medición de la calidad del aire constata su grado de limpieza, determinando si el aire es adecuado o no para que las personas, animales y plantas permanezcan saludables. La alteración en la calidad del aire se debe a muchos elementos: la acción humana y los patrones de apropiación, ocupación territorial, movilidad, producción, consumo, y cantidad y calidad de las emisiones, son los factores definitivos en la alteración de la composición de la atmósfera.

El deterioro de la calidad del aire ha dado lugar a graves episodios de contaminación que afectan gravemente la salud pública de la población, obligando a los gobiernos a establecer drásticas medidas de protección de la calidad del recurso del que depende absolutamente nuestra respiración. Tales medidas incluyen leyes, reglamentos y normas para hacerle frente al problema y para articular acciones de mejora, principalmente en los países en desarrollo.

A pesar de los grandes avances normativos y tecnológicos, especialmente en el mejoramiento de los motores, calderas y combustibles, los niveles de contaminación siguen en aumento, como resultado del constante crecimiento poblacional, del incremento permanente del consumo en todos los ámbitos entre los que se destaca el del parque vehicular e industrial, y de la deforestación y los incendios forestales, entre otras causas.

En este preocupante escenario global, en el que se acidifican los océanos y se calienta la atmósfera del planeta, es necesario generar y aplicar estrategias integrales que fortalezcan la gobernanza ambiental, a nivel local, regional y nacional; que logren la rápida y oportuna actualización e implementación de la normatividad requerida para resolver la evidente problemática de salud pública provocada por la contaminación; que promuevan la planeación para el desarrollo sostenible y sustentable en todos los ámbitos; que estimulen la concientización, sensibilización, participación y movilización ciudadana para un mejor vivir en paz en todo sentido; y que exijan el desarrollo y aplicación de alternativas y tecnologías para que, definitivamente, cesen las emisiones contaminantes que afectan la salud de las personas, comunidades, sociedades y de los ecosistemas que hacen posible sus Vidas.

De manera específica, y como "proyectos de vida", para el inmediato, corto, mediano y largo plazo, es necesario centrar la atención en el mejoramiento integral de la calidad de los combustibles, de la tecnología de los motores del parque automotor y de la industria en su conjunto.

Igualmente, es indispensable replantear los patrones generales de consumo y redireccionar el manejo de la materia, la

energía, el espacio y la biodiversidad en las ciudades y sus territorios de soporte; con el fin de que las urbes dejen de ser eficientes mecanismos de destrucción de la biósfera y excelentes emisores de gases tóxicos y de efecto invernadero que contaminan los hábitats locales y del planeta, y pasen a ser bioestructuras amigables con la Vida en su conjunto y, en particular, con la biota de los ecosistemas en que se han establecido.

El Cambio Climático Global lo cambia todo

En la actualidad, pero especialmente desde hace más de un siglo, vivimos en un complejo proceso planetario denominado “La era del petróleo”. En relación con la edad del planeta, esta era es muy corta: menos de dos siglos, frente a los 4.500 millones de años que se calcula tiene nuestro hogar, la Tierra. Para los humanos esta era es, prácticamente, la insignia de su dominio tecnológico sobre el mundo, pero, al mismo tiempo, ha supuesto la emergencia de fenómenos nefastos para la Vida en el planeta, que no acaecían desde hace decenas de millones de años. El último de ellos, datado hace aproximadamente 65 millones de años, fue el cambio climático global provocado por la explosión de un meteorito cuyas emisiones oscurecieron la atmosfera, impidieron la llegada de la luz solar, provocaron la muerte de los vegetales y produjo, por inanición, la extinción masiva de los dinosaurios, entre muchas otras especies.

Desde el comienzo de la Revolución Industrial (mediados del siglo XVII), los combustibles fósiles se han utilizado como fuentes de energía. En 1900, el carbón suplía alrededor del 80% del consumo energético en Estados Unidos, pero en menos de veinte años ese consumo se redujo a la mitad y en menos de cuarenta, a una quinta parte. El petróleo fue desplazando al carbón como principal fuente de energía mundial, posicionándose

como el mayor impulsor de la industria automovilística, que, a su vez, se posicionó como la responsable de gran parte de las emisiones contaminantes de la época.

Un barril de petróleo de calidad promedio se refina, en su mayoría, en gasolina, diésel, fuel oil, jet fuel y bunker. Alrededor del 45% del consumo mundial de combustibles se emplea en los automóviles (FMI, 2016). Igualmente, aquéllos se utilizan para calefacción y producción de plásticos y sus derivados; estos últimos, debido a su desmedido consumo e inadecuado manejo, provocan grandes daños a los ecosistemas, especialmente a los acuáticos.

Si logramos sobrevivir a “La era del petróleo”, nuestra descendencia verá y convivirá con toneladas de desechos fabricados a partir de dicha sustancia, en suelos, ríos, océanos y seres vivos. Será algo tan común, que probablemente se llegue a pensar que eran parte del alimento humano y del de otros animales.

Debido a los grandes cambios económicos provocados por los avances tecnológicos y a las crecientes preocupaciones por los nefastos efectos sobre el desarrollo de la vida en el planeta, es previsible el fin de “La era del petróleo”; pero no por el agotamiento de este valioso combustible fósil, sino por las graves implicaciones de su combustión en el ambiente; por eso es necesario acelerar la migración a combustibles no contaminantes que protejan la vida. En consecuencia, con esta tendencia planetaria, que exige una nueva era de sostenibilidad, las sociedades del mundo conminan a los productores de petróleo y a los fabricantes de automóviles y motores industriales a que asuman este cambio trascendental de era energética.

Según proyecciones del Foro Económico Mundial, las energías solar y eólica no

subsidiadas, que ya son competitivas en treinta países, serán más baratas que el carbón y el gas natural en más del 60% del mundo en los próximos años. El Fondo Monetario Internacional predice que para 2040 los vehículos eléctricos podrían representar el 90% del parque automovilístico en las economías avanzadas y más del 50% en las economías de mercados emergentes.

Sin embargo, algunos de los principales grupos favorecidos por el negocio del petróleo que se encuentran en el poder insisten en prolongar una era en decadencia, al tratar de frenar o bloquear la implementación de tecnologías energéticas que se desarrollan desde hace ya muchos años y que, con los avances alcanzados en campos como el automotriz, en poco tiempo se extenderían en todo el planeta.

Esta era del petróleo ha desatado un problema real: gran parte del aire que respiramos está contaminado por compuestos provenientes de la quema de combustibles fósiles. Y esta situación la vivimos con mucha fuerza en el territorio colombiano, avalada por un servilismo resignado desde instituciones públicas, empresas y ciudadanos que consideran a los combustibles fósiles como la fuente de energía que inevitablemente se debe usar ahora y en los años venideros.

Esta concepción del desarrollo se puede evidenciar en los pocos avances normativos, de inversión, cambio tecnológico y desarrollo científico promovidos en Colombia para resolver el grave problema de salud pública y degradación ambiental provocado por la mala calidad del aire contaminado por las emisiones de las combustiones de los combustibles fósiles.

Contaminación del aire en Colombia

La contaminación del aire es uno de los efectos más negativos del uso de

combustibles fósiles, que cada vez se hace más evidente para los más de 45 millones de habitantes del territorio nacional, en especial, para el 75% de la población, que habita en las ciudades. En ellas, día a día, las personas enfrentan la molestia de sentir el humo de los vehículos en el rostro al caminar por la calle, es común padecer de rinitis y saber de un familiar con neumonía o de un vecino que murió de un paro cardiorespiratorio; todo ello como consecuencia de la contaminación del aire en las ciudades de Colombia, que en más del 80% se debe a las emisiones del parque automotor, provenientes de la combustión de los combustibles fósiles.

Sin embargo, en el país continuamos subestimando el hecho de que más de 10.000 personas mueren cada año por la contaminación del aire. La mala calidad del aire, como causante de muertes en el país, iguala o supera al conflicto armado. Según el Plan de Gestión de Calidad de Aire del Valle de Aburrá, si la tendencia vigente de muertes continúa en esta subregión del departamento de Antioquia, para el año 2030, el 31,7% de las muertes no accidentales serán atribuibles a la contaminación atmosférica local.

El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) determinó que la exposición de la población a la contaminación del aire tiene efectos negativos en la salud, generando costos sociales y económicos representados en enfermedades, restricciones en el desarrollo de actividades, demanda creciente de atención al sistema de salud y muertes. En el país, estos costos se estiman en 12,3 billones de pesos, equivalentes al 1,5% del PIB del año 2015.

La poca relevancia que se le ha dado al tema es tal que actualmente Colombia no cuenta con un Plan Nacional para Mejorar la Calidad del Aire, donde se establezcan cambios de

fondo a las políticas públicas relativas a los combustibles fósiles, para una rápida implementación de tecnologías en pos de una pronta solución del problema, como está ocurriendo en países donde sí se valora la vida de las personas.

En Colombia, las normas establecidas para los límites de contaminantes, al parecer, no consideran que los valores aceptados en las políticas vigentes significan muertes de

personas, especialmente de las poblaciones más vulnerables, conformadas por niños y adultos mayores. Esto se evidencia en que los valores establecidos duplican los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Al respecto, basta reflexionar sobre lo que significa que en la norma nacional se establezcan $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como mínimo promedio anual "aceptable" de material particulado (MP) $\leq 2.5 \mu\text{g}$, más del doble del volumen recomendado por la OMS.

Tabla 1. Valores establecidos en la normatividad colombiana sobre niveles mínimos permisibles para contaminantes¹, comparados con Guías de Calidad del Aire de la OMS

Contaminante ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5}		PM ₁₀		Ozono	SO ₂		NO ₂		
Tiempo promedio	24h Anual		24h Anual		1h 8h	24h Anual		1h	24h Anual	
Colombia	50	25	100	50	120 80	250	80	200	150	100
Organización Mundial de la Salud (OMS)	25	10	50	20	- 100	20	-	200	-	40

Así mismo, la OMS recomienda un nivel máximo permisible para material particulado (PM₁₀) de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas. Sin embargo, la normatividad colombiana establece un nivel máximo permisible de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Esta misma consideración se constata para los otros contaminantes atmosféricos. ¿Será que en Europa y Estados Unidos la vida de una persona vale dos veces más que en Colombia? Respirar un aire limpio es esencial para la salud y el bienestar de los seres humanos y es un derecho humano fundamental, reconocido en el ámbito internacional, cuyo cumplimiento es necesario reclamar con vehemencia.

Las medidas antes mencionadas también se aplican en el caso de la calidad de

los combustibles fósiles, ya que la OMS recomienda un máximo de diez partes por millón de azufre en el combustible diésel. Sin embargo, en Colombia la regulación nacional establece como norma un diésel con 50 ppm, cinco veces más que lo determinado en el ámbito internacional. Para la gasolina, la OMS recomienda un máximo de 50 ppm y en Colombia, lo establecido al respecto en la norma nacional es de 300 ppm. En síntesis, el combustible que se puede utilizar en la Unión Europea es cinco veces más limpio y, en esa medida, mucho menos perjudicial para la población que el que se combustiona en Colombia.

El mayor impacto de estas emisiones se relaciona con la salud, y se debe, de manera muy particular, al material particulado menor

1. Resolución 610 de 2010.

o igual a 2.5 micras ($PM_{2.5}$). Este contaminante entra al pulmón, pasa al torrente sanguíneo y produce enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, además de las respiratorias. La situación se agrava con el componente cancerígeno de este material, que asciende aproximadamente al 50% del mismo, conocido como Black Carbon (Carbono negro o Carbono equivalente), que contiene compuestos de carbono orgánico tóxico, metales pesados y otras sustancias nocivas que, además de provocar graves complicaciones de salud, tienen un alto potencial de calentamiento de la atmósfera y generan grandes efectos sobre el cambio climático.

Calidad del aire en el Valle de Aburrá

El problema de la calidad del aire y su relación con la salud pública se potencia si se considera la inadecuada planeación con la que se han estructurado las ciudades de Colombia. Un ejemplo de esta delicada situación se presenta en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), cuya ciudad núcleo es Medellín, capital del departamento de Antioquia. Esta metrópoli está integrada por diez municipios, cuenta con una extensión total de 1.157 km², de los cuales solo 178 km² (el 15% del territorio) corresponden a suelo urbano, donde habita el 95% de la población total (4'200.000 habitantes).

De acuerdo con las proyecciones del DANE, la población del Valle de Aburrá representa el 58,5% del total de Antioquia y habita en un territorio equivalente al 1,8% de la superficie del departamento. Esta distribución de los habitantes es insostenible y tiene serias implicaciones sobre la salud, el ambiente, el bienestar social y el desarrollo económico de la metrópoli.

En estas condiciones, la densidad urbana es exagerada, ya que en cada km² habitan

20.714 personas; y lo más preocupante es que se estima que entre los años 2016 y 2030 la población del Valle de Aburrá aumentará un 13% más, por lo que es fundamental que se determine un desarrollo urbano sostenible, articulado con la gestión sustentable de los territorios de donde proviene la población que llega y llegará a esta subregión de Antioquia.

En ese contexto, resolver el problema de la contaminación del aire significa una gran oportunidad para desacoplar el desarrollo económico y el deterioro de la calidad atmosférica, mediante el reforzamiento de políticas y acciones que encaminen la urbe hacia una senda de sostenibilidad.

Un estudio de la Universidad de Antioquia determinó que el 9,2% de muertes en el Valle de Aburrá son ocasionadas por la contaminación del aire (Gómez, 2017). Según el periódico El Colombiano, el problema ha crecido en las últimas décadas, debido a la densificación urbana y al aumento del parque automotor, que se calcula en 1'200.000 vehículos, entre carros y motos, asunto que fue posteriormente revelado y confirmado por la autoridad ambiental y de transporte: el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Lo cierto es que el incómodo asunto de la mala calidad del aire en Medellín y sus municipios vecinos pasó de ser un problema ambiental a uno de salud pública, con graves implicaciones en la política nacional.

A la fecha, las emisiones atmosféricas siguen en aumento, ya que, según las proyecciones públicas, para el 2030 habrá en la ciudad más de un millón de motos y más de un millón de automóviles; esto indica que, si prevalece la calidad vigente de los combustibles y de la tecnología vehicular presente, el aire será irrespirable en ese tiempo.

Si hoy los niveles de contaminación son de emergencia, ¿cómo será cuando se duplique la cantidad de fuentes emisoras? Lo grave del problema es que no solo está afectada la movilidad, sino que las emisiones del parque automotor tienen una incidencia muy grave en la salud pública de la población y del ambiente.

Las fuentes móviles: principal motor de contaminación urbana. ¿Un adelanto tecnológico o un retraso para la humanidad?

Como ya lo hemos mencionado, el modelo vigente de crecimiento económico y el aumento de la población han dado como resultado un incremento constante y considerable del consumo de combustibles

fósiles -principalmente de gasolina y diésel, utilizados en el transporte motorizado-, así como una ineficiente matriz energética, compuesta mayoritariamente por fuentes fósiles para la producción industrial.

Lo grave para el aire es que las fuentes móviles aportan al menos el 80% de la contaminación del aire. Si todo sigue como va, se calcula que para el año 2030 el número de estas fuentes aumentará en gran medida y serán responsables de casi el 90% de todo el material particulado ($PM_{2.5}$) generado, que es respirado por la población. Según el inventario de emisiones elaborado por el AMVA, se ratifica que el principal responsable del problema de emisiones contaminantes es el parque automotor.

Tabla 2. Distribución de emisiones por fuente (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2017-2030)

Contaminante						
Fuente	$PM_{2.5}$	BC	NO_x	COV	CO	CO^2
Industria	19%	3%	16%	12%	2%	27%
Transporte	81%	97%	84%	75%	98%	73%

Es muy alarmante saber que casi la totalidad de las emisiones contaminantes es generada y potenciada por el parque automotor y que todos los compuestos emitidos producen grandes impactos en la salud pública, e incrementan el cambio climático local y global. De acuerdo con el estudio de Clean Air Institute, contratado por el Área Metropolitana

y actualizado por el Plan Integral de Calidad del Aire (PIGECA) del AMVA, en 2017, el 81% del material particulado en el Valle de Aburrá fue emitido por fuentes móviles, en la siguiente proporción: camiones (38%), volquetas (26%), motos (14%), buses (10%) y autos (11%).

Tabla 3. Distribución de emisiones por categoría vehicular

Categoría	$PM_{2.5}$	BC	NO_x
Autos	8%	4%	26%
Taxis	3%	1%	6%
Buses	10%	11%	23%
Camiones	38%	43%	33%
Volquetas	26%	36%	7%
Metroplús	1%	1%	1%
Motos 2T	1%	1%	1%
Motos 4T	13%	3%	3%

El Valle de Aburrá, en donde millones de vehículos circulan diariamente, necesita los combustibles más limpios que se puedan utilizar, pues sus condiciones topográficas y de contingencia ambiental exigen medidas especiales para disminuir la contaminación.

El alcalde Federico Gutiérrez le escribió al presidente de Ecopetrol, ambos en su momento, Juan Carlos Echeverry, para pedirle mejorar la calidad de la gasolina, de 300 partes por millón de azufre (ppm) a 50 ppm, y pasar el diésel de 50 ppm a 10 ppm; niveles que ya fueron implementados en muchos países del primer mundo.

En Colombia el tema todavía es objeto de debate, pues no existen las refinerías para lograr estos niveles, ni las leyes para exigirlos. Sin embargo, Ecopetrol cumple con los mínimos nacionales, que son 300 ppm de azufre para gasolina y 50 ppm para diésel. Estos límites son establecidos por las Resoluciones 1180 de 2006 para la gasolina y 0963 de 2014 para el diésel, de los Ministerios de Ambiente, y de Minas y Energía.

Aun así, las condiciones generadas no son suficientes, pues según el estudio realizado por el AMVA para la elaboración del PIGECA 2017-2030, las fuentes móviles operadas con diésel son las responsables del 83% (1.248 Toneladas/Año) del total de emisiones de material particulado (PM_{2.5}); del 90% (785 Ton/Año) de las emisiones de Black Carbon y de casi un 70% (9.910 Ton/Año) de los óxidos de nitrógeno emitidos.

Sumado a esto, el transporte de carga, uno de los principales generadores de emisiones contaminantes, es operado principalmente con combustible diésel, por lo que es uno de los principales sectores a intervenir para resolver el problema de la calidad del aire, con énfasis en la solución de la obsolescencia de su parque automotor.

Otro problema relacionado con la contaminación del aire es el modo en que conducimos, pues las emisiones significativas de gases contaminantes, tanto en vehículos de diésel como de gasolina, se producen durante los períodos en los cuales los vehículos funcionan en condición de no marcha o de marcha variable e irregular.

Las condiciones de no marcha se conocen como ralentí (vehículo parado, motor no acelerado, a baja velocidad de rotación). Las condiciones de marcha variable e irregular se generan cuando el vehículo frena, acelera, gira o se detiene bruscamente, en especial cuando está sometido a congestiones.

Estas condiciones de no marcha o de marcha variable e irregular ocurren con alta frecuencia en una región densamente urbana y con baja velocidad de movilidad, como la del Valle de Aburrá, debido a las altas concentraciones vehiculares y la topografía diversa de la "Capital de la Montaña", donde los conductores no siempre manejan teniendo en cuenta las buenas prácticas de conducción.

Otro aspecto importante a considerar es el del arbolado y las zonas verdes, que ayudan a atenuar la carga contaminante. Un estudio de la investigadora María del Pilar Arroyave, de la Escuela de Ingeniería, determinó que en donde hay árboles, la temperatura se reduce hasta cuatro grados centígrados, disminuyendo el efecto de "Isla de Calor", que torna más cálido el clima en las zonas urbanas. También encontró que el arbolado de Medellín atrapa al año al menos 228 toneladas de contaminantes diversos, entre ellos, 32 toneladas de material particulado PM_{≤2.5}, uno de los contaminantes directamente relacionados con las contingencias ambientales.

De acuerdo con los parámetros de la Organización Mundial de la Salud, el Valle de Aburrá debería tener un árbol por cada tres habitantes, pero lo existente al respecto no alcanza a ser ni medio árbol por persona. Lo mismo pasa con las zonas verdes, que llegan a 4,5 m² en las zonas mejor arborizadas de la ciudad, en contraste con los al menos 10 m² por habitante que recomienda la OMS. En consecuencia, podríamos establecer un déficit de 700 mil árboles, que sigue creciendo día a día y que pareciera que no importara.

Soluciones a la problemática de la contaminación del aire en Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

La solución al problema de salud pública generado por la contaminación del aire implica una carrera contra el tiempo y en contravía del acelerado crecimiento de los factores que propician el conflicto. Exige actuar inmediata y eficazmente con los medios existentes; rediseñar las estrategias establecidas; y aplicar instrumentos normativos en materia de movilidad sostenible, ordenamiento territorial, calidad ambiental y producción más limpia, entre otras áreas. Lo más importante es pasar de las medidas transitorias y de contingencia que se toman actualmente, a otras de fondo y a largo plazo, que contribuyan a dar solución permanente a los problemas ocasionados por la mala calidad del aire en las ciudades de Colombia.

En ese sentido, son muy pocas y precisas las medidas que se deberían implementar para resolver el problema de la calidad del aire en las diferentes áreas urbanas y metrópolis colombianas.

Entre las acciones más importantes se destacan: la transformación normativa a la que se deben someter las ciudades, ya que,

por tratarse de un problema crítico de Salud Pública, se hace pertinente establecer una nueva ley sobre calidad del aire, que se ajuste a los límites que promulga la Organización Mundial de la Salud, para garantizar nuestro derecho a un ambiente sano y a una vida digna. Se instauraría así una norma que permitiría presentar acciones jurídicas y hacer públicos todos los problemas de salud y contaminación que campean en las ciudades y el país.

Al respecto, es indispensable el fortalecimiento de la investigación científica y tecnológica, para continuar con el desarrollo de herramientas e instrumentos que permitan evaluar los efectos directos en la salud; medir las emisiones, fuentes, y tipos de gases y partículas; aportar a la gestión de la calidad del aire y a la toma de decisiones con criterio científico. Todo para establecer, de acuerdo con la cobertura geográfica y la inclusión de los diversos tipos de fuentes, las diferentes clases de contaminantes y las medidas que se puedan ir adoptando, en concordancia con los cambios tecnológicos requeridos por la sociedad.

Así mismo, es necesaria la implementación de un Sistema Integrado de Vigilancia Epidemiológica en el país, y especialmente en la metrópoli del Valle de Aburrá, que permita conocer la incidencia de las diferentes partículas y gases generados por vehículos, maquinaria industrial y minería, y los nuevos componentes que llegan a la población, para poder medir todos estos elementos de manera oportuna y dar respuesta con prontitud a esas emisiones.

Un sustento normativo nos permitiría conservar y dar apoyo a los cambios tecnológicos. Por ejemplo, la prohibición de circulación de vehículos que empleen combustibles fósiles hacia el año 2030 o impuestos mayores a vehículos

contaminantes, que aumenten año a año; que las instituciones públicas estén obligadas a adquirir exclusivamente vehículos que empleen formas de energía renovable no contaminante desde ahora; eliminar los subsidios a los combustibles fósiles, tal y como lo acordó en 2009 el grupo de las veinte principales economías del mundo; y establecer la prohibición de la importación de vehículos que utilicen hidrocarburos a partir del 2030, de manera que desde ahora las empresas y los ciudadanos comiencen con la transición a las nuevas tecnologías.

Si bien sabemos que no es fácil, tampoco es imposible. Estos cambios ya se están dando en el país. El paso a fuentes de energía renovable no contaminante para el transporte e industria se ha empezado a realizar: hay algunas pruebas con vehículos eléctricos, por ejemplo, en Bogotá, con los taxis, y en Medellín, por parte de EPM, con buses. El Concejo de Medellín aprobó el Acuerdo 93 de 2017, “por medio del cual se incentiva y se promueve el transporte eléctrico en el municipio de Medellín” y cuyo principal propósito es que los buses del sistema Metroplús funcionen con energía eléctrica y que en 2030 todo el transporte público urbano de la ciudad se mueva con electricidad. Se generan así algunos avances, que requieren mayor compromiso y velocidad en la implementación.

Según el PIGECA, la ciudad debe plantearse una transformación hacia una movilidad eficiente y de bajas emisiones, y una innovación en el modelo de movilidad pública, hacia la promoción de otros modos de transporte activo.

Existen también acciones necesarias para el control del parque automotor, principal causante de la contaminación en la ciudad. Inicialmente, se debe mejorar la calidad del diésel, la gasolina y el carbón, de acuerdo con

estándares internacionales de salud; incluso con aditivos a los aceites, ya que, durante el periodo de transición a combustibles y energías menos contaminantes, se debe garantizar el menor daño posible a la salud de la población.

Convertir hacia la movilidad eléctrica los vehículos, especialmente los operados con combustible diésel, parece una estrategia atractiva y efectiva, ya que estos son los principales aportantes de la contaminación atmosférica en Colombia.

Desafortunadamente, no es posible hacerlo a corto plazo, por los altos costos involucrados y los problemas de oferta de vehículos de naturaleza eléctrica; este mercado, si bien es creciente, está todavía en desarrollo. Sin embargo, es importante mencionar la necesidad de introducir vehículos de ultra bajas emisiones y emisiones cero, en conjunto con requerimientos para la instalación de filtros de partículas que cumplan con estas especificaciones. El gobierno debería generar políticas para fortalecer el fomento y modernización del transporte público con estos condicionamientos técnicos, ambientales y de salud pública.

Una alternativa que se podría desarrollar es la transformación de los vehículos hacia electricidad, no necesariamente cambiándolos por nuevos. Esto es posible y ya ha sido probado, inclusive en Colombia, e implica inversiones bastante menores que las del reemplazo total. Pero habrá que desarrollar la infraestructura para ello y será un programa a plazo medio.

Otra alternativa es promover entre la población el transporte masivo y orientarla hacia la movilidad no motorizada, como el transporte en bicicletas, con el aumento y promoción de la movilidad activa, y el incremento de ciclorrutas y zonas

peatonales. Esto podría lograrse mediante políticas y programas dirigidos a mejorar las condiciones de caminabilidad; optimización de equipamientos de ciudad para la movilidad activa; ampliación, conectividad e integración de la red de infraestructura para las bicicletas; y promoción del uso de este medio de movilidad, mediante la disponibilidad de un amplio sistema de bicicletas públicas; todo esto para promover acciones orientadas a la regulación del uso del vehículo particular.

Otra solución desde lo individual a lo colectivo debe enfocarse en la manera en que conducen las personas, pues este también es un determinante reconocido de la cantidad de emisiones de los vehículos. Cada vez que hacemos un pare o una frenada inadecuada, o no hacemos el proceso de frenado requerido, se emiten entre cuatro y siete veces más contaminantes, por lo que es indispensable promover la educación ambiental enfocada en eco-conductores. Si bien no podemos disminuir la cantidad de conductores en el país, sí podemos efectuar acciones para mejorar su responsabilidad ambiental a la hora de conducir, a través del diseño y la implementación de un programa masivo de capacitación en conducción ecoeficiente.

Hay otras estrategias de corto y mediano plazo, como los fondos de chatarrización, los incentivos para compra de vehículos con cero emisiones, los recursos para fomentar la movilidad eléctrica, el incremento del espacio público verde y del número de árboles por persona, además del plan empresarial de movilidad sostenible. Estas son medidas de tipo estructural que también se pueden aplicar desde el ejercicio de la autoridad ambiental.

La ciudadanía ya está reaccionando frente a esta delicada situación, y está reclamando sobre la escasez de zonas verdes en la ciudad,

a través de iniciativas comunitarias que buscan acciones concretas para recuperar lo perdido, como el programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y el Plan Siembras de árboles, que promueven diversos colectivos ciudadanos y ambientales.

Para todo esto, también es indispensable que la construcción y la movilidad, en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio, se analicen con criterios de desarrollo sostenibles, para que la comunidad pueda contar con áreas para el disfrute y para el autoabastecimiento del aire y otros recursos, rescatando valores espaciales. Por ejemplo, áreas similares a los solares de las casas -donde se sembraban especies para el ornamento y el alimento, y se proveía un mejor aire y un espacio de encuentro-; corredores verdes en las ciudades; más espacios verdes para el juego, el deporte y el esparcimiento; arbolado urbano y ecosistemas regionales protegidos en las zonas de protección del resto del territorio.

Además, la Dra. Miryam Gómez Marín, directora del Grupo de Investigación Ghygam, del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, destaca que "...Es fundamental que la información que generan los centros de diagnóstico automotor sea controlada por el gobierno" (2017).

Sin embargo, estas alternativas no logran resolver el problema de fondo, pues buena parte de los vehículos diésel no son de propietarios particulares, sino que son equipos de propiedad empresarial, para transporte colectivo de personas y transporte de carga. Por eso, la mejora de la calidad del combustible es una alternativa muy eficaz para disminuir la contaminación del aire en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, mientras se implementan otros tipos de transporte y otras tecnologías, como los

vehículos eléctricos, híbridos, a hidrógeno, etc.; dado que la combustión del diésel y la gasolina en el sector transporte son la principal causa de emisiones contaminantes (80%) y su consumo es fundamental para la movilidad y la economía de la sociedad, en los tiempos presentes y durante bastantes años más.

Como caso específico, se ha probado a nivel mundial y en el Valle de Aburrá la utilización del catalizador Green Plus en los combustibles líquidos, demostrando que es una medida bastante económica, a inmediato y corto plazo, que permite disminuir las emisiones de material particulado y de carbono negro de los vehículos a diésel y gasolina.

El análisis realizado en el Laboratorio de Combustibles de la Universidad Nacional demostró que el empleo de la Tecnología Green Plus en los combustible diésel y gasolina de consumo en el Valle de Aburrá cumple con los parámetros exigidos en la normatividad de Colombia para los combustibles catalizados y, según el estudio piloto realizado, se pueden esperar disminuciones hasta del 75% del carbón negro, bajo las condiciones de no marcha para vehículos diésel, que son los causantes mayores de este problema en la región.

Los buenos resultados obtenidos con el catalizador Green Plus se extienden también a las emisiones de monóxido de carbono (CO) y, debido a los aumentos de rendimientos del combustible y a las disminuciones en óxidos de nitrógeno y en THC (que pueden incluir alguna proporción de CH₄), tanto en el caso del diésel como en el de la gasolina, es de esperar que se produzcan disminuciones de CO₂ equivalente que pueden oscilar entre el 6% y el 12%, ayudando a disminuir los efectos del calentamiento global.

Esta es una alternativa que no requiere una inversión tecnológica por parte del consumidor, que es de bajo costo (ya que, por los ahorros en el consumo de combustible, los que aplican esta tecnología ganan dinero) y que muestra resultados inmediatos y a corto plazo para resolver el problema ambiental y de salud pública de la calidad del aire al que nos enfrentamos, razón por la cual es una de las alternativas más efectivas con las que cuenta la ciudad en este momento.

Finalmente, para que todo este cambio se dé en la ciudad y en la metrópoli, es fundamental la educación ambiental, estructurada en un plan que articule las buenas prácticas de conducción, la responsabilidad social ambiental y la inclusión de tecnologías que contribuyan a la disminución de las emisiones.

En definitiva

Acorde con las tendencias fundamentadas en las condiciones vigentes, las situaciones nefastas de la calidad del aire van a ser cada vez más extremas, porque aumentan sin cesar los habitantes, carros y motos en el Valle de Aburrá.

Ante esta situación, la ciudadanía tiene que decidir qué hacer con el lugar donde vivimos, pues no es solo un asunto de las alcaldías, las industrias, el comercio, sino también nuestro, ya que los ciudadanos somos quienes debemos involucrarnos en definir cómo tiene que crecer nuestra ciudad, de una manera responsable.

La presión ciudadana es necesaria, ya que la salud es un derecho fundamental y se basa, esencialmente, en vivir en un ambiente sano, con un aire limpio. Es perentorio evaluar y redireccionar las justificaciones económicas y la comodidad individual, en aras de mejorar la calidad de vida de la población y la salud

pública de la comunidad. Necesitamos preguntarnos: ¿si tenemos permiso para salir con el vehículo, lo usamos para salir a contaminar? La respuesta responsable es un no. Esto debe repetirse de manera masiva y hay que promoverlo, ya que muchas personas quieren hacer y hacen el aporte que les corresponde: bajarse del vehículo particular y usar más el transporte público y los medios de movilidad no motorizados, como las bicicletas.

Conclusiones

- La contaminación del aire no es un problema de pequeñas molestias respiratorias, porque lo estamos pagando con vidas humanas.
- No es un asunto circunstancial, de momento; lo venimos sufriendo hace muchos años y aumenta cada vez más.
- Los contaminantes más nocivos para la salud, en nuestro ámbito, son las partículas de menos de diez micras, especialmente el PM_{2.5} y el Black Carbon.
- En materia de combustibles, es claro que no son la gasolina ni el gas, ni la energía eléctrica, es el diésel el que genera más del 90% del material particulado.
- Las fuentes móviles (vehículos) constituyen la mayor fuente del material particulado fino que contamina el ambiente y enferma a las personas. En Colombia, y especialmente en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, los vehículos aportan aproximadamente el 80% de esta cancerígena contaminación del aire.
- Continuando con el material particulado fino \leq a 2.5 micras, las fuentes móviles que se operan con combustible diésel son, a su vez, las más importantes emisoras, ya que se estima que generan aproximadamente el 70% del total que aportan las fuentes móviles.
- A su vez, se puede considerar que las fuentes móviles a diésel contribuyen con un 90% del total del carbono negro, mientras que las de gasolina contribuyen muy poco en este parámetro.
- La mayor prioridad debe ser el control de las emisiones de material particulado y de carbono negro de los vehículos diésel. Las principales emisiones se producen durante los períodos en los cuales los vehículos funcionan en condición de no marcha o de marcha variable e irregular.
- Es igualmente prioritario velar porque se generen condiciones de movilidad a marchas normales, es decir, con las menores variaciones e irregularidades posibles y con patrones de conducción basados en mejores prácticas. Así mismo, debe haber un mayor uso de los medios masivos de transporte.

Referencias bibliográficas

- ARROYAVE-MAYA, María del Pilar, POSADA-POSADA, Martha Isabel, NOWAK, David J. y HOEHN, Robert.** Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. En: Colombia Forestal, 2019, vol. 22, Num. 1, pp. 5-16. Disponible en <https://dx.doi.org/10.14483/2256201x.13695>
- CÁRDENAS, Santiago.** ¿Contamina más la gasolina de Medellín? METRO. INFORME CONTAMINACIÓN. En: El Colombiano, Medellín, 9 de marzo de 2017, p. 11.
- CHERIF, Reda, HASANOV, Fuad y HUSAIN, Aasim.** El fin de la era del petróleo: Es solo cuestión de tiempo. En: Diálogo a fondo. Blog del FMI. 2019. Disponible en <https://blog-dialogoaofondo.imf.org/?p=8291>
- EL COLOMBIANO.** Polución mata a escala global. En: El Colombiano, OPINIÓN. Editorial. Medellín, 22 de octubre de 2017, p. 31.

GÓMEZ MARÍN, Miryam. Otras acciones necesarias para el control del parque automotor. OPINIÓN. CONTRAPOSICIÓN. Editorial. En: El Colombiano, Medellín, 20 de abril de 2017, p. 23.

OPS/OMS Colombia. Nueve de cada 10 personas en todo el mundo respiran aire contaminado, pero más países están tomando acciones. 2019. Disponible en <https://bit.ly/2rQWqAg>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. 2006. Disponible en http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69478/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (2016). Impacto del medio ambiente en la salud. Disponible en: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/PHE-prevention-diseases-infographicES.pdf?ua=1

Cómo citar este artículo:

Rojas, D., Salazar, J., Montoya Escobar, D., & Muñoz Ciro, E. (2019). Problemática de la contaminación del aire en Colombia y estrategias de solución para mejorar la calidad del Aire en Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (Antioquia). Revista Ambiental Éolo, (18).

i) Ingeniera ambiental con énfasis en gestión empresarial sostenible y Estudios de Impacto Ambiental. Universidad de Medellín. Contacto: danirojasisaza@hotmail.com.

ii) Ingeniero ambiental con énfasis en gestión de residuos sólidos orgánicos y preservación de semillas de especies vegetales nativas alimentarias. Universidad de Medellín. Contacto: juliansalazarc@gmail.com.

iii) Estudiante de Ciencia de la Información, Documentación, Bibliotecología y Archivística, Universidad del Quindío -Uniquindío-. Estudiante de Derecho, Universidad Autónoma Latinoamericana -UNAULA-. Coordinador Editorial Revista Ambiental EÓLO. Integrante Grupo de Investigación Científica Servicios Eco Sistémicos y Cambio Climático -SECC-. Correo electrónico: danielmontoyae@gmail.com.

iv) Biólogo (U. de A.). Magister en Bosques y Conservación Ambiental (UN, Sede Medellín). Investigador Grupo de Investigación Científica Servicios Eco Sistémicos y Cambio Climático -SECC-. Cofundador de la Fundación Con Vida. Cofundador y Director de la Revista Ambiental EÓLO. Contacto: edimciro@gmail.com.