



Vigilada Mineducación

Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: análisis descriptivo y revisión de literatura.

Kevin Orlando Álvarez Niño

Escuela de Finanzas, Economía y Gobierno

Universidad EAFIT

Trabajo de grado

Asesor: Camilo Andrés Acosta Mejía

Medellín, Colombia

2022

Contenido

1. Planteamiento del problema.....	3
2. Metodología	6
3. Revisión de literatura	8
4. Resultados	14
5. Conclusiones	23
6. Bibliografía	26
7. Anexos.....	29
7.1. Guía de entrevista.....	29

Abstract

La contaminación atmosférica es un tema de relevancia para la sociedad en general ya que puede entenderse como la presencia de ciertas partículas suspendidas en el aire que representan consecuencias nocivas para la salud. El presente trabajo busca determinar cuáles son los efectos directos e indirectos de esta problemática sobre la salud, de forma particular, en los habitantes en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y qué potenciales acciones podrían mitigar esta situación. Para estudiar dicha relación, se presenta una revisión de literatura, acompañada de varios análisis descriptivos, tanto cualitativos como cuantitativos. Obteniendo como principales resultados, evidencia que permite establecer correlación entre los contaminantes de PM10, PM2,5 y O3 con los problemas de salud de la población, y que a su vez podrían desencadenar otra serie de efectos como la reducción del ingreso de las familias, el agotamiento del sistema de salud, el ausentismo laboral, entre otros.

1. Planteamiento del problema

La contaminación atmosférica se ha transformado en un problema que cada vez toma mayor protagonismo en los diferentes espacios de debate y formulación de políticas públicas en el mundo. En particular, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó en el año 2018 que alrededor del 90% de las personas en el mundo respira aire contaminado (Organización Mundial de la salud, 2018) ¹. Esta alta exposición a ambientes contaminados tiene un importante impacto sobre la salud humana. Por ejemplo, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) documenta que en el 2016 se reportaron en el mundo cerca de 7 millones de muertes prematuras atribuidas a la contaminación del aire y, de estas, un 88% ocurrieron en países de ingresos bajos y medios (Organización Panamericana de la Salud, s.f)².

La contaminación del aire no es un tema que sea ajeno al contexto colombiano, El Instituto Nacional de Salud (INS) atribuye alrededor de 17.500 muertes a los factores de riesgo ambiental y, de estas, unas 15.600 están asociadas a la mala calidad del aire

¹ Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>

² Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20del%20aire%20es,de%20ingresos%20bajos%20y%20medios.>

(Hernández, 2021)³. De igual forma, la contaminación del aire por diferentes agentes particulados es un tema presente en el contexto ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y los municipios que lo conforman. Arias, Orrego, Arboleda y Moreno. (2018) encuentran que, en Medellín, para el periodo comprendido entre 2012 y 2017, se presentan picos mensuales principalmente en marzo y octubre que sobrepasan los niveles admisibles de concentraciones de PM_{2,5} y PM₁₀ definidos por resolución 2254 del 01 de noviembre del 2017.

Estos niveles alarmantes de contaminación atmosférica pueden derivarse en un alto riesgo de que se presenten efectos negativos sobre la salud de la población del AMVA, Por ejemplo, Piñeros, Grisales y Nieto (2018) encuentran un incremento en las defunciones por enfermedades respiratorias agudas de hasta un 2,1% en todas las edades cuando las concentraciones de PM₁₀ aumentan en tan solo 10 µg /m³ en el AMVA. Teniendo en cuenta este panorama, es importante estudiar los efectos tanto directos como indirectos de las afectaciones de salud provocados por la contaminación atmosférica, ya que se hace un tema apremiante para el interés social general en el AMVA. Este trabajo busca determinar cuáles son los efectos directos e indirectos de la contaminación ambiental sobre la salud de los habitantes en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y qué acciones podrían mitigarla esta situación. Para estudiar esta relación, este trabajo presentará una revisión de literatura exhaustiva, acompañada de varios análisis descriptivos, tanto cualitativos como cuantitativos.

La relativa mayor afectación de las poblaciones vulnerables ante mayores niveles de contaminación ambiental también está presente en Colombia. Por ejemplo, para el caso de Bogotá, Hernández et al. (2012) hallan que los niños que presentan mayores niveles de exposición a material particulado presentaban mayores riesgos de morbilidad respiratoria. Adicionalmente. Hernández Cadena et al. (2007) encuentran que el incremento de agentes contaminantes del aire en al menos 20 partes por billón (ppb), está asociado a un 8,3% y un 12,7% de mayores consultas por afecciones respiratorias en los niños con edades menores a los 5 años. De igual forma los autores hallan que el incremento de las visitas a urgencias por

³ Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Minsalud-comprometido-con-la-calidad-del-aire-.aspx#:~:text=En%20Colombia%2C%20seg%C3%BAAn%20estudio%20del,pulmonar%20obstructiva%20cr%C3%B3nica%20\(EPOC\)](https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Minsalud-comprometido-con-la-calidad-del-aire-.aspx#:~:text=En%20Colombia%2C%20seg%C3%BAAn%20estudio%20del,pulmonar%20obstructiva%20cr%C3%B3nica%20(EPOC))

enfermedades respiratorias agudas puede explicarse por las disminuciones de temperatura y por incrementos de material particulado PM10 en la atmósfera.

Es importante aclarar que los efectos negativos de la contaminación atmosférica sobre la salud no se limitan solo a la población menor de edad, sino que también generan costos sobre la población económicamente activa. Reynaldo y Reynaldo (2018) hallan que los costos de enfermedad sobre los medicamentos, atención a los tratamientos y en materia de salarios se ven fuertemente afectados cuando la población que presenta enfermedades respiratorias agudas se expone a altos niveles de contaminación atmosférica como los que surgen de actividades como la minería.

Moyano (2019) encuentra para Colombia que las familias de niños que presentaron infecciones respiratorias agudas y que fueron hospitalizados tuvieron costos promedios de enfermedad de \$2.447 dólares. Dado que hubo más de 30,000 niños hospitalizados por estas causas, los autores sugieren que, a nivel agregado estos costos equivalen a más de 30 millones de USD. Los costos de estas enfermedades también representan un gasto importante para los gobiernos. En el caso de Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) reportó que los costos de salud asociados a la degradación ambiental correspondían a unos \$20,7 billones de pesos, alrededor del 2,6% del PIB para el año 2015⁴.

Las afectaciones de salud por la contaminación atmosférica también representan consecuencias negativas para el empleo. Nathell, Malmberg, Lundbäck & Nygren (2000) encuentran que las bajas por enfermedades respiratorias de larga duración pueden incrementar si se mantienen mayores niveles de exposición sobre irritantes y contaminantes respiratorios, e incluso que su incidencia puede ser 3 veces mayor sobre trabajadores cuyas ocupaciones posean mayores niveles de exposición.

La contaminación del aire por diferentes agentes particulados no es un tema ajeno al contexto ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y los municipios que lo conforman. Arias, Orrego, Arboleda y Moreno. (2018) encuentran que, en Medellín, para el periodo comprendido entre 2012 y 2017, se presentan picos mensuales principalmente en

⁴ Disponible en: [https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradaci%C3%B3n-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-\\$20,7-billones-.aspx](https://www.dnp.gov.co/Paginas/Los-costos-en-la-salud-asociados-a-la-degradaci%C3%B3n-ambiental-en-Colombia-ascienden-a-$20,7-billones-.aspx)

marzo y octubre que sobrepasan los niveles admisibles de concentraciones de PM_{2,5} y PM₁₀ definidos por resolución 2254 del 01 de noviembre del 2017.

Estos niveles alarmantes de contaminación atmosférica pueden derivarse en un alto riesgo de que se presenten efectos negativos sobre la salud de la población del AMVA, Por ejemplo, Piñeros, Grisales y Nieto (2018) encuentran un incremento en las defunciones por enfermedades respiratorias agudas de hasta un 2,1% en todas las edades cuando las concentraciones de PM₁₀ aumentan en tan solo 10 µg/m³ en el AMVA.

Es claro entonces que la contaminación del aire representa un grave problema de salud pública, que además acarrea consecuencias económicas negativas que se ven reflejadas en otras variables, como, por ejemplo, en los costos monetarios sobre el gasto de las familias, mercado laboral, entre otros. Por esta razón es importante conocer más a fondo sobre la relación entre estas dos variables y estudiar qué posibles alternativas de política u acciones podrían mitigar su impacto sobre la sociedad, y para el este caso en particular en el contexto del AMVA.

2. Metodología

Para el desarrollo del trabajo investigativo se plantea en un primer momento una revisión y análisis de literatura sistemática, en donde se abordarán los aspectos de interés en el siguiente orden:

1. Relación entre la contaminación atmosférica y problemas de salud a nivel mundial.
2. Relación entre la contaminación atmosférica y problemas de salud en Colombia.
3. Relación entre la contaminación atmosférica y problemas de salud para Medellín y el AMVA.
4. Afectaciones en la salud de infantes por contaminación atmosférica.
5. Efectos indirectos derivados de los problemas de salud por contaminación atmosférica.
6. Tecnologías, políticas públicas y otras tecnologías usadas para la mitigación de la contaminación atmosférica y sus efectos.

7. Políticas y estrategias aplicadas en el AMVA para mitigar la contaminación atmosférica.

De esta forma se pretende caracterizar la problemática desde un sentido general y a nivel mundial, para posteriormente enfocarse en los efectos directos e indirectos resultantes del problema, así como su incidencia en el territorio particular del AMVA e identificar alternativas de mitigación efectivas.

Como segunda etapa en el desarrollo metodológico del trabajo se pretende conocer con mayor profundidad y cercanía los diferentes efectos de la contaminación del aire sobre la salud de las personas en el territorio del AMVA, para ello, la revisión de literatura será complementada con evidencia cualitativa proveniente de entrevistas a médicos generales que atienden a población en distintos municipios del territorio y que potencialmente conocen de primera mano los efectos que la contaminación atmosférica tiene sobre la población. Estos médicos trabajan en clínicas privadas en el área de urgencias en Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) brindando consulta externa y consultas prioritarias. en el centro de Medellín, así como en el norte y sur del Área Metropolitana.

Para la realización de este trabajo de campo, se les preguntará a los especialistas respecto a:

- La cantidad aproximada de pacientes que atienden en el mes y qué proporción de estos se presentan con afecciones respiratorias.
- La incidencia en los casos de consultas por enfermedades respiratorias en los meses del año donde se presentan alertas por contaminación del aire.
- Caracterización de la población (rangos de edades, sexo, actividades en las que trabajan, fumadores, entre otras.) que atienden por afecciones respiratorias.
- El grado de repercusión que pueden tener este tipo de enfermedades sobre las incapacidades laborales (tiempo promedio de incapacidades laborales).
- El grado de repercusión que pueden tener este tipo de enfermedades sobre el ausentismo escolar (tiempo promedio de incapacidades).
- La recurrencia de crisis respiratorias en la población con afecciones de este tipo, los tipos de tratamientos que deben tener, los costos en los que incurren por medicamentos y

atención, el acceso a personal y tratamiento especializado, la frecuencia con la que son internados en hospitalización, entre otros factores.

La guía de entrevista la cual se encuentra en el Anexo 7.1. Es importante resaltar que, la guía de entrevista presenta las preguntas y los aspectos temáticos más relevantes para establecer un conversatorio en torno al tema de interés. No obstante, la dinámica y variabilidad de cada encuentro determinará la calidad y cantidad de información que se puede recopilar de los especialistas. También vale resaltar que por motivos de confidencialidad no se hará referencia a la información personal de los entrevistados, ni tampoco se abordará de manera directa información sobre alguna institución.

Posteriormente se realizará un análisis cuantitativo descriptivo en el que se plantea, en primera instancia, caracterizar los niveles de contaminación atmosférica en los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, haciendo uso de las concentraciones de diferentes contaminantes como el PM10, PM2,5, y Ozono. Estos datos serán extraídos del Observatorio Metropolitano de Información del Sistema de Vigilancia en Salud Ambiental con énfasis en calidad del aire (SIVISA). Esta fuente de datos tiene algunas limitaciones en cuanto a la cantidad de años de información disponibles y por otro lado la disparidad de información entre los diferentes municipios del AMVA, ya que no todos cuentan con la misma cantidad de años y contaminantes registrados.

Por último, para analizar la correlación entre la contaminación atmosférica y las afectaciones de salud sobre la población del área de interés, se realizará una regresión lineal simple usando datos panel del número de casos de defunciones promedio mensuales por enfermedades de tipo circulatorio y respiratorias para el periodo comprendido entre enero 2008 y diciembre de 2017 en los municipios del Área Metropolitana y la evolución de la contaminación atmosférica y otras variables de interés.

3. Revisión de literatura

Es importante primero entender la conceptualización y comprensión teórica de los distintos componentes que caracterizan el tema de interés. Para esto, se debe partir del término “contaminación atmosférica”, el cual define el IDEAM como “la presencia que existe en el aire de pequeñas partículas o productos secundarios gaseosos que pueden implicar riesgo, daño o molestia para las personas, plantas y animales que se encuentran

expuestas a dicho ambiente.” (IDEAM, s.f) ⁵. Es decir, la contaminación atmosférica corresponde a los elementos potencialmente nocivos para la salud que se encuentran en el aire, entre estos, los que cobrarán mayor relevancia para el trabajo serán el material particulado PM10 y PM2,5.

De igual forma es importante comprender que el material particulado hace referencia a todas aquellas partículas sólidas y líquidas que son emitidas de forma directa al aire por diferentes fuentes de emisiones y actividades (Fang, et al., 2003). Para el caso de Colombia, y según la resolución 2254 del 01 de noviembre del 2017, los niveles máximos permisibles diarios de estos materiales son 100 µg /m³ para el PM10 y 50 µg /m³ para el PM2,5. El principal origen de las emisiones de estos materiales provienen de las “fuentes móviles”, como el parque automotor, y “fuentes fijas”, como las fábricas con procesos industriales de combustión.

A lo largo de los años el interés por estudiar efectos adversos de la contaminación atmosféricas en la salud ha aumentado. Por ejemplo, Wanner (1993) indica que diferentes clases de contaminantes del aire (dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, ozono, etc.) tienen efectos negativos sobre la salud humana, y para el caso de materiales particulados suspendidos en el aire (PM10 y PM2,5) encuentra correlaciones positivas con la aparición de trastornos crónicos respiratorios en la población. De igual forma Maitre, Bonnetterre, Huillard, Sbatier & de Gaudemaris (2006) hallan, por medio de una documentación exhaustiva de trabajos epidemiológicos, que existe la posibilidad de que la contaminación atmosférica represente un riesgo para las personas con enfermedades cardiovasculares.

Tal y como expone Aldunate y Halvorsen (2006) en la ciudad de La Paz en Bolivia, se evidencia que un aumento significativo en el número de visitas médicas por enfermedades respiratorias estaría explicado por los incrementos en las concentraciones de PM10 en la ciudad, aun cuando estas concentraciones no sobrepasan los niveles máximos establecidos. Igualmente, Hernández et al. (2000) hallan que en la ciudad de Juárez un incremento de 20

⁵ Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/contaminacion-atmosferica#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica%20es%20la,encuentran%20expuestas%20a%20dicho%20ambiente.>

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante 24 horas tendría un efecto representativo en el incremento de las consultas en urgencias de casi un 3%.

Aunque se podrían pensar en un principio que los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud no deberían tener un efecto heterogéneo por las características socioeconómicas de las personas, la evidencia empírica sugiere lo contrario. Por ejemplo, Laurent, Bard, Filleul & Segala (2007) hallan que la magnitud del efecto de la contaminación atmosférica sobre la salud las personas, depende de sus características socioeconómicas, encontrando que existen mayores efectos sobre los más desfavorecidos. Sin embargo, de acuerdo con los autores, su evidencia es débil y esta relación debe seguir siendo objeto de estudio.

Los efectos adversos sobre la salud se presentan de manera más aguda sobre las poblaciones en edades más vulnerables, como los niños. Por ejemplo, Hernández et al. (2012) estudian, para las localidades de Puente Aranda, Kennedy y Fontibón de la ciudad de Bogotá, los efectos de la contaminación del aire sobre la morbilidad infantil para menores de 5 años, hallando que un aumento de PM10 en estas localidades incide sobre la aparición de síntomas como tos, ojos rojos, expectoración, entre otros; adicionalmente, estos aumentos conllevan a mayor ausentismo escolar por enfermedades respiratorias. Lo anterior plantea un problema aún mayor, ya que los efectos en la salud pueden acarrear un impacto sobre otros ámbitos, tales como la acumulación de capital humano, sin contar que un aumento sostenido de este ausentismo podría traer deserción estudiantil.

Entre otros efectos, Moyano (2019) encuentra que en Colombia más de 30.000 niños son hospitalizados cada año por enfermedades como las infecciones respiratorias agudas (las cuales son sensibles a los niveles de contaminación atmosférica) y que los costos para el año 2018 desde la perspectiva de la sociedad fueron de unos USD 30.778.479. Adicionalmente, el autor encuentra que si la tasa de hospitalización por estas causas alcanzara un 100%, estos costos podrían representar el 2,6% del presupuesto nacional de salud. Estos montos se asumen en un 10% por el ingreso de las familias, entendiendo que podría llegar a generar graves problemas sobre el consumo, y que, si se tratase de familias con ingresos de un Salario mínimo legal vigente (SMLV), la atención de los niños podría representar hasta el 35% de los ingresos mensuales.

Un estudio realizado por Reynaldo y Reynaldo (2018) encuentra que las enfermedades respiratorias se ven agudizadas por la contaminación ambiental sobre todo en personas que sufren de EPOC; además el costo de dichas enfermedades se ve reflejado a la hora de pagar tarifas en medicamento y tratamiento. Tal y como expone en su investigación Nathell, Malmberg, Lundbäck, & Nygren (2000), las enfermedades respiratorias en Suecia representan el 4,4% del total de bajas laborales, y la incidencia de estas puede reflejar hasta más de 90 días de incapacidad laboral, situación la cual es recurrente en personas que trabajan en el sector industrial. De acá es importante destacar que Suecia es uno de los países líderes en el uso de fuentes renovables y ocupa la posición 57 de 184 países en lo que respecta a emisiones de gases como CO₂⁶. Por lo tanto, se podría pensar que, de tener mayores niveles de contaminación atmosférica, los índices de ausentismo laboral también podrían aumentar y reflejar una baja de los niveles productivos, así como en la mano de obra.

Para el caso particular de Colombia, Martínez y Saldarriaga (2008) exponen que las enfermedades respiratorias, seguidas de las osteomusculares y los traumatismos son las principales causas de las incapacidades laborales en un 30,8%, 18% y 8,8% respectivamente. Esto plantea que la agudización de las enfermedades respiratorias debido al aumento de la contaminación atmosférica podría llegar a generar un mayor número de incapacidades laborales en el país y conducir a un panorama del mercado laboral alarmante de no mitigar efectivamente la contaminación.

En cuanto a Medellín, Herrera, Echeverri, Maya y Ordoñez (2011) encuentran una alta participación de las partículas finas (PM₁₀ y PM_{2,5}) en diferentes zonas de la ciudad, siendo en algunas de hasta el 67% del total de las partículas respirables, planteando así un alto riesgo para la salud de las poblaciones más vulnerables como niños y ancianos. De acá que los niños menores a 6 años residentes de zonas con altas concentraciones de PM_{2,5} tienen mayor riesgo de sufrir infecciones respiratorias y crisis asmáticas en un 49,3% relativo a niños de estas edades que viven en zonas con bajas concentraciones.

Por otro lado, Piñeros, Grisales y Nieto (2018) hallan para el AMVA que un incremento de 10 µg /m³ aumenta hasta en un 33,8% el riesgo de enfermedades respiratorias

⁶ Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/suecia#:~:text=Las%20emisiones%20de%20CO2%20en%202020%20han%20sido%20de%2042%2C297,de%20menos%20a%20m%C3%A1s%20contaminantes.>

en menores de 5 años y representa un incremento mínimo de este riesgo en un 0,4% en mujeres con 65 o más años. En materia de defunciones, por cada incremento de aproximadamente 10 µg /m³ de PM₁₀, ozono y PM_{2,5} el riesgo de defunciones aumenta en 0,5%, 0,3% y 0,2% diarios, respectivamente. De esto se infiere que las afectaciones de salud derivadas de la contaminación atmosférica son un problema presente en el contexto del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA).

Desde la teoría económica, Coase (1960) plantea en su trabajo “El problema del costo social” que bajo ciertas condiciones de negociación las partes involucradas pueden reparar las externalidades del mercado, principalmente a través de mecanismos como el pago del valor del daño social, logrando de esta forma la internalización de las externalidades generadas por el mercado. Esta la internalización son las medidas tanto públicas como privadas que logran que los costos sociales entren en la estructura de precio de los bienes y servicios (Ding et al, 2014). Esta asimilación de costos se ha transformado en una herramienta usada cada vez más en la política ambiental para contrarrestar los efectos que la contaminación genera sobre el ecosistema y la población.

Sin embargo, existen otro tipo de alternativas para la reducción de los efectos de la contaminación atmosférica que van más allá del pago por el daño social generado en los mercados. Por ejemplo, Navarro (2019) analiza la efectividad de ciertos mecanismos de control de contaminación atmosférica abordados por el Programa para Mejorar la Calidad del Aire (Proaire) en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), encontrando que solo algunas medidas han logrado mejoras en los niveles de contaminación, como el mejoramiento de calidad de los combustibles, la instalación de convertidores catalíticos y los programas de verificación vehicular. Por lo tanto, sugiere que para efectos significativos se deben implementar otro tipo de iniciativas probadas en los programas urbanos de gestión de la calidad del aire (PUGGA) de ciudades líderes en el control de la contaminación, como lo son la construcción de nuevas líneas de transporte público, renovación de la flota vehicular por opciones más ecológicas, establecimiento de zonas de cero emisiones, restricciones y tarifas para la congestión vehicular.

De manera particular, en municipios como Medellín se han implementado algunas medidas para el control de la contaminación atmosférica. Por ejemplo, Álzate (2008) estudia

la posibilidad de convertir la restricción vehicular Pico y Placa de Medellín en un instrumento de control ambiental para la disminución de los niveles de contaminación atmosférica provenientes de las fuentes móviles. Aunque el autor encuentra a priori que el programa potencialmente podría funcionar como una medida de control, la disponibilidad de información en la ciudad no permite establecer con exactitud si una modificación o extensión de este podría traer mayores beneficios.

En el AMVA, se han desarrollado múltiples programas y políticas de seguimiento y control de la contaminación atmosférica en su mayoría coordinados por la administración del Área Metropolitana. Entre estos programas destaca el “Plan de descontaminación del aire en la región metropolitana del Valle de Aburrá” elaborado por la Universidad Pontificia Bolivariana en convenio con el AMVA. Toro et al (2010) recopilan los principales lineamientos de este programa, en los que destacan sus prácticas orientadas a (i) las medidas de control de emisiones en el sector transporte-combustibles (estándares de combustibles, inspección vehicular, sistemas de transporte públicos eficientes); (ii) medidas de control de emisiones en la industria (mejoras en la medición de fuentes industriales; (iii) incentivos a la incorporación d combustibles limpios y tecnologías de control de emisiones, entre otras); y (iv) medidas orientadas a fortalecer las capacidades locales para la gestión del plan (fortalecimiento del equipo encargado de la gestión del plan, identificación e organismo públicos aliados, cooperación internacional, mecanismos de financiamiento para la implementación del plan)

Es importante comprender que el diseño e implementación de un programa o política que mejore las condiciones ambientales no solo genera impactos positivos sobre el medio ambiente, sino que también genera beneficios económicos. Por ejemplo, Álvarez, Figueroa y Valdés (1999) estiman que, si en Santiago de Chile se implementara un programa que redujera el 50% de la contaminación atmosférica la disposición a pagar de los individuos para la implementación de dicho programa sería de entre 10 y 17 dólares por año, logrando captar beneficios totales anuales que rondan los 280 y 470 millones de dólares.

4. Resultados

4.1. Resultados del análisis cualitativo

Con el objetivo de recopilar información primaria que complemente la comprensión del entorno y problemática de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de las personas en el AMVA, se realizaron 10 entrevistas a especialistas de la salud que atienden a pacientes de los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Como características generales de los especialistas entrevistados resalta que 2 de estos trabajan en clínicas privadas en el área de urgencias, 5 de estos trabajan como médicos de familia en consulta externa en Instituciones Prestadoras de Salud (IPS), y 3 trabajan en consulta prioritaria. También destaca que una de las personas entrevistadas es la encargada de dirigir un programa para el control y tratamiento de enfermedades respiratorias.

En promedio los médicos entrevistados que trabajan en consultas atienden mensualmente entre 550 y 700 pacientes. De la anterior cifra se encuentra que la proporción que consulta por motivos de afecciones respiratorias es de al menos un 30% y puede incluso llegar hasta el 80% del total de consultas. De esta población destacan los motivos de consulta por infecciones respiratorias en las vías áreas superiores e inferiores, las crisis asmáticas, las infecciones respiratorias agudas como la rinofaringitis, faringoamigdalitis, sinusitis, alergias respiratorias y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). En cuanto a los entrevistados que trabajan en el área de urgencias, se encuentra que dejando de un lado los pacientes con COVID-19, a la fecha se atienden alrededor de 75 personas al mes con patologías respiratorias diferentes a COVID-19 como lo son comúnmente el EPOC y el asma.

Se comenta que debido a la situación climática y ambiental del Área Metropolitana, los entrevistados se mantienen informados sobre los picos de contaminación del aire, y esto lleva de manera general a afirmar que están de acuerdo en que la contaminación atmosférica tiene incidencia sobre la cantidad de consultas por enfermedades respiratorias, e incluso se comenta que desde que comenzó el proceso de reactivación económica hace unos meses se ha recibido un mayor número de pacientes con afectaciones de EPOC y asma.

Desde la perspectiva médica, la contaminación del aire incide de manera importante sobre la salud de las personas, ya que genera irritación en las mucosas nasales lo cual causa susceptibilidad a infecciones, crisis de asma o EPOC, e incluso también puede tener un

impacto sobre otro tipo de enfermedades, tales como las alergias cutáneas y oculares, algunos tipos de cáncer, enfermedades gastrointestinales y problemas cardiovasculares. Igualmente, las constantes recaídas y exacerbaciones especialmente en personas con afecciones respiratorias de base, puede resultar en periodos prolongados de hospitalización, neumonía, oxígeno dependencia y desarrollar enfermedades permanentes.

De manera agregada, se coincide en que los rangos de edades más afectados por las afecciones respiratorias son los niños menores a 5 años y los adultos mayores a 65 años; sin embargo, esto no quiere decir que se excluya a la población de otros rangos de edades. También se resalta que es importante distinguir que la población joven presenta en mayor medida enfermedades como las infecciones respiratorias agudas y asma, y que la población adulta mayor tiende a presentar enfermedades como el EPOC y otro tipo de infecciones que pueden descompensarlos. Se menciona que este tipo de afecciones son más comunes en los pacientes hombres, sin dejar de lado que las mujeres que consultan por estos motivos también representan un porcentaje considerable. Otras características que presentan esta población son los antecedentes relacionados a fumar o vivir con familiares fumadores, y a trabajar en sectores industriales y de fabricación, construcción, transporte de carga, manejo de biomásas como la minería y vendedores ambulantes. Como última característica a mencionar, algunos de los entrevistados mencionan que muchos de los pacientes que sufren crisis o afecciones respiratorias provienen de estratos medio/bajo, puesto que no siempre hay seguimiento y control de este tipo de enfermedades por parte de esta población.

Recetar incapacidades en los niños no es muy frecuente, a menos que se solicite como requisito en las instituciones educativas. Sin embargo, la población que se encuentra ocupada (en rangos de edades que rondan los 20 y 50 años) requieren incapacidades médicas con mayor frecuencia, sobre todo por causas derivadas de afecciones respiratorias. Este tipo de incapacidades tienen una duración de 2 a 5 días en promedio siempre y cuando se hable de infecciones respiratorias, en caso de que estas no mejoren, los días de incapacidad pueden aumentar. Por otro lado, los periodos de ausentismo pueden ser considerablemente más prolongados si se trata de una persona con enfermedad de base (especialmente el asma y el EPOC) ya que una descompensación o exacerbación del paciente puede conllevar a requerir hospitalización intramural o en casa, cuyos tiempos pueden ser superiores a los 15 días.

También se comenta que las crisis respiratorias que desencadenan incapacidades pueden ser frecuentes ya sea por los periodos estacionarios de lluvia y nubosidad, el no tratamiento y seguimiento de las enfermedades, y principalmente durante los picos de contaminación ya que los pacientes se vuelven más susceptibles a infecciones y exacerbaciones.

Durante las fases agudas de las afecciones respiratorias se recetan tratamientos para crisis de corto plazo, por ejemplo, las infecciones respiratorias se tratan usualmente con antibióticos y corticoides en periodos de 7 a 10 días. Sin embargo, durante las fases crónicas como el asma y el EPOC los tratamientos suelen ser prolongados e incluso involucrar el uso constante de oxígeno, inhaladores y esteroides. Los entrevistados comentan que los costos de los tratamientos y especialistas depende en gran medida de lo agresivo que sea la afección por tratar, y de la disponibilidad de los medicamentos en cuestión. Por ejemplo, el uso de inhaladores como el Salbutamol y otro tipo de compuestos puede incurrir en precios entre los 40 y 60 mil pesos quincenales dependiendo de la intensidad de uso, aunque otros medicamentos como el Salmeterol su uso mensual podría representar costos desde los 200 mil hasta los 600 mil pesos colombianos.

Las personas con este tipo de afecciones deben tener en cuenta, además, la disposición de tiempo y transporte para realizar debido control a las enfermedades, el pago de equipos especializados para el suministro de oxígeno y medicamento, la poca oferta y largos tiempos de espera de los especialistas como neumólogos y alergólogos. El mal cuidado y recaída en crisis por factores ambientales en este tipo de enfermedades puede llegar a representar hospitalización, que en cuyo caso puede incrementar considerablemente los costos económicos.

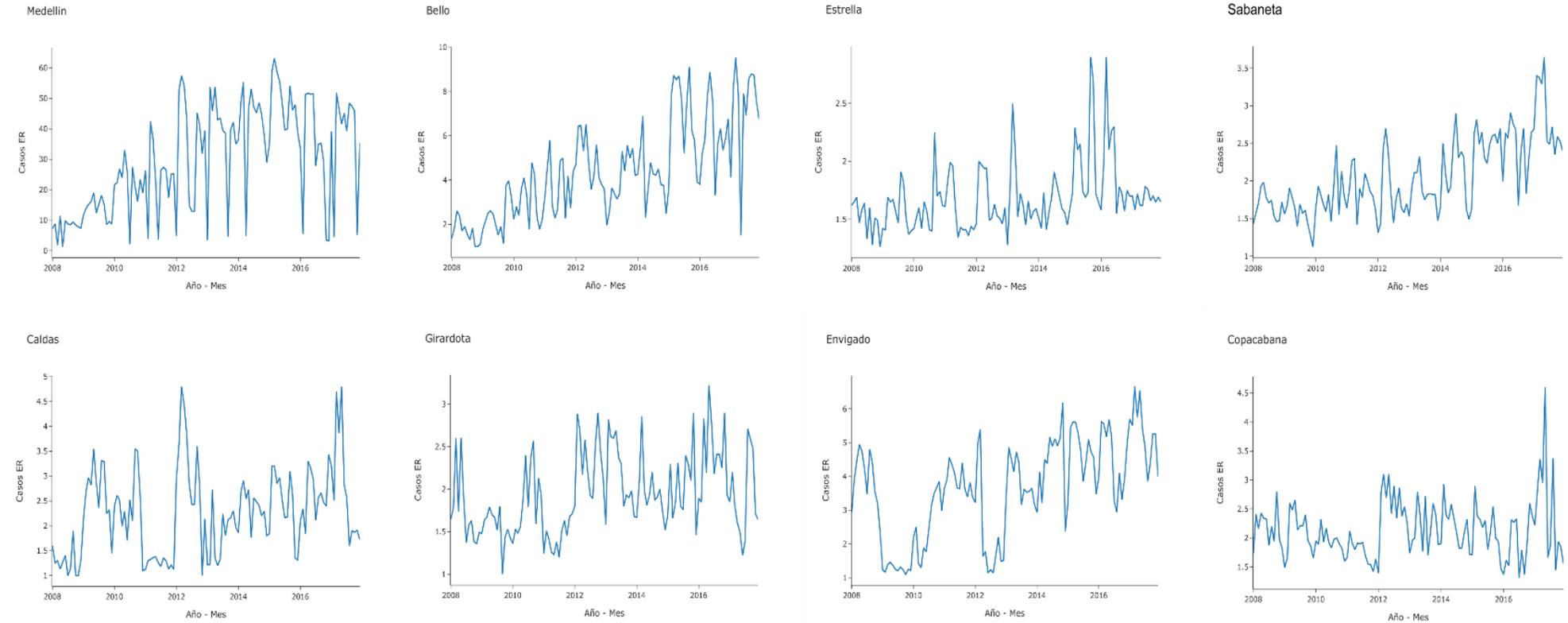
Por último, se considero importante destacar el impacto que esta situación puede representar sobre el sistema de salud en general. Por ejemplo, algunos de estos especialistas comentan que el aumento de los tiempos y personas por incapacidades puede llegar a incurrir en que las EPS deban responder económicamente por pagos de días de incapacidad. De igual forma la cobertura a ciertos medicamentos y especialistas representan altos costos para las instituciones de salud e incluso el mismo desgaste del personal especializado en la atención a pacientes por este tipo de motivos de consulta.

4.2.Resultados del análisis descriptivo

Con el objetivo de presentar evidencia cuantitativa sobre la problemática que representa la contaminación atmosférica sobre la salud de las personas en el AMVA, se realizó un análisis descriptivo en donde se identificó correlaciones en el comportamiento de las enfermedades respiratorias y los niveles de contaminación de diferentes agentes contaminantes en el territorio. Para este análisis se tuvo en cuenta como indicador de efectos directos sobre la salud el número de casos de defunciones promedio mensuales por enfermedades de tipo circulatorio y respiratorias para los municipios de Medellín, Bello, Caldas, Copacabana, Envigado, la Estrella, Girardota y Sabaneta.⁷Estos datos fueron extraídos del Observatorio Metropolitano de Información para el Sistema de Vigilancia de Salud Ambiental con énfasis en calidad del aire (SIVISA). De esta base, se cuenta con información para cada municipio desde enero del 2008 hasta diciembre del 2017. La ficha técnica de la base de datos aclara que la fuente de estos datos proviene de los registros individuales de prestación de servicios de salud (RIPs) suministrados por la Secretaría Seccional de Salud y Protección Social de Antioquia. La Ilustración 1 presenta el comportamiento mensual de los casos de defunciones por enfermedades de tipo circulatorio y respiratorios en los 8 municipios estudiados para el AMVA.

⁷ El municipio de Itagüí no es tenido en cuenta dado que no cuenta con información sobre enfermedades respiratorias en el SIVISA.

Ilustración 1. Comportamiento mensual de los casos de enfermedades respiratorias para 8 municipios del AMVA



Fuente: Elaboración propia con datos del SIVISA

Para los municipios presentados se observa de manera general, aunque en algunos más pronunciada, una tendencia positiva en cuanto al número de casos reportados. Esto indicaría que existe una problemática en materia de salud frente a las enfermedades respiratorias, la cual se ha estado agravando con el pasar de los años. También se observa que para durante el primer semestre del año en promedio los meses en los que más se reportaron casos, corresponden a los meses de abril y mayo, y para el segundo semestre del año esto ocurre en promedio para los meses de septiembre y octubre. El promedio de casos mensuales reportados para Medellín es de 29.74 casos, para Bello es del 4.4 casos, para Caldas es de 2.27 casos, para Copacabana es de 2.14 casos, para Envigado es de 3.66 casos, para la Estrella es de 1.68 casos, para Girardota es de 1.95 casos y para Sabaneta es de 2,05 casos.

Para el análisis de los contaminantes, se tuvo en cuenta el comportamiento mensual de PM10, PM2,5 y Ozono (O3), extraídos igualmente del Observatorio Metropolitano de Información del SIVISA, siendo estos datos heterogéneos en lo que respecta a la disponibilidad de información para todos los municipios y periodos de estudios. Para tener claridad, la Tabla 1 muestra la disponibilidad de datos mensuales por cada contaminante en cada uno de los municipios estudiados.

Tabla 1. Distribución de datos por municipios para cada contaminante

Municipio	Contaminante PM2,5	Contaminante PM10	Contaminante Ozono
Medellín	04/2008 – 12/2016	03/2008 – 12/2016	01/2009 – 12/2016
Bello	04/2016 – 12/2016	04/2008 – 12/2016	12/2012 – 09/2016
Caldas	10/2012 – 12/2016	04/2008 – 12/2016	10/2012 – 07/2016
Copacabana	X	04/2008 – 12/2016	04/2008 – 12/2016
Envigado	01/2012 – 10/2013	03/2009 – 10/2013	04/2009 – 10/2013
Estrella	02/2014 – 12/2016	04/2008 – 12/2016	02/2014 – 01/2015
Girardota	09/2015 – 12/2016	04/2008 – 12/2016	09/2015 – 12/2016
Sabaneta	X	04/2008 – 12/2016	10/2012 – 06/2016

Fuente: Elaboración propia con datos del SIVISA

De formar general las variables de comportamiento mensual de los contaminantes PM2,5, PM10 y O3 cuentan con las siguientes estadísticas descriptivas:

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de contaminantes

Contaminante	Observaciones	Media	Mínimo	Máximo
PM2,5	229	1005,8	74	2493
PM10	728	1642,2	245	4284
Ozono (O3)	306	1721,6	205	3384

Fuente: Cálculos propios con datos del SIVISA

En primera instancia, para comprender mejor la potencial correlación entre las enfermedades respiratorias y la contaminación atmosférica, se estimaron diferentes modelos de regresiones lineales, en las que se analizó el efecto de cada uno de los contaminantes atmosféricos (PM2,5; PM10 Y O3) en el comportamiento de los casos de defunciones por enfermedades respiratorias. En particular, se estimó:

$$ER_{my} = \beta_1 Contaminante_{my} + \lambda_m + \varepsilon_{my}$$

En la anterior ecuación, ER_{my} corresponde al número de casos de defunciones por enfermedades de tipo circulatorio y respiratorio para cada municipio a través de cada año, $Contaminante_{my}$ es nivel de contaminación mensual bien sea para PM2,5, PM10 u Ozono (O3) para cada municipio a lo largo del periodo de estudio, λ_m corresponde a los efectos fijos de municipio, y ε_{my} corresponde al término de error. Adicionalmente, se contrastaron estos resultados con regresiones en donde se controla por efectos fijos de municipio, esto con el fin de controlar por diferencias que puedan presentar un municipio de otro que no varían en el tiempo. La Tabla 3 presenta los resultados de dichas estimaciones.

Tabla 3. Estimaciones de MCO por contaminante

Variable dependiente	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Defunciones por enfermedades respiratorias	PM25	PM10	O3	PM25	PM10	O3
Nivel de contaminante	0.012*** (0.004)	0.007*** (0.001)	0.010*** (0.001)	0.009*** (0.003)	-0.001 (0.001)	0.004*** (0.001)
Constante	4.024 (3.600)	-5.402*** (1.420)	-4.744** (1.939)	0.604 (2.032)	5.426*** (0.938)	-1.583 (2.539)
Observaciones	229	728	306	229	728	306
R cuadrado	0.048	0.092	0.142	0.767	0.819	0.785
Efectos fijos por municipio	NO	NO	NO	YES	YES	YES

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Cálculos propios con datos del SIVISA

Como se puede observar en las regresiones que no tienen en cuenta los efectos fijos de municipio, los 3 contaminantes presentan una relación positiva y estadísticamente significativa entre ambas variables que permite identificar a priori que un aumento de los niveles mensuales de estos puede estar correlacionado con incrementos en el número de casos reportados de defunciones por enfermedades respiratorias. Una vez se añaden los efectos fijos de municipio, este comportamiento se mantiene, aunque en menor medida, para los contaminantes de PM2,5 y O3. Estos estimadores indican que, en municipios cuyos niveles mensuales de cada contaminante aumentan en promedio 1000 y 1700 unidades, respectivamente para PM2,5 y O3, podrían relacionarse con un incremento de hasta 9 y 6,8 defunciones por causas relacionadas a afecciones respiratorias.

Es importante plantearse la posibilidad de que no necesariamente los niveles de contaminación atmosférica actúan de forma inmediata sobre la salud de las personas, sino que estar sometido durante un periodo a altas tasas de contaminación podría traer repercusiones en la salud durante el periodo o periodos siguientes. También es importante pensar en que la relación de los contaminantes con las afectaciones respiratorias debería comportarse de forma no lineal, es decir, que mayores niveles de presencia de contaminantes

en el aire representen una mayor afectación a la salud, relativo a menores niveles de contaminación.

Estas dos hipótesis se analizan estimando el modelo con efectos fijos de municipio, pero incluyendo en la primera especificación la variable actual y el rezago de los contaminantes, y en la segunda especificación cinco categorías distintas de contaminación, definidas a partir de intervalos de los deciles de la distribución de contaminantes. Estos resultados son presentados en la Tabla 4.

Tabla 4. Estimaciones MCO para rezagos e intervalos de contaminantes

Variable dependiente	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Defunciones por enfermedades respiratorias	PM25	PM10	O3	PM25	PM10	O3
Nivel de contaminante	0.006** (0.003)	-0.001 (0.001)	0.003* (0.002)			
Rezago	0.007*** (0.003)	-0.000 (0.001)	0.002 (0.002)			
Contaminación mensual entre P20-P40				-0.921 (0.965)	0.167 (0.107)	1.637 (1.542)
Contaminación mensual entre P40-P60				-0.248 (1.631)	0.004 (0.152)	2.722 (1.750)
Contaminación mensual entre P60-P80				2.138 (2.352)	0.140 (0.337)	2.275 (1.863)
Contaminación mensual superior al P80				9.833*** (2.561)	-1.836* (1.112)	6.325*** (2.261)
Observaciones	219	718	291	229	728	306
R cuadrado	0.778	0.824	0.790	0.778	0.821	0.787
EF Municipio	YES	YES	YES	YES	YES	YES

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Cálculos propios con datos del SIVISA

En primera instancia, se puede evidenciar que para los contaminantes de PM2,5 y O3 se presenta un comportamiento positivo de los casos reportados y que estos son significativos estadísticamente tanto para los niveles de contaminación corrientes, pero solo significativos en su rezago para PM2,5. Este resultado podría indicar que existe una correlación

significativa entre los niveles de contaminación de este material y los casos reportados de defunciones del mes siguiente. Representando esto que en municipios cuyos niveles mensuales de PM_{2,5} aumentan en promedio 1000 unidades podrían relacionarse con un incremento de hasta 7 defunciones por casusas relacionadas a afecciones respiratorias.

También se percibe un comportamiento no lineal de los contaminantes PM_{2,5} y O₃, en donde a medida que aumentan los niveles de contaminación mensuales promedio los casos de defunciones reportados no tienden a crecer, con excepción de aquellos meses cuyos niveles de contaminación son superiores al percentil 80 presentan en promedio el mayor número de casos reportados, siendo esta variable significativa estadísticamente. De acá que, los municipios que presentan meses cuyos niveles de PM_{2,5} y O₃ superiores al 80% de los meses estén correlacionados con un aumento en 9,8 y 6,3 defunciones por enfermedades de tipo circulatorias y respiratorias.

5. Conclusiones

Desde la literatura se evidencia la incidencia que puede tener la contaminación atmosférica sobre la salud de las personas, repercutiendo en una mayor probabilidad de sufrir crisis respiratorias, visitar con mayor frecuencia al médico o las salas de urgencia y representar un aumento en las defunciones por causas respiratorias, también se establece que afecta principalmente a los infantes y personas de la tercera edad. Desde este panorama se puede plantear que la contaminación atmosférica desde sus efectos directos representa un problema social que debe ser de interés tanto para los generadores de política como del sistema social en sí.

Ahora bien, en cuanto a sus efectos indirectos, la literatura plantea que la incidencia de algunos contaminantes atmosféricos en la salud de la población puede conllevar a que las personas deban sumir mayores costos derivados de la adquisición de medicamentos, tratamiento con especialistas, cobertura de hospitalización e incluso periodos de ausentismo tanto escolar como laboral que podrían ser de mediano o largo plazo de acuerdo con la gravedad de la afección. Este planteamiento se ve respaldado por la evidencia cualitativa recopilada de los especialistas de salud entrevistados, donde bajo el contexto del Área Metropolitana del Valle de Aburrá se percibe en primera instancia la relación que tiene las alertas de calidad del aire del territorio con las consultas y exacerbaciones de salud por

enfermedades respiratorias; así como la forma en que esta situación afecta el costo médico que deben asumir las personas, el costos de oportunidad en el desarrollo normal de sus actividades y el impacto que puede tener sobre el sistema de salud (EPS e IPS) en materia económica y de desgaste del personal médico.

Para el caso del AMVA, la evidencia cuantitativa analizada en el presente documento encuentra que existe una correlación positiva entre las enfermedades de tipo circulatorio y respiratorias con los contaminantes atmosféricos, principalmente el PM_{2,5} y el Ozono (O₃), y adicionalmente se encuentra que los niveles de contaminación de un periodo pueden correlacionarse con los casos del periodo siguiente. De igual forma, el análisis descriptivo permite identificar que existe un comportamiento no lineal entre los casos de defunciones por enfermedades de tipo circulatorio y respiratorios y los niveles de contaminación atmosféricos, sin embargo, los meses que presentan niveles de contaminación superiores al 80% de los meses estudiados, figuran como aquellos que tienen mayor número de defunciones reportados.

La literatura expone algunas alternativas que podrían verse como potenciales mitigadoras del impacto de la contaminación atmosférica en la salud de las personas, como primera de ellas se encuentra desde la teoría económica que en búsqueda del óptimo social los agentes emisores de este tipo de contaminantes como pueden ser fuentes móviles o fijas podrían asumir el costo social bajo el pago de cuotas o impuestos y de esta forma lograr internalizar hasta cierto punto las externalidades surgidas de la contaminación. También existen otras políticas o iniciativas organizacionales extraídas de territorios líderes en bajas emisiones de contaminación atmosférica, como los programas de verificación vehicular, establecimiento de restricciones y tarifas a la circulación vehicular, oferta de nuevas líneas de transporte público (cobertura), zonas de cero emisiones tanto de fuentes fijas como móviles, instalación de convertidores catalíticos, y oferta de parque automotor más ecológicos.

Es cierto que algunas de estas políticas e iniciativas previamente mencionadas se han abordado por algunos programas de control de calidad del aire que tiene la administración del AMVA, pero de nuevo se recalca la importancia de la disponibilidad y cobertura de datos para la evaluación real del impacto o conveniencia de implementación de estas alternativas

al contexto territorial, ya que la falta de registro de algunos contaminantes en los medidores atmosféricos de los municipios del Área Metropolitana obstaculiza el determinar con precisión en qué aspectos se podrían aunar esfuerzos para un verdadero impacto positivo en la mitigación de la problemática ambiental y social que representa la calidad del aire. Es por esto, que también se recalca la importancia de mantener un monitoreo, análisis e investigación constante sobre el contexto y problemática para el territorio.

6. Bibliografía

Aldunate, P., Paz, O., & Halvorsen, K. (2006). Los efectos de la contaminación atmosférica por PM10 sobre la salud ciudad de La Paz-Bolivia (3650 msnm). *Acta Nova*, 3(2), 422-442.

Álvarez E, R., Figueroa B, E., & de F, S. V. (1999). Beneficios económicos de una reducción de la contaminación atmosférica en Santiago de Chile. *Investigación económica*, 143-169.

Alzate, G. P. (2008). El programa de restricción vehicular en Medellín como instrumento de control a las emisiones atmosféricas. *Ensayos de Economía*, 18(33), 180-206.

Arias G. Maria; Orrego Suaza. S; Arboleda M. Julio; Moreno C. Horacio. (2018). *Cuantificación física y económica del impacto de la contaminación atmosférica en la salud de la población de la ciudad de Medellín*.

Calidad del aire. (s. f.). OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud. Recuperado 26 de febrero de 2022, de <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20del%20aire%20es,de%20ingresos%20bajos%20y%20medios>.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA - IDEAM. (s. f.). Contaminación y calidad ambiental - IDEAM. Recuperado 26 de febrero de 2022, de <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/contaminacion-atmosferica#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20atmosf%C3%A9rica%20es%20la,encuentran%20expuestas%20a%20dicho%20ambiente>.

Ding, H., He, M., & Deng, C. (2014). Lifecycle approach to assessing environmental friendly product project with internalizing environmental externality. *Journal of Cleaner Production*, 66, 128-138.

Fang, G.C., Chang, C.N., Chu, C.C., Wu, Y.S., Fu, P., Yang, I.L., y Chen, M.H. (2003). Characterization of particulate, metallic elements of TSP, PM2.5 and PM2.5-10 aerosols at a farm sampling site in Taiwan Taichung. *The Science of the Total Environment*, 308, 157-166.

Hernández, L. J., Aristizábal, G., Salgado, Y., Cantor, L., Medina, K., & Reyes, J. (2012). Asociación entre la contaminación del aire y la morbilidad por enfermedad respiratoria aguda en menores de cinco años en tres localidades de Bogotá. *Pediatría*, 45(2), 124-138.

Hernández-Cadena, L., Barraza-Villarreal, A., Ramírez-Aguilar, M., Moreno-Macías, H., Miller, P., Carbajal-Arroyo, L. A., & Romieu, I. (2007). Morbilidad infantil

por causas respiratorias y su relación con la contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *salud pública de México*, 49(1), 27-36.

Hernández-Cadena, L., Téllez-Rojo, M. M., Sanín-Aguirre, L. H., Lacasaña-Navarro, M., Campos, A., & Romieu, I. (2000). Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. *salud pública de México*, 42, 288-297.

Herrera Torres, A. M., Echeverri Londoño, C. A., Maya Vasco, G. J., & Ordóñez Molina, J. E. (2011). Patologías respiratorias en niños preescolares y su relación con la concentración de contaminantes en el aire en la ciudad de Medellín (Colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 10(19), 21-31.

Herrera Torres, A. M., Echeverri Londoño, C. A., Maya Vasco, G. J., & Ordóñez Molina, J. E. (2011). Patologías respiratorias en niños preescolares y su relación con la concentración de contaminantes en el aire en la ciudad de Medellín (Colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 10(19), 21-31.

Laurent, O., Bard, D., Filleul, L., & Segala, C. (2007). Effect of socioeconomic status on the relationship between atmospheric pollution and mortality. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 61(8), 665-675.

Maitre, A., Bonnetterre, V., Huillard, L., Sabatier, P., & de Gaudemaris, R. (2006). Impact of urban atmospheric pollution on coronary disease. *European Heart Journal*, 27(19), 2275-2284.

Martínez-López, E., & Saldarriaga-Franco, J. (2008). Inactividad física y ausentismo en el ámbito laboral. *Revista de salud pública*, 10(2), 227-238.

Ministerio de Salud y Protección Social (2021, 23 agosto). Recuperado 26 de febrero de 2022, de [https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Minsalud-comprometido-con-la-calidad-del-aire-.aspx#:~:text=En%20Colombia%2C%20seg%C3%BAAn%20estudio%20del,pulmonar%20obstructiva%20cr%C3%B3nica%20\(EPOC\).](https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Minsalud-comprometido-con-la-calidad-del-aire-.aspx#:~:text=En%20Colombia%2C%20seg%C3%BAAn%20estudio%20del,pulmonar%20obstructiva%20cr%C3%B3nica%20(EPOC).)

Moyano Ariza, L. F. Estimación de costo-enfermedad por neumonía y bronquiolitis en niños menores de 5 años en Colombia. (2019).

Nathell, L., Malmberg, P., Lundbäck, B., & Nygren, Å. (2000). Impact of occupation on respiratory disease. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 382-389.

Navarro Arredondo, A. (2019). Control de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Estudios demográficos y urbanos*, 34(3), 631-663.

Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado, Sin embargo, cada vez hay más países que toman medidas. (2018, 2 mayo). Organización Mundial de la Salud. Recuperado 26 de febrero de 2022, de <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>.

Piñeros-Jiménez, J. G., Grisales-Romero, H., & Nieto-López, E. (2018). *Contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud de los habitantes del Valle de Aburrá*, 2008b-2015. Medellín (Colombia): Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 114.

Ramírez Casas, G. E., Toro Gómez, M. V., Fernández Gómez, M., & Molina Vásquez, E. (2010). *Plan de descontaminación del aire en la región metropolitana del Valle de Aburrá*. Producción+ Limpia. Enero-Junio de 2010 Vol. 5, No. 1.

Reynaldo Argüelles, L. A., & Reynaldo Argüelles, C. L. (2018). Costo de enfermedades respiratorias agudizadas por contaminación ambiental. *Retos de la Dirección*, 12(1), 82-95.

Coase, R. (1960). *El problema del costo social. La Firma el Mercado y la Ley*.

Wanner, H. U. (1993). Effects of atmospheric pollution on human health. *Experientia*, 49(9), 754-758.

7. Anexos

7.1. Guía de entrevista

Guía de entrevista - Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: análisis descriptivo y revisión de literatura.

Nombre de entrevistador	Kevin Orlando Álvarez Niño
Fecha de la entrevista	
Ocupación del entrevistado	

Cordial saludo,

Me llamo Kevin Álvarez Niño, soy estudiante de último semestre de economía en la Universidad EAFIT y me encuentro realizando mi trabajo de grado el cual tiene por título “Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: análisis descriptivo y revisión de literatura.”. En este planteo analizar los posibles efectos directos e indirectos que tiene la contaminación atmosférica sobre la salud de la población en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA).

Como parte fundamental para el desarrollo del trabajo, realizaré un análisis cualitativo por medio de entrevistas a especialistas de la salud para complementar el estudio de los efectos que la contaminación atmosférica. Este documento corresponde a la guía de entrevista, en la cual se plantean los ejes temáticos y preguntas a grandes rasgos que abordaremos durante el espacio, no siendo esta una estructura rígida.

La entrevista será grabada como soporte, es importante aclarar que la información personal será confidencial y que la información recopilada solo será utilizada para fines académicos del trabajo de grado.

Estructura temática para abordar durante la entrevista

1. Cantidad aproximada de pacientes que presentan afecciones respiratorias.

Preguntas de referencia:

- ¿A cuántas personas atiende usualmente en un mes en consultas médicas?
- ¿Cuál es la proporción aproximada de personas que llegan con motivos de consulta por afecciones respiratorias?
- ¿Cuáles son las enfermedades respiratorias más usuales durante las consultas?

2. Incidencia de las alertas por contaminación del aire en los casos de consultas por enfermedades respiratorias.

Preguntas de referencia:

- Durante los periodos donde se presentan mayores niveles de contaminación del aire (alertas en la calidad del aire) ¿tienden a aumentar las consultas por

afecciones respiratorias? O ¿Se percibe agravantes sobre la salud de los pacientes con enfermedades respiratorias?

- ¿Considera que la calidad del aire tiene incidencias sobre la salud de las personas?
- ¿Qué otro tipo de enfermedades o condiciones pueden verse afectadas por los niveles de contaminación atmosférica?
- ¿Qué tipo de consecuencias graves sobre la salud de las personas puede tener la calidad del aire?

3. Caracterización de la población que se atiende por afecciones respiratorias.

Preguntas de referencia:

- ¿Qué características demográficas (en término de edad, sexo, ocupación, etc.) tiene la población promedio que atiende por enfermedades respiratorias?
- ¿Qué otras características destacarían usted de las personas que asisten a consultas por motivos de enfermedades respiratorias o afecciones derivadas de la calidad del aire?

4. Repercusión de las afecciones respiratorias sobre el ausentismo laboral y escolar:

Preguntas de referencia:

- ¿Qué tan frecuente son las incapacidades en los pacientes con enfermedades respiratorias?
- ¿Cuál es el tiempo promedio de incapacidad por enfermedades respiratorias?
- ¿Qué característica suele tener la población con enfermedades respiratorias a la que se le prescribe con mayor frecuencia incapacidades?

5. Identificación de costos por enfermedades respiratorias

Preguntas de referencia:

- ¿Qué tan frecuente son las crisis respiratorias en pacientes con enfermedades respiratorias? ¿La recurrencia de estas crisis respiratorias se presenta en mayor medida durante alertas de contaminación del aire?
- ¿Qué tipo de tratamientos deben tener los pacientes con enfermedades respiratorias? ¿Son estos tratamientos permanentes o transitorios?
- ¿Cuáles son los principales costos económicos en los que las personas con enfermedades respiratorias deben incurrir?
- ¿Considera costoso o de difícil acceso los tratamientos para enfermedades respiratorias?
- ¿Qué tan frecuente es la hospitalización en pacientes con este tipo de enfermedades? ¿Se podría incrementar durante los periodos de altos niveles de contaminación atmosférica?
- ¿Con qué otro tipo de costos o efectos indirectos se podría ver afectado una persona con enfermedades respiratorias?