

Trabajo Fin de Grado

Revisión teórica sobre los efectos de la
contaminación del aire en la salud de la población
en general: Alteraciones conductuales y
fisiológicas.

*Theoretical review about the effects of air pollution on
the health of the general population: Behavioral and
physiological alterations.*

Autor/es

Claudia Ariño Torres

Director/es

Caridad López-Granero

Grado en Psicología

2022/2023



Resumen

La presente revisión teórica aborda la relación existente entre la contaminación del aire y la salud fisiológica, cognitiva, conductual y emocional en la población en general. Se revisa la posible asociación entre las partículas contaminantes y el riesgo de suicidio o ideación suicida. La exposición a determinadas partículas afecta especialmente a infanto-juveniles debido a su inmadurez fisiológica. Algunas de las afecciones más comunes son la resistencia a la insulina, los trastornos cognitivos, el trastorno de déficit de atención e hiperactividad o el trastorno del espectro autista. La exposición a largo plazo a las partículas finas está asociada al desarrollo de depresión y ansiedad. Algunos estudios defienden que la contaminación está vinculada al riesgo de suicidio debido a la influencia que tiene en determinados factores neurológicos, oxidativos y hormonales. En esta revisión se destaca la necesidad de políticas de control de contaminantes y medidas individuales que logren preservar la salud a largo plazo.

Palabras clave: *contaminación, calidad del aire, afecciones fisiológicas, cognición, emoción, idea suicida.*

Abstract

This review addresses the relationship between air pollution and physiological, cognitive, behavioural, and emotional health in the general population. The possible association between pollutant particles and the risk of suicide or suicidal ideation is being reviewed. Exposure to specific particles disproportionately affects children and adolescents due to their physiological immaturity. Common afflictions include insulin resistance, cognitive disorders, attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), and autism spectrum disorder. Long-term exposure to fine particles is associated with the development of depression and anxiety. Some studies suggest a link between pollution and suicide risk,

influenced by specific neurological, oxidative, and hormonal factors. The review underscores the need for pollution control policies and individual measures to preserve long-term health.

Keywords: *pollution, air quality, physiological conditions, cognition, emotion, suicidal ideation.*

1. INTRODUCCIÓN:

1.1. La contaminación del aire:

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la contaminación del aire como:

“... (tanto en el exterior como en el interior) es la presencia en él de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran las características naturales de la atmósfera.”

Los datos que aporta la OMS afirman que el 99% de la población mundial respira un aire cuyos niveles de contaminantes sobrepasan los límites establecidos (OMS, 2023). Entre los principales contaminantes para la salud encontramos los que incluyen material particulado (PM), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃) y dióxido de azufre (SO₂) (OMS, 2023). Se estima que el 60% de las enfermedades infecciosas de las vías respiratorias tienen relación con la exposición a estos contaminantes (Palacios y Moreno, 2022). Algunos de los emisores más comunes son los dispositivos de combustión como vehículos, chimeneas y calefacciones, los procesos llevados a cabo en las industrias, equipos agrícolas, el sector de la construcción y la ventilación artificial o escasa en los espacios interiores (Mata, 2010).

1.2. Tipos de contaminantes:

Para clasificar los tipos de contaminantes atmosféricos de una forma más específica Manisalidis, Stavropoulou, Stavropoulos y Bezirtzoglou (2020) proponen las siguientes diferenciaciones. Existe la agrupación según el tipo de fuente, según el receptor de la contaminación y según el tipo de origen del contaminante.

La clasificación según el *tipo de fuente* propone cuatro subgrupos:

- Las *fuentes principales* refiriéndose a la contaminación proveniente de centrales eléctricas, refinerías y productos petroquímicos, explotaciones químicas y de fertilizantes, plantas metalúrgicas, incineración municipal, entre otros tipos de industria (Manisalidis et al., 2020).
- Las *fuentes de área interior* que son las relacionadas con la limpieza doméstica, gasolineras, tintorerías y comercios dedicados a la impresión (Manisalidis et al., 2020).
- Las *fuentes móviles* incluyen todos los vehículos a motor que funcionan por tierra, aire o mar (aviones, trenes, automóviles, barcos...) (Manisalidis et al., 2020).
- Las *fuentes naturales* hacen referencia los posibles desastres físicos que pueden emitir sustancias contaminantes, por ejemplo, los incendios forestales, la erosión volcánica, las tormentas de polvo, etc. (Stover, 1979).

La clasificación según el receptor de la contaminación propone tres agrupaciones:

- La *contaminación del aire* o el aire contaminado puede denominarse de tal forma cuando existe presencia de muchas sustancias contaminantes en este medio durante un largo periodo de tiempo. El tipo de contaminantes que encontramos en la atmosfera con partículas dispersas como hidrocarburos, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de

nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO₂), etc. Es la relevante para este estudio ya que contiene los contaminantes que afectan de forma más grave a los seres humanos. Además, la contaminación del aire puede influir en la del suelo y el agua ya que se contaminan las precipitaciones que luego caerán sobre estos (Kjellstrom et al., 2006).

- La *contaminación del agua* se debe a carga orgánica e inorgánica. Además, esta contaminación varía según la estación del año, siendo los coliformes fecales (Hammad et al., 2022), bacterias asociadas a la materia fecal de organismos de sangre caliente, los indicadores más sensibles de esta fluctuación (Maipa et al., 2001).
- La *contaminación del suelo* sucede cuando se liberan productos químicos o desechos como hidrocarburos, pesticidas y metales pesados, por ejemplo, el aluminio que es muy nocivo para la vida silvestre (Bonavigo et al., 2009).

La última propuesta de clasificación expuesta en el estudio de Manisalidis y sus compañeros (2020) es según el tipo de origen de la contaminación:

- La *contaminación radiactiva y nuclear* ocurre cuando se liberan contaminantes en los tres receptores mencionados anteriormente (suelo, agua y aire) mediante explosiones o accidentes nucleares, armas de este tipo o por el movimiento o eliminación de aguas residuales radiactivas (Pruss-Ustun et al., 2006).
- La *contaminación acústica* producida por máquinas, el ruido del tráfico o infraestructuras musicales que deterioran la audición. Además, el ruido debe considerarse como un factor independiente de riesgo para la salud pública, ya que los efectos que pueden causar para determinadas enfermedades son autónomos de otro tipo de contaminantes (Stansfeld et al., 2015).

- La *contaminación ambiental* es aquella que sucede cuando se dan cambios en los componentes físicos, químicos o biológicos del medio ambiente, como por ejemplo el tipo de clima de una zona (Manisalidis et al., 2020).

Los contaminantes primarios pueden producirse mediante las fuentes mencionadas en estas tres clasificaciones, sin embargo, cuando se combinan entre ellas obtenemos los contaminantes secundarios. Además, estos pueden ser biodegradables o no y de origen natural o antropogénico (Manisalidis et al., 2020). Difieren en sus propiedades físicas y químicas, por lo tanto, los efectos tóxicos que produce cada uno no son iguales. Algunos se eliminan más fácilmente y otros pueden llegar a producir paradas cardiorrespiratorias provocando muertes prematuras como los compuestos en aerosoles (Incecik et al., 2014).

1.3. Contaminantes con mayor peligro para la salud pública:

Los contaminantes que tienen una mayor evidencia de peligro para la salud pública y que afectan gravemente al sistema respiratorio, mencionados anteriormente por haber sido señalados como relevantes por la OMS, son los siguientes (Ortega-García et al., 2020):

El *material particulado* o partículas (PM) son aquellas de carácter inhalable compuestas por sulfato, nitrato, amoníaco, cloruro de sodio, carbono negro, polvo mineral o agua. Estas partículas son de diferentes tamaños y las más comunes en lo que a relevancia para la salud se refiere son las que tienen un diámetro aerodinámico entre PM_{2.5} y PM₁₀ debido a que se inhalan muy fácilmente y penetran en los pulmones (Díaz Suárez & Páez Pérez, 2006). Pueden provenir desde el polvo arrastrado por el viento de la erosión hasta de una reacción química entre gases. Difieren en función de la fuente y localización en la que te encuentres y si el entorno es dentro de una actividad doméstica

o al aire libre (Gillies et al., 1999). Estas partículas penetran en el pulmón y entran hasta el corriente sanguíneo provocando impactos cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorios, causando graves problemas para la salud. Estas partículas son el indicador más utilizado a la hora de evaluar los posibles efectos que tiene la exposición a la contaminación del aire en la salud (Ortega-García et al., 2020).

El *monóxido de carbono* (CO) se produce por la combustión incompleta de material orgánico como la madera, la gasolina, el carbón, el gas natural y el queroseno, cuando hay poco oxígeno (Téllez et al., 2006). Según la publicación de la Gerencia Operativa de Epidemiología de Buenos Aires en 2017, el monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que se inhala sobre todo en espacios cerrados ya que las combustiones se dan generalmente en hornos, lámparas de mecha y chimeneas entre otros, en mal estado, aunque también en los vehículos de motor cuando tienen escapes. Este contaminante se propaga a través de los tejidos pulmonares y en el corriente sanguíneo, como las partículas, dificultando que las células puedan unirse al oxígeno, produciendo que se dañen los tejidos y células (Sibón Olano et al., 2007). La exposición puede causar cefalea, opresión torácica, mareos, convulsiones, entre otras, y si se da a altos niveles, la intoxicación aguda puede ser mortal tanto en la infancia como en la edad adulta (Bolaños Morera & Chacón Araya, 2017).

El *dióxido de nitrógeno* (NO₂) es un gas que se diluye en el agua y es un gran oxidante y se produce en combustiones a alta temperatura de carburantes que se utilizan para disponer de calefacción, en la industria y el transporte y en la generación de energía a nivel ambiental, aunque también a nivel doméstico en hornos y estufas de gas, entre otros (Pancho et al., 2023). La exposición puede provocar tos persistente, sibilancias e infecciones respiratorias además de agravar enfermedades como el asma. Por otro lado, es un precursor principal del ozono (Gutiérrez Oyarce et al., 2019).

El *ozono* (O₃), es un componente del smog que es la niebla que aparece encima de las ciudades con alta contaminación y se crea mediante reacciones fotoquímicas que contienen compuestos orgánicos volátiles, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno que se emiten a través de los vehículos y las industrias (Hurtado, 2021). Debido a la reacción que ocurre con el sol, durante el periodo de verano y en las zonas de clima soleado se observan los niveles más altos de ozono. La exposición excesiva podría suponer problemas respiratorios que deriven en asma, enfermedades pulmonares o la reducción de la función de estos (Ortega-García et al., 2020).

El *dióxido de azufre* (SO₂) se trata de un gas que se diluye en el agua. Surge tras la quema de combustibles derivados del petróleo en las industrias (Ortega-García, et al., 2020). La exposición se asocia con obstrucción e hipersecreción bronquial a corto plazo y bronquitis crónica a largo plazo (Oyarzún, 2010).

La OMS se encarga de publicar periódicamente guías sobre la calidad de aire y medidas que pueden tomarse para que no empeore, estas indicaciones se toman de referencia a nivel mundial. Se establecen medidas políticas que contribuyen a la reducción de la emisión de las fuentes de contaminación atmosférica, así como los gases de efecto invernadero que estas puedan producir, tratando de mitigar o retrasar el ya casi inminente cambio climático (OMS, 2023).

2. Riesgos a nivel fisiológico (sistemas respiratorio, molecular o biológico) que produce la contaminación:

En 2017 la contaminación del aire fue responsable de aproximadamente 5 millones de muertes a nivel mundial, es un tema muy relevante para la salud pública ya que se trata de un gran factor de riesgo para la morbilidad y la mortalidad. Cuando se

habla de riesgos a nivel fisiológico, se debe tener en cuenta afecciones a varios niveles (Santos et al., 2021).

La contaminación perjudica gravemente el sistema respiratorio. El daño varía en función de la concentración inhalada de gases y partículas contaminantes, las defensas del sistema respiratorio de cada individuo y el nivel de solubilidad de los contaminantes gaseosos. En definitiva, los efectos difieren en función de donde reside cada individuo (Montero López et al., 2020).

Respecto a los efectos agudos de la exposición, se ha observado una relación entre el aumento de los niveles de sustancias contaminantes y el número de visitas a emergencias, hospitalizaciones y muertes, sobre todo en personas con enfermedades respiratorias crónicas previas, ancianos/as y niños/as (Santos et al., 2021).

En cuanto a los efectos de la exposición permanente se ha asociado un aumento de la mortalidad producido por enfermedades respiratorias, una mayor incidencia de asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica y un crecimiento de la mortalidad por cáncer de pulmón (Santos et al., 2021). Además, también se ha relacionado esta exposición con la aparición o agravación de la neumonía y de la rinitis en este sistema (Peters et al., 2019).

Toda la población está afectada por la contaminación, pero algunos factores suponen un mayor riesgo que otros. Encontrarse en la etapa infantojuvenil es uno de los factores, ya que la inmadurez fisiológica del sistema respiratorio e inmunológico y la tasa metabólica son mayores que en la edad adulta (Schwartz, 2004). Además, se tiene una frecuencia respiratoria más alta durante esta etapa y se requiere mayor cantidad de aire por kg de peso (Ortega-García, et al., 2020).

Otras patologías asociadas a la contaminación son: la resistencia a la insulina, diabetes tipo 1 y 2, cambios en el metabolismo óseo, aumento de la presión sanguínea, disfunción endotelial, aumento de la coagulación de la sangre, muertes o incidencias relacionadas con enfermedades cardiovasculares, envejecimiento precoz de la piel, partos prematuros, reducción o retraso en el crecimiento del feto, esperma de baja calidad, etc. (Peters et al., 2019).

A nivel cerebral se ha asociado la contaminación con isquemias cerebrales, impacto en el desarrollo neurológico y en la salud mental, y trastornos neurodegenerativos. La exposición prenatal puede provocar cambios a nivel fisiológico en el cerebro que derivarán en cambios conductuales (Press, 2019).

3. Riesgos a nivel cognitivo y conductual de la exposición a la contaminación:

El estudio de Mora y colaboradores del 2020 identifica cuáles son las propiedades de los agentes neurotóxicos de esta contaminación, las características y su afectación en la población para analizar datos cuantitativos. El citado estudio es realizado desde el contexto de la psicología ambiental en relación con aspectos comportamentales y biológicos, mediante una investigación exploratoria en Bogotá para identificar nuevas variables o conceptos para aportar mayor valor a estudios anteriores que no eran del todo concluyentes (Mora, 2020).

Se revisan diferentes estudios sobre la relación entre la contaminación del aire y el rendimiento cognitivo en el estudio de Mora donde se concluye que las mujeres y los/as niños/as tienen una mayor prevalencia a padecer estas degeneraciones y declives cognitivos, además de los daños a nivel fisiológico que también sufren. Según UNICEF, quien publicó el estudio en 2016, los contaminantes pueden cruzar la barrera hematoencefálica y dañar de forma permanente el desarrollo en el cerebro de los niños.

Además, se menciona también que el O₃ puede aumentar la respuesta inflamatoria del sistema lesionando el tejido cerebral y liberando así elementos al torrente sanguíneo que pueden llegar hasta el Sistema Nervioso Central (SNC). La afectación que produce el ozono en el SNC es la alteración del sueño, lo que perjudica la homeostasis corporal y puede alterar la salud mental apareciendo trastornos de atención, bajo desempeño cognitivo, problemas de memoria y concentración, etc. (UNICEF, 2020)

Por lo tanto, si la contaminación tiene un efecto directo sobre el SNC, los procesos cognitivos regulados por el cerebro tales como la atención, la concentración, la percepción, el reconocimiento, la orientación, la memoria, las funciones ejecutivas del lenguaje y el cálculo se verán afectados (Gómez & Hernández, 2019).

La exposición a contaminación atmosférica también está relacionada a trastornos conductuales, como por ejemplo, el mayor riesgo de parecer trastorno de déficit de atención e hiperactividad si durante la etapa prenatal ha estado expuesto al manganeso, los organofosforados y los ftalatos (Hidalgo-López et al., 2019). También ocurre con el Trastorno del Espectro Autista que tiene su etología en daños del sistema nervioso durante el desarrollo (Mora, 2020).

3.1. Modelos pre-clínicos sobre contaminación y la alteración de la cognición y las respuestas afectivas:

Mediante un estudio llevado a cabo por Fonken, Xu, Weil, Chen, Sun y Rajagopalan (2011) con ratones macho se trató de averiguar si es posible que la exposición a material particulado PM_{2.5} micrómetros durante un tiempo prolongado afectara a la cognición y a las respuestas afectivas. Estos ratones estuvieron expuestos durante 10 meses y presentaron respuestas depresivas y diferencias respecto al grupo control expuesto a aire filtrado en cuanto al aprendizaje espacial y la memoria. Estos

resultados sugieren que en ciudades donde los agentes contaminantes están perpetuamente presentes, los ciudadanos tendrán una cognición y unas respuestas afectivas alteradas. Esto se debe a que se identifican secciones en el hipocampo alteradas: CA1 y CA3. Si la morfología de CA1 no es la habitual debido a la inflamación de esta región por la exposición prolongada a agentes contaminantes, se asocia con depresión, aprendizaje y memoria. Además, esta neuroinflamación puede ser un factor que contribuya a la aparición de trastornos neurodegenerativos (Fonken et al. 2011).

3.2. Revisión acerca de la exposición a Material Particulado a largo y a corto plazo:

En la revisión sistemática de Braithwaite, Zhang, Kirkbride, Osborn y Hayes (2019) se examinaron estudios que estaban centrados en adultos/as, excluyendo a niños/as. Estos autores encontraron que aquellos estudios que tenían que ver con una exposición a largo plazo de PM2.5 se asociaban con una mayor probabilidad de padecer depresión (Pun et al, 2017). Por otro lado, en los de exposición a corto/medio plazo, aunque se revisaron menor cantidad de estudios, aparecía mayor probabilidad de padecer ansiedad (Power et al, 2015). Por último, en la exposición a corto plazo casi todos los estudios reflejaban la posibilidad de que apareciese riesgo de suicidio y depresión aunque esta última en menor medida (Braithwaite et al., 2019).

4. Suicidio y posible relación con la exposición a contaminantes:

Según un artículo de la OMS publicado en 2021, se suicidan alrededor de 703.000 personas cada año y muchas otras intentan hacerlo. Es la cuarta causa de defunción entre los jóvenes de 15 a 29 años. Estos datos no reflejan un número real ya que no todos los estados poseen unos datos adecuados del registro civil con el que poder estimar las tasas de suicidio. A pesar de esto, no es el único problema que se encuentra la OMS para cifrar

los suicidios, ya que debido a la estigmatización de cometer este acto, existe una pobre notificación de estos casos o una clasificación errónea, por lo que resulta complicado obtener datos reales o muy aproximados.

El suicidio se comete en países de altos, medios y bajos ingresos, siendo en estos dos últimos más común según cifras recogidas por la OMS en 2019.

La etiología del suicidio es muy compleja, pero los trastornos mentales, el consumo de estupefacientes, las situaciones domésticas desfavorables, entre otros, son algunos de los factores de riesgo que pueden servir como predictores (Alvarez Caballero et al., 2017). Es el resultado de una compleja interacción de variables, incluyendo los rasgos psicológicos, biológicos y contextuales y varios estudios reflejan que la contaminación del aire también supone un factor significativo en esta voluntad (Gladka et al., 2018).

Se ha observado un incremento en el número de suicidios durante los periodos de contaminación que tenían una concentración de material particulado en la atmosfera mayor (Zhao et al., 2018). En algunos estudios se ha reflejado que el momento en el que mayor impacto tienen las partículas PM10 se da de cero a dos días antes del suicidio o del intento y las de PM2.5 un día antes (Kim et al., 2015).

En cuanto al dióxido de azufre también hay estudios que respaldan esta asociación junto al ozono, que se considera uno de los principales contribuyentes a los factores de riesgo del suicidio según muchos autores (Ng et al., 2016). Esta última asociación se debe a que biológicamente afecta a la distribución de serotonina, que juega un papel muy importante en la impulsividad, agresividad y depresión. Además, el pico de suicidios que se da en el periodo de verano coincide con el momento de mayor concentración de ozono en la atmosfera, aunque en contra de este argumento, muchos autores defienden que este

pico se debe a que las altas temperaturas llevan a un comportamiento más violento, que puede terminar en un suicidio o en la idea de este (Biermann et al., 2009).

En cuanto al dióxido de nitrógeno, algunos estudios han encontrado evidencia de que la presencia de este contaminante se asocia con un mayor riesgo de suicidio entre personas que superan los 30 años de edad (Ng et al., 2016).

La calidad del aire afecta al SNC debido a la inflamación neurológica, el estrés oxidativo o los vasos sanguíneos atravesando la barrera hematoencefálica, transportando los contaminantes y otras sustancias tóxicas que se absorben y pueden causar cambios patológicos que pueden conducir al suicidio o la ideación suicida en función del tipo de partícula y el grado y temporalidad de la exposición (Gladka et al., 2018).

6. Discusión:

Para llevar a cabo esta revisión teórica, se han examinado diferentes publicaciones como trabajos de investigación y otras revisiones teóricas y sistemáticas, publicados en revistas científicas. La búsqueda se realizó en las bases de datos electrónicas *PubMed*, *Google Scholar*, *World of Science* y *Scopus*.

Se concluye tras esta revisión que existe poca literatura acerca de la relación entre la calidad del aire y las afecciones a nivel emocional, sobre todo acerca de la ideación suicida.

Sin embargo, la literatura sí muestra una relación entre la contaminación atmosférica y los daños a nivel fisiológico, como por ejemplo el estudio de Peters y sus colaboradores de 2019, o el de Santos y sus colaboradores en 2021, mencionados en esta revisión. Es en esos estudios en los que finalmente se comenta algo relacionado con la salud mental.

Existen estudios como el realizado por Mora en 2020 que incluyen información sobre los cambios cognitivos y conductuales que puede producir la contaminación, de los que también se habla con mayor frecuencia. Quizá esto se deba a que, a pesar de que no se ha indagado lo suficiente a nivel empírico, existen otros factores que están más estrechamente relacionados con este tipo de problemas que pueden llevar a una persona a querer terminar con su vida, así como el consumo de alcohol, la depresión, la ansiedad o los problemas intrafamiliares e interpersonales entre otros (Lerech et al., 2009).

Un factor agravante de la contaminación parece ser la condición medioambiental de la zona urbana, es decir la superpoblación, la urbanización y la industrialización masiva (Bono et al., 2016). Además, cabe la posibilidad de que ocurran accidentes industriales que emitan sustancias tóxicas que se propaguen por las zonas circundantes. Esto afecta a los ciudadanos que viven cerca de zonas urbanas más grandes y con mayor volumen de carreteras. Los países más perjudicados son los de ingresos bajos y medios, por lo tanto, vivir en un país pobre y cerca o dentro de un gran núcleo urbano sería la situación más perjudicial para la salud (González, 2023).

Los bajos ingresos suponen un factor de riesgo debido a que la mayoría de las partículas contaminantes del aire interior son emitidas al exterior por electrodomésticos más antiguos o económicos como hornos de gas, hornos a base de carbón o gasoil, etc. (Gaviria et al., 2012).

Además, en muchos países, ser mujer también supone un factor de riesgo para sufrir las afecciones que provoca la contaminación interior. Esto se debe a que culturalmente, durante muchos años, las mujeres han sido las encargadas de ocuparse de

los hogares, por lo que el tiempo de exposición a algunas de las fuentes de área de la contaminación interior es mayor (Hashim & Boffetta, 2014).

La OMS asegura que la calidad el aire está muy ligada al clima de cada ecosistema, aunque, uno de los factores más importantes es producto de la interacción humana y su entorno, por lo que todo esto influye en el medio ambiente. Este medio ambiente se compone de la unión entre lo biótico, que incluye los organismos vivos y los microorganismos, y, lo abiótico, es decir, la hidrosfera, litosfera y atmósfera y la contaminación hace que todo esto cambie, incluyendo el clima. Por lo tanto, es necesario crear políticas que reduzcan la contaminación del aire.

Bibliografía

- Alvarez Caballero, M., Camilo Colas, V. M., Barceló Román, M., Sánchez Maso, Y., & Fajardo Vals, Y. (2017). Principales factores de riesgo relacionados con el intento suicida en un grupo de adolescentes. *Medisan*, 21(2), 154-160.
- Biermann, F., Pattberg, P., Van Asselt, H., & Zelli, F. (2009). The fragmentation of global governance architectures: A framework for analysis. *Global environmental politics*, 9(4), 14-40.
- Bonavigo, L., Zucchetti, M., & Mankolli, H. (2009). Water radioactive pollution and related environmental aspects. *Journal of International Environmental Application & Science*, 4(3), 357-363.
- Bono, R., Romanazzi, V., Bellisario, V., Tassinari, R., Trucco, G., Urbino, A., ... & Marcon, A. (2016). Air pollution, aeroallergens and admissions to pediatric emergency room for respiratory reasons in Turin, northwestern Italy. *BMC public health*, 16, 1-11.
- Braithwaite, I., Zhang, S., Kirkbride, J. B., Osborn, D. P. J., & Hayes, J. F. (2019). Air Pollution (Particulate Matter) Exposure and Associations with Depression, Anxiety, Bipolar, Psychosis and Suicide Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental health perspectives*, 127(12), 126002. <https://doi.org/10.1289/EHP4595>
- de Epidemiología, G. G. O. (2017). Salud ambiental, vigilancia y monitoreo de la calidad de aire: Contaminante atmosférico: Monóxido de carbono. In *Salud ambiental, vigilancia y monitoreo de la calidad de aire: Contaminante atmosférico: Monóxido de carbono* (pp. a-f).

- Díaz Suárez, V., & Páez Pérez, C. (2006). Contaminación por material particulado en Quito y caracterización química de las muestras. *Acta Nova*, 3(2), 308-322.
- Fonken, L. K., Xu, X., Weil, Z. M., Chen, G., Sun, Q., Rajagopalan, S., & Nelson, R. J. (2011). Air pollution impairs cognition, provokes depressive-like behaviors and alters hippocampal cytokine expression and morphology. *Molecular psychiatry*, 16(10), 987–973. <https://doi.org/10.1038/mp.2011.76>
- Gillies, J. A., Watson, J. G., Rogers, C. F., DuBois, D., Chow, J. C., Langston, R., & Sweet, J. (1999). Long-term efficiencies of dust suppressants to reduce PM10 emissions from unpaved roads. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 49(1), 3-16.
- Gładka, A., Rymaszewska, J., & Zatoński, T. (2018). Impact of air pollution on depression and suicide. *Int J Occup Med Environ Health*, 31(6), 711-721.
- Gómez Caicedo, T. V., Hernandez Moreno, Y., & Moreno Vera, V. (2019). Capacidad de percepción visual, atención, concentración y memoria visual en niños de una institución educativa de Santander en edades de 6 a 8 años.
- González Pannia P. (2023). Effects of air pollution on children's health. Efectos de la contaminación del aire en la salud infantil. *Archivos argentinos de pediatría*, 121(1), e202202847. <https://doi.org/10.5546/aap.2022-02847.eng>
- Gutiérrez Oyarce, A., Ferrero, A., Estarlich, M., Esplugues, A., Iñiguez, C., & Ballester, F. (2019). Exposición ambiental a dióxido de nitrógeno y salud respiratoria a los 2 años en la Cohorte INMA-Valencia. *Gaceta Sanitaria*, 32, 507-512.
- Hammad, A. M., Eltahan, A., Hassan, H. A., Abbas, N. H., Hussien, H., & Shimamoto, T. (2022). Loads of Coliforms and Fecal Coliforms and Characterization of

- Thermotolerant *Escherichia coli* in Fresh Raw Milk Cheese. *Foods (Basel, Switzerland)*, 11(3), 332. <https://doi.org/10.3390/foods11030332>
- Hashim, D., & Boffetta, P. (2014). Occupational and environmental exposures and cancers in developing countries. *Annals of global health*, 80(5), 393-411.
- Hidalgo-López, C., Gómez-Álzate, A. M., García-Valencia, J., & Palacio-Ortiz, J. D. (2019). Riesgo de trastorno por déficit de atención e hiperactividad y otros trastornos psiquiátricos de los hermanos de pacientes con TDAH. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 48(1), 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2017.06.002>
- Hurtado, S. (2021). Aspectos químicos: La contaminación de la capa de ozono. *Semilla científica: Revista de investigación formativa*, 177-182.
- Incecik, S., Gertler, A., & Kassomenos, P. (2014). Aerosols and air quality. *The Science of the total environment*, 488, 355.
- Kim, Y., Myung, W., Won, H-H., Shim, S., Jeon, H. J., Choi, J., Carroll, B. J. & Kim, D. K. (2015) Association between Air Pollution and Suicide in South Korea: A Nationwide Study. *PLoS ONE* 10(2): e0117929. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117929>
- Kjellstrom, T., Lodh, M., McMichael, T., Ranmuthugala, G., Shrestha, R., & Kingsland, S. (2006). Air and water pollution: burden and strategies for control. *Disease Control Priorities in Developing Countries. 2nd edition*.
- Lerech, M. M. F., Arias, A. F. G., Castrillón, J. J. C., Arias, C. F. H., Campoalegre, P. A. O., Cala, M. L. P., ... & García, L. M. Z. (2009). RIESGO SUICIDA Y FACTORES RELACIONADOS EN ESTUDIANTES DE 6° A 11° GRADO EN

COLEGIOS DE LA CIUDAD DE MANIZALES (COLOMBIA). 2007-2008. *Archivos de Medicina (Col)*, 9(2), 110-122.

Maipa, V., Alamanos, Y. & Bezirtzoglou, E. Seasonal fluctuation of bacterial indicators in coastal Waters. *Microb Ecol Health Dis*. Doi: 10.1080/089106001750462687

Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in public health*, 8, 14. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>

Montero López, I. L., Vinueza Veloz, M. F., Castillo López, G. A., Ruano Ipiales, D. S., & Martín Barceló, N. (2020). Afecciones respiratorias y contaminación ambiental en Riobamba, Ecuador. *Correo Científico Médico*, 24(1), 117-132.

Mora Rodriguez, A. (2020). Contaminación atmosférica y su relación con enfermedades del cerebro.

Mata, E. V. (2010). Calidad del aire y sus efectos en la salud humana. *Revista Éxito Empresarial*, 149, 1-5.

Ng, C. F. S., Stickley, A., Konishi, S., & Watanabe, C. (2016). Ambient air pollution and suicide in Tokyo, 2001–2011. *Journal of affective disorders*, 201, 194-202.

Organización Mundial de la Salud. (2021). Suicidio. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/suicide>

Organización Mundial de la Salud. (2023). Contaminación del aire. Recuperado de <https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab1>

Ortega-García, J. A., Martínez-Hernández, I., Boldo, E., Cárcelos-Álvarez, A., Solano-Navarro, C., Ramis, R., Aguilar-Ros, E., Sánchez-Solis, M. y López-Hernández, F. (2020). Contaminación atmosférica urbana e ingresos hospitalarios por asma y

- enfermedades respiratorias agudas en la ciudad de Murcia (España). *Anales de pediatría*, 93(2), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.01.012>
- Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 26(1), 16-25.
- Palacios, Anzules, Ítalo del C. & Moreno, Castro, D. W. (2022). Contaminación ambiental. *RECIMUNDO*, 6(2), 93-103. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)
- Pancho, F. A., Álvarez, E. S., Galarza, K. J., & Arellano, P. V. (2023). Análisis descriptivo para el dióxido de nitrógeno medido en el centro de Quito usando análisis funcional. *Polo del Conocimiento*, 8(3), 1056-1069.
- Peters, A., Hoffmann, B., Brunekreef, B., Künzli, N., Joss, M. K., Probst-Hensch, N., et al. (2019). The Health Impact of Air Pollution. An expert report of the International Society for Environmental Epidemiology (ISEE) and the European Respiratory Society (ERS). Lausanne: ERS.
- Power, M. C., Kioumourtoglou, M. A., Hart, J. E., Okereke, O. I., Laden, F., & Weiskopf, M. G. (2015). The relation between past exposure to fine particulate air pollution and prevalent anxiety: observational cohort study. *bmj*, 350.
- Press, E. (2019). La exposición prenatal a la contaminación se asocia con cambios en el cerebro relacionados con el comportamiento.
- Pruss-Ustun, A., Corvalán, C. F., & World Health Organization. (2006). *Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease*. World Health Organization.

Pun, V. C., Manjourides, J., & Suh, H. (2017). Association of ambient air pollution with depressive and anxiety symptoms in older adults: results from the NSHAP study. *Environmental health perspectives*, 125(3), 342-348.

Environmental air pollution: respiratory effects. *Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisilogia*, 47(1), e20200267. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20200267>

Schwartz, J. (2004). Air pollution and children's health. *Pediatrics*, 113(Supplement_3), 1037-1043.

Sibón Olano, A., Martínez-García, P., Rojas, V., & Romero Palanco, J. L. (2007). Intoxicación por monóxido de carbono. *Cuadernos de Medicina Forense*, (47), 65-69.

Stansfeld, S. A. (2015). Noise effects on health in the context of air pollution exposure. *International journal of environmental research and public health*, 12(10), 12735-12760.

Stover, R. H. (1979). Flooding of soil for disease control. In *Developments in Agricultural and Managed Forest Ecology* (Vol. 6, pp. 19-28). Elsevier.

Téllez, J., Rodríguez, A., & Fajardo, Á. (2006). Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. *Revista de salud pública*, 8(1), 108-117.

UNICEF. (2016). 300 millones de niños respiran aire tóxico debido a la contaminación, según un informe de UNICEF. Recuperado de <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/300-millones-ni%C3%B1os-aire-t%C3%B3xico-contaminaci%C3%B3n-UNICEF>

Zhao, T., Markevych, I., Romanos, M., Nowak, D., & Heinrich, J. (2018). Ambient ozone exposure and mental health: a systematic review of epidemiological studies. *Environmental research*, 165, 459-472.