



Revista de Investigación  
ISSN: 0798-0329  
ISSN: 0798-0329-L  
revistadeinvestigacion@gmail.com  
Universidad Pedagógica Experimental Libertador  
Venezuela

## Contaminación del aire en Monterrey, Nuevo León: interpretación del monitoreo ambiental 2005-2018

---

**Mayora, Freddy**

Contaminación del aire en Monterrey, Nuevo León: interpretación del monitoreo ambiental 2005-2018

Revista de Investigación, vol. 43, núm. 98, 2019

Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376168604013>

## Contaminación del aire en Monterrey, Nuevo León: interpretación del monitoreo ambiental 2005-2018

Air pollution in Monterrey, Nuevo León: interpretation of  
environmental monitoring, 2005-2018

Poluição do ar em Monterrey, Nuevo León: interpretação do  
monitoramento ambiental 2005-2018

Freddy Mayora [fmayora46@gmail.com](mailto:fmayora46@gmail.com)

Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, UNESR,  
Venezuela

Revista de Investigación, vol. 43, núm.  
98, 2019

Universidad Pedagógica Experimental  
Libertador, Venezuela

Recepción: 01 Junio 2019  
Aprobación: 01 Septiembre 2019

Redalyc: [https://www.redalyc.org/  
articulo.oa?id=376168604013](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376168604013)

**Resumen:** *Las principales ciudades de México reportan altos niveles de polución en la calidad del aire. En este trabajo el autor hace una síntesis de la evolución del problema, describe la problemática de la contaminación atmosférica en Monterrey con ayuda de datos aportados por el Sistema de Monitoreo Ambiental (SIMA), en donde se encontraron altos niveles de concentración y tiempo de exposición de la población a los materiales particulados PM10, PM2.5 y ozono a lo largo de catorce años. Se describen algunas consecuencias para la salud, las estrategias y medidas propuestas por el Estado de Nuevo León a través de sus instituciones. Es necesaria la participación ciudadana en la exigencia de su derecho a la salud, así como de las instituciones educativas en la formulación y ejecución de programas dirigidos a la formación de una conciencia responsable que empodere a las personas acerca de los problemas ambientales.*

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica, salud, materiales particulados, ozono.

**Abstract:** The main cities of Mexico report high levels of pollution in air quality. In this work the author summarizes the evolution of the problem, describes the problem of air pollution in Monterrey with the help of data provided by the Environmental Monitoring System (SIMA), where high levels of concentration and exposure time were found from the population to particulate materials PM10, PM2.5 and ozone over fourteen years. Some consequences for health, strategies and measures proposed by the State of Nuevo León through its institutions are described. Citizen participation in the demand for their right to health is necessary, as well as that of educational institutions in the formulation and execution of programs aimed at the formation of a responsible conscience that empowers people about environmental problems.

**Keywords:** Atmospheric pollution, health, particulate materials, ozone.

**Resumo:** *As principais cidades do México relatam altos níveis de poluição na qualidade do ar. Neste trabalho, o autor resume a evolução do problema, descreve o problema da poluição do ar em Monterrey com a ajuda de dados fornecidos pelo Sistema de Monitoramento Ambiental (SIMA), onde foram encontrados altos níveis de concentração e tempo de exposição da população para materiais particulados PM10, PM2.5 e ozônio ao longo de quatorze anos. Algumas conseqüências para a saúde, estratégias e medidas propostas pelo Estado de Nuevo León através de suas instituições são descritas. A participação cidadã na demanda por seu direito à saúde é necessária, assim como a das instituições educacionais na formulação e execução de programas voltados para a formação de uma consciência responsável que potencialize as pessoas sobre os problemas ambientais.*

**Palavras-chave:** Poluição atmosférica, saúde, materiais particulados, ozono.

## INTRODUCCIÓN

### *La problemática Ambiental*

El problema de la contaminación ambiental no es nuevo, comienza con la modernidad y su primera revolución industrial a finales del siglo XVIII con la utilización del carbón como fuente de energía y la invención de la tecnología necesaria para mejorar la producción y las comunicaciones (Chaves, 2004). Luego con el uso del petróleo, el desarrollo económico recibe un impulso en los procesos de producción, explotación, distribución de recursos, aunado al crecimiento demográfico y a la creación de nuevas tecnologías. De este modo la mayoría de las ciudades de los países industrializados se ven afectadas por el crecimiento demográfico y en consecuencia, por la emanación de desechos de todo tipo que alteran el ambiente.

Muy temprano en el siglo XX la situación comienza a percibirse como un problema tangible. En el año 1913 se celebra en Berna, Suiza, la “Primera Conferencia Internacional sobre Protección de Paisajes Naturales”. Se buscaba crear los organismos para la adecuada coordinación de las intenciones conservacionistas a nivel internacional (Alonso, 2010. p.7).

En París se realizan dos congresos el “Primer Congreso Internacional sobre Protección de Flora y Fauna, Parajes y Monumentos Naturales” en 1923, y en 1948, ya conformada la UNESCO, en Fontainebleau se lleva a cabo el “Congreso Constitutivo de la Unión Internacional para la Protección de la Naturaleza” (Montoya, 2010).

En 1948 se crea la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UINC), la que tiene como objetivo poner a disposición de las entidades que lo soliciten, conocimientos y herramientas que posibiliten el progreso humano, el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza (UINC, 2019).

De acuerdo con Alonso (op. cit, p.8), varios autores afirman que esta reunión fundacional de la UINC se utilizó por primera vez, en encuentros internacionales, el concepto “Educación Ambiental para hacer referencia a una síntesis formativa entre las Ciencias Naturales y las Sociales”. La educación Ambiental (EA) como se verá más adelante se convierte en una necesidad planetaria, pero paralelamente en otros ámbitos de la ciencia se vienen dando avances que permitieron conocer mejor la relación de la humanidad con el planeta. Esta visión fue un paso importante, gracias a la exploración espacial, la cual permitió por primera vez la observación de La Tierra en su totalidad.

Es en la década de los años 60 del siglo pasado cuando algunos investigadores realizaron estudios de cómo la actividad humana relacionada con la extracción, producción, consumo y desecho de materiales sólidos, químicos, radiaciones, entre otras muchas, comienza a afectar el equilibrio natural de los ecosistemas.

James Lovelock en 1957 había inventado el detector de captura de electrones, instrumento utilizado en cromatografía de gases para detectar

trazas de compuestos químicos en una muestra tomada del ambiente, el cual fue muy útil en los estudios emprendidos, más adelante por Carson.

Pues bien, el mencionado aparato es de una exquisita sensibilidad en la detección de rastros de sustancias químicas, gracias a la cual pudo determinarse que los pesticidas están presentes en los organismos de todas las criaturas de la Tierra, que restos de estas sustancias aparecen tanto en los pingüinos de la Antártida como en la leche de las madres lactantes norteamericanas (Lovelock, 1985. p.5).

A mediados de 1962 Rachel Carson publicó el libro *La primavera silenciosa*, en donde exponía los resultados de la contaminación química proveniente del empeño humano de mejorar la productividad agrícola y la salud combatiendo a los organismos que la afectan. Esta lucha se convirtió en un ciclo destructivo que la autora citada expresa de la siguiente manera:

Desde que el DDT fue difundido para uso corriente, se puso en marcha un conjunto de fases sucesivas en las que pueden hallarse elementos cada vez más tóxicos. Esto ha sucedido así porque los insectos, en triunfante reivindicación de la teoría de Darwin acerca de la supervivencia por adaptación, han producido razas superiores inmunes a los insecticidas especiales, de ahí que tengan que emplearse otros más mortíferos... y después otros y otros (Carson, 1962. p.10).

Posterior al libro de Carson, Lovelock publica en 1979 una obra que marca hito en la comprensión de la dinámica bio-físico-química del planeta: *Gaia*, una nueva visión de la vida sobre la Tierra. En este trabajo postula una hipótesis que considera la vida sobre el planeta como producto de un intercambio de materia y energía entre éste y la biosfera toda (semejante al proceso metabólico de los seres vivos). Este intercambio, aunado a ciclos y sistemas análogos a los procesos cibernéticos, conforman una homeóstasis global, considerada única y que permite la existencia de la vida a pesar de los cambios ambientales (Lovelock, 1985). Esto implica que la vida en toda su amplia expresión ha interactuado con la atmósfera (en eones) transformándola y a la vez, la atmósfera en respuesta crea mecanismos de adaptación. De tal manera que:

Podría ser que se produjeran cambios adaptativos que disminuyeran las perturbaciones ocasionadas por la emanación de bióxido de carbono; o bien que estas perturbaciones ocasionaran algún tipo de cambio compensatorio que resultara conveniente para todos los componentes de la biosfera pero afectarían la especie humana (Lovelock, p. 14).

Justifica esta hipótesis el hecho de que la vida en la Tierra es algo más que la suma de sus seres y compuestos. Es decir, “el planeta se comporta como una entidad viviente sin que ello implique la existencia de consciencia” (Hortua, 2007, p. 2).

Estos conocimientos promovieron a escala internacional diversos movimientos ambientalistas. A principios de los años 60 se crea el fondo mundial para la naturaleza (WWF) en Lucerna, Suiza, el cual representa a los cinco continentes mediante organizaciones no gubernamentales; como resultado de las preparaciones para celebrar el Año Europeo para la Conservación se conforma en Gran Bretaña el Council for Environmental Education. Un aspecto resaltante que se da en esa década

es el estudio comparativo, promovido por Unesco con participación de la Oficina Internacional de Educación de Ginebra, donde se investigó qué procedimiento se seguía en cada país, incluido en el estudio, respecto al uso de los recursos naturales con fines educativos (Alonso, 2010, p.9).

En el año 1971, Estados Unidos de América se enfrenta a fuertes manifestaciones en favor de la conservación de la naturaleza. Como resultado se aprueba el compromiso del Estado a fomentar la Educación Ambiental (Idem. p.10).

El problema se internacionalizó y como resultado, en Estocolmo, Naciones Unidas (1972) comenzó con la primera conferencia y acuerdos internacionales sobre el medio ambiente. De allí a esta parte los problemas ambientales no han dejado de ser el centro de atención de todos los países, pero sin un marcado resultado en las mejoras que las resoluciones derivadas de estas reuniones han señalado.

En 1992 entre el 3 al 14 de junio, se realizó la primera cumbre mundial para tratar los problemas ambientales y el desarrollo, denominada “Declaración de Río”. En ese momento se establece en el principio 8 de la proclama final que: “Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas” (Unesco, 1992).

Este principio queda como una declaración retórica, si los Estados asumen literalmente lo indicado verían afectadas sus economías y ninguna potencia económica correría ese riesgo. Situación que se hace más evidente por la actitud asumida en cumbres sucesivas por algunos países desarrollados, como se explica infra.

En 1997 se realizó el “Protocolo de Kyoto de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático”, este protocolo tenía como objetivo la reducción del 5% de los gases que ocasionan el calentamiento global, establecido en el artículo 3, numeral 1: “(...) con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el periodo de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012”. Este protocolo fue adoptado el 11 de diciembre de 1997 y entró en vigor el 16 de febrero de 2005. En 2009 187 países ratificaron el acuerdo. Estados Unidos, que según Castro (2009), el país con 4% de la población mundial y 25% de emisiones, es el mayor emisor de gases invernadero, nunca lo ratificó. Canadá se retiró del protocolo en diciembre de 2011 para no pagar multas y por la imposibilidad de cumplir los acuerdos. Al hacerlo se afectaría su economía. (RTVE, 2011).

En el año 2015 se llevó a efecto la Conferencia sobre el cambio climático de París (COP 21). El objetivo de esta reunión, donde participaron más de 195 países, es limitar el incremento de la temperatura en menos de 2°C. El promedio del aumento de la temperatura global ha venido aumentando inexorablemente, si los países comprometidos no logran las metas acordadas es posible que a final de este siglo XXI el planeta alcance temperaturas de 4°C promedio. Como ha sido informado en casi todos los medios de comunicación social, el incremento trae consigo el derretimiento de los hielos polares, aparición de plagas y enfermedades

en latitudes donde antes no existían e inundación de algunas islas y países bajo el nivel del mar.

En diciembre de 2017, Nairobi, el director del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente presenta el informe “Hacia un planeta sin contaminación”, en el que se describen los desafíos que plantea la contaminación mundial, se esbozan los esfuerzos que se están realizando para combatirla y se proponen 50 medidas para abordar el problema (PNUMA, 2017, p. 1).

A pesar de estos pronósticos catastróficos en junio de 2017 el presidente de los Estados Unidos de América declaró su salida del Acuerdo de París por considerarlo “debilitante, desventajoso e inútil” (Martínez, 2017).

El problema subyacente, como se dijo más arriba, es la economía (también el crecimiento demográfico es una variable a considerar en este problema, pero no será tratado en este trabajo). Los acuerdos que limitan las emisiones de gases contaminantes y propulsores del calentamiento del planeta inciden, hasta que se encuentren soluciones innovadoras, en la ralentización del desarrollo y crecimiento de la economía planetaria. Es decir, la humanidad se encuentra atrapada en una visión de desarrollo, bienestar y riqueza que es insostenible para la continuidad de la especie.

De acuerdo con Lovelock, el planeta al comportarse como una criatura viviente puede adaptarse a los cambios producidos por los humanos, esto garantiza que siga existiendo la vida sobre La Tierra, pero no necesariamente la vida humana.

Este artículo está conformado por cuatro secciones, en la primera se presenta un recuento de la situación histórica del problema ambiental de la contaminación atmosférica, seguimos con la descripción del problema de contaminación que vive la ciudad de Monterrey, con datos tomados del reporte del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA), seguidamente se citan algunos efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud, en la tercera sección se describen algunas medidas expuestas en el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Nuevo León (2016-2025) y terminamos con algunas reflexiones del autor.

### *Contaminación atmosférica*

En la mayoría de las constituciones nacionales se establece el derecho de los ciudadanos a la salud. México, en el artículo 4º de su constitución contempla ese derecho y con él también a disfrutar de un ambiente saludable:

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley (Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos) vigente desde 1917.

El problema que se presenta a cada Estado es cómo garantizar un medio ambiente sano, la complejidad del problema desborda el cumplimiento de las normas y en algunos casos las multas y penalidades no compensan

el daño causado. Como es el caso de la contaminación del aire, el daño producido a la salud y al ambiente en general es tan costoso financiera, social, ecológica y económicamente, en vidas humanas, horas/hombre de labores y morbilidad general, afectación de la flora y fauna que no hay forma alguna que las fuentes contaminantes puedan resarcir los daños ocasionados por sus actividades.

El aire limpio es un requisito indispensable para la salud y el bienestar general, sin embargo en todo el mundo su contaminación sigue representando la amenaza más fuerte contra este derecho humano. El problema es tan grave que en las últimas evaluaciones de la OMS se ha encontrado que más de dos millones (2.000.000) de muertes prematuras anuales se pueden atribuir a la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y a la quema de combustibles sólidos en espacios cerrados. Como aspecto que llama la atención, en los “países en desarrollo” se presenta más de la mitad de estas muertes (OMS, 2006, p.5).

Ahora bien ¿a qué llamamos contaminación? De acuerdo al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) contaminación es definida como

(...) la introducción en el medio ambiente de sustancias o energía cuyos efectos ponen en peligro la salud humana, los recursos naturales y los ecosistemas. La contaminación también menoscaba el uso laboral y recreativo del medio ambiente y entraña una amenaza para los valores culturales, espirituales y estéticos que muchas personas atribuyen a la riqueza y la diversidad del medio, sea natural o artificial (PNUMA, 2017, p.6).

Lo interesante de esta definición es que la riqueza no solamente es considerada como acumulación de bienes materiales, sino que incluye “valores culturales, espirituales y estéticos”. Estos valores promueven el bienestar y la salud integral en todas sus dimensiones. Aunque considera todavía una visión antropocéntrica del problema, al no contemplar de manera taxativa los derechos a la salud de otras expresiones de vida no humana, los considera “recursos”, es decir predomina una concepción utilitarista de los ecosistemas.

Entonces, la contaminación del aire es la introducción de sustancias, materiales y radiación provenientes de la actividad natural y humana. Pero los contaminantes con más efectos nocivos para la salud son los materiales particulados con un diámetro de 10 micras o menos (PM10 - PM2,5) que pueden penetrar profundamente en los pulmones e inducir la reacción de la superficie y las células de defensa (el informe solo señala las partículas PM10). Este material se produce generalmente por la quema de combustibles fósiles, pero su composición puede variar según las fuentes que lo emitan. Organización Panamericana de la Salud. (OPS, 2018).

La fuente citada supra sostiene que los riesgos para la salud no están distribuidos de manera equitativa en la población, quienes padecen enfermedades previas (como diabetes, hipertensión, asma), los niños menores de cinco años y los adultos entre 50 y 75 años de edad son los más afectados. Las personas pobres y aquellas que viven en situación de vulnerabilidad, así como las mujeres y sus hijos que utilizan estufas

tradicionales de biomasa para cocinar y calentarse, también corren mayor riesgo (PNUMA, 2017).

La población pobre, generalmente carece de la información y servicios necesarios para mitigar su exposición y eso las hace más vulnerables a las contingencias ambientales. Especialmente en nuestros países, en las zonas rurales es la costumbre utilizar leña, carbón u otros materiales combustibles para cocinar y paliar las inclemencias del clima; la concentración del humo, y con él los materiales particulados dentro del hogar, empeoran la situación.

Esta situación se refleja en el informe del PNUMA que venimos citando:

En las Américas, 93 000 defunciones anuales en países de ingresos bajos y medios (LMIC) y 44 000 en países de ingresos altos (HI) son atribuibles a la contaminación atmosférica, siendo las muertes por habitante 18 por 100 000 en los países LMIC y 7 por 100 000 en los países de HI (PNUMA, ob.cit.).

Como se observa en la cita anterior, en los países de ingresos bajos y medio las defunciones son en proporción 2,11 (93000/44000) más que los países de ingresos altos; de igual manera, la tasa de mortalidad es 2,6 veces mayor en los primeros (18/100.000 y 7/100.000). Estas cifras deben llamar la atención de los Estados, es su responsabilidad constitucional cuidar de la salud de las poblaciones, pero por múltiples factores el ingreso de la riqueza no permea hasta los ciudadanos que más necesitan mejorar su calidad de vida.

## MÉTODO

Se realizó una investigación de los registros estadísticos aportados por el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) del Estado de Nuevo León, Monterrey, México durante el lapso 2005-2018, ambos años inclusive, es decir 14 años. Este sistema es dependiente de la Secretaría de Desarrollo Sustentable de este Estado y viene operando desde el 20 de noviembre 1992; tiene como finalidad brindar a la población información continua y fidedigna de los niveles de contaminación del Área Metropolitana de Monterrey (AMM). Para lograrlo cuenta con una red de 13 estaciones distribuidas por toda su geografía.

Los datos arrojados por el SIMA sirven de base para la elaboración del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire), el cual es un documento que permite a los tomadores de decisiones identificar las fuentes de emisiones a las cuales dirigir y fomentar la aplicación de medidas para la reducción y control de contaminantes.

Con base en esta data se compararon los promedios anuales y la cantidad de días con mayor concentración de los materiales particulados, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> y las de Ozono; con los valores establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y los propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) durante el periodo señalado.

Se hizo una revisión de las consecuencias ocasionadas a la salud por la alta concentración de estos materiales y su permanencia en el ambiente,

seguida de algunas medidas y estrategias propuestas en el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Nuevo León - ProAire, 2016-2025-.

## La contaminación del aire en Monterrey

El Estado de Nueva León tiene una superficie de 64.156Km<sup>2</sup> y está ubicado al noreste de México. Tiene clima seco con una temperatura promedio anual de 20°C y precipitación promedio anual de 650mm (Secretaría de Comercio, 2018).

De acuerdo a la estimación realizada de la Encuesta Intercensal de 2015, Los Estados Unidos Mexicanos consta de 119.530.754 hab. De ese total Nuevo León en sus 52 municipios alberga un total de 5.131.938 hab., lo cual lo coloca en octavo lugar por su número de habitantes. Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI, 2019).

Además, la Secretaría de Economía señala que el Estado de Nuevo León ocupa, con su Producto Interno Bruto de 7,3% el tercer lugar respecto al total nacional. Así mismo, entre las principales actividades económicas se tienen: construcción, 10.2%; servicios inmobiliarios de alquiler de bienes muebles intangibles 9.2%; transportes, correos y almacenamiento 9.2%; comercio al por menor 9.0%; y comercio al por mayor 8.2%. Estas actividades en su conjunto representan el 45% del PIB estatal (Secretaría de Comercio, 2018).

Con los datos señalados, Monterrey con sus 1.139.417 habitantes concentra casi la misma cantidad que 18 municipios del Estado de Nuevo León, según lista INEGI (2015) –desde el número 1 hasta el 18 ambos inclusive–, esto se explica debido a su actividad económica que destaca en todo el Estado con 39.8% de las unidades económicas, 43.2% del personal ocupado y 35.4% de la producción bruta total. Estas características convierten a la capital del Estado en el principal polo de atracción de migración, tanto interna del país como extranjera (INEGI, op. cit.).

Estas condiciones socioeconómicas, aunado al crecimiento demográfico han incidido en las condiciones ambientales en este municipio, principalmente en la calidad del aire. El aire es indispensable para la existencia de la vida, de allí que cuando su calidad decrece es factor que incide de manera negativa en el incremento de la morbilidad y mortalidad en las poblaciones. El desmejoramiento de la calidad del aire depende de múltiples factores, entre los más importantes se encuentra la actividad económica relacionada con el consumo de combustibles fósiles, el tipo de combustible, la movilidad y calidad de las redes viales, los medios de transportes. Otro factor concomitante son las características fisiográficas, ya que la orografía y las condiciones climáticas inciden en la dispersión o en la acumulación de contaminantes en una zona determinada. Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Nuevo León 2016- 2025 (ProAire, 2016).

De acuerdo con los resultados del inventario de emisiones para el Estado de Nuevo León, las fuentes contaminantes de la calidad del aire

son fijas, por áreas y fuentes móviles. Entre las fijas se encuentran todas las instalaciones de producción, extracción y procesamiento de productos cuya actividad deja residuos que van al ambiente; las fuentes agrupadas por áreas son los incendios forestales, tratamientos de aguas, quemas agrícolas, uso de leña, panaderías, almacenamientos de combustible, labranza, tintorerías, uso de fertilizantes, ladrilleras, emisiones ganaderas, corrales de engorde, uso de solventes y quema de combustible; las fuentes móviles las representan el parque automotor (ProAire, op.cit., p.14).

En el Área Metropolitana de Monterrey (AMM) estas fuentes desechan al aire compuestos que guardan relación directa con la salud: las fuentes fijas son las primeras de SO<sub>2</sub>, 97% y PM<sub>2.5</sub>, 67%; son el segundo emisor de PM<sub>10</sub>, 45% y NO<sub>x</sub>, 34%. Las fuentes por áreas son primer emisor de NH<sub>3</sub>, 88%, COV y PM<sub>10</sub>, 50%; son el segundo emisor de PM<sub>2.5</sub>, 23%; las fuentes móviles tienen el primer lugar en la emisión de CO, 96% y NO<sub>x</sub>, 68% y segundo emisor de COV (COV= compuestos orgánicos volantes), 23% (ProAire, op.cit.).

A este mismo respecto la OMS (2018) estima que la contaminación ambiental del aire tanto en las ciudades como en las zonas rurales ocasiona 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por año. Esta mortalidad se debe principalmente a la exposición de materiales particulados (PM), que causan enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer.

Esta organización establece en La Guía para la Calidad del Aire (2006) las siguientes concentraciones como valores límite: MP<sub>2.5</sub>, 10 µg /m<sup>3</sup>, como media anual y 25 µg /m<sup>3</sup>, media 24 horas; las partículas MP<sub>10</sub>, 20µg/m<sup>3</sup>, media anual y 50 µg/m<sup>3</sup>, media 24 horas.

De acuerdo a la OMS (2018), el ozono es otro de los componentes que aparece como factor importante en la contaminación del aire. Este gas a nivel de suelo es uno de los componentes de la niebla tóxica (no confundir con el que forma la capa de ozono en la estratosfera); el ozono se forma por la reacción con la luz solar de otros contaminantes como los óxidos de nitrógeno, procedentes de las emisiones de vehículos o las industrias y los compuestos orgánicos volátiles (COVs) emitidos por los vehículos, los disolventes y las industrias. Los niveles de ozono más elevados se registran durante los periodos de tiempo soleado. El exceso de ozono en el aire puede causar problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares en general. Los valores fijados por esta Organización para las concentraciones de ozono en el aire son 100 µg/m<sup>3</sup> de media en 8h.

En el año 2014 el gobierno mexicano con la Norma Oficial Mexicana NOM-025- SSA1-2014, salud ambiental, establece los valores límite permisibles para la concentración de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y ozono en al aire ambiente y los criterios de evaluación (NOM, 2014).

**Cuadro 1.**  
Comparación valores límite OMS y NOM 025-SSA1-2014

<b>MATERIAL PARTICULADO (PM)</b>	<b>OMS</b>	<b>NORMA 025-SSA1-2014</b>
<b>PM2.5</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
PROMEDIO 24 HORAS	25	45
PROMEDIO ANUAL	10	<b>12</b>
<b>PM10</b>		
PROMEDIO 24 HORAS	50	75
PROMEDIO ANUAL	20	<b>40</b>
<b>OZONO</b>	0.050 ppm	<b>0.070 ppm</b>
	100/ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio/ 8 horas	137 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) promedio/ 8 horas

Fuente: OMS. (2018). Calidad del Aire y Salud. 2 de mayo 2018; Norma Oficial Mexicana (2014a). Norma 025-SSA1-2014. Diario Oficial. Miércoles 20 agosto de 2014; Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación; NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Diario Oficial. Martes 19 de agosto de 2014

Los promedios de 24 horas de PM2.5, OMS son de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , la NOM el promedio 24 horas es de 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , es decir es 1,8 veces mayor el límite; igualmente el valor promedio 24 horas de PM10 OMS 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y en la NOM 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , una diferencia de 1,5 veces mayor; en el caso de los valores promedio anual OMS 20 y NOM 40, es una diferencia del doble. Tomando en consideración los valores establecidos por ambas instituciones para el ozono, la NOM (2014) está 1,37 veces sobre los valores límite de OMS.

Los valores asumidos por la OMS (2006) de PM2.5 = 10 están sustentados por el estudio de la Sociedad Americana del Cáncer. Este valor representa el extremo inferior de la gama en la que se observaron valores significativos de supervivencia”. Igual sucede en el caso del MP10 = 20, “(...) hay abundante bibliografía sobre los efectos de la exposición al MP10, que se ha utilizado como base para la formulación de la Guías de Contaminación del aire de la OMS” (OMS, 2006, p.10, 11).

En resumen, “(...) estos son los niveles más bajos con los cuales se ha demostrado, con más del 95% de confianza, que la mortalidad total cardiopulmonar y por cáncer de pulmón aumenta en respuesta a la exposición prolongada al MP2.5” (Exposición prolongada es de 3 a 4 años (OMS, 2006, p.11).

Tomando en cuenta los datos y consideraciones expuestos arriba, las diferencias encontradas en el cuadro 1 tienen gran importancia porque aun en bajas cantidades la contaminación con material particulado lleva implícito efectos sanitarios de importancia, “incluso en muy bajas concentraciones, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños para la salud” (OMS, 2018, p.12). Si se considera que la NOM (2014) acepta casi el doble de los valores estándar de los establecidas internacionalmente, se podría suponer el riesgo para la salud y el costo que esto representa para los habitantes del

territorio mexicano, así como los incrementos en el presupuesto federal y estatal por el mismo concepto.

De acuerdo a la norma mexicana en referencia:

Una evaluación de impacto en salud efectuada por el Instituto Nacional de Salud Pública en la Zona Metropolitana del Valle de México, señala que, pasar de un valor de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de concentración anual de PM10 a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  evitaría 1,038 defunciones al año (Intervalo de Confianza 95%, 767 - 1,307), y con una disminución de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , se evitarían hasta 2,306 defunciones (Intervalo de Confianza 95%, 1,707 - 2,899) (Secretaría de Salud, 2014, Norma 025-SSA1-2014).

En las Guías de calidad del aire de la OMS incorporan, en la Actualización mundial 2005, además del material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre (Organización Mundial de la Salud, OMS, 2006). De allí que los valores límite para la concentración de ozono, fueron agregados en la Norma Oficial Mexicana 2014. En el cuadro 1 se aprecia que la OMS considera 100/ $\mu\text{g}/\text{m}^3$  promedio/ 8 horas y la NOM 0,070 ppm, lo que equivale a 137  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  promedio/ 8 horas.

Monterrey ha visto crecer el problema de la contaminación del aire, como lo resalta la norma mexicana de 2014; a partir de 2005 las concentraciones de PM10 se redujeron en aproximadamente 50% para el indicador de 24 horas y para el indicador anual, una reducción de 12% respecto de la norma de 1993. Aun así Monterrey se considera la tercera ciudad más contaminada, seguida del Valle de México. La guías para la calidad del aire de la OMS (2006. Op. Cit) subrayan que “los valores guía que se proporcionan no pueden proteger plenamente la salud humana, porque en las investigaciones no se han identificado umbrales por debajo de los cuales no se producen efectos adversos”. En otras palabras, siempre que existan estos contaminantes, aún en muy baja concentración en el aire, siempre existirá el riesgo de afectación a la salud.

En tal sentido los Estados, siguiendo su mandato constitucional y las normas internacionales tiene la obligación de:

Abordar todos los factores de riesgo de las enfermedades no transmisibles (incluida la contaminación del aire) es fundamental para proteger la salud pública. La mayoría de las fuentes de contaminación del aire exterior están más allá del control de las personas, y requieren medidas por parte de las ciudades, así como de las instancias normativas nacionales e internacionales en sectores tales como transporte, gestión de residuos energéticos, construcción y agricultura (OMS,2018).

Siguiendo este mandato internacional, México ha desarrollado las instituciones responsables de garantizar el monitoreo de la calidad del aire en sus principales ciudades. En Monterrey las condiciones y estado de la contaminación del aire son monitoreados por la Secretaría de Desarrollo Sustentable. Para ello cuenta con el Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA), el cual inició su operación a partir del 20 de noviembre de 1992, con la finalidad de contar con información continua y fidedigna de los niveles de contaminación ambiental en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM). Desde esta fecha la población es

informada todos los días del año de la calidad del aire que respiramos en Monterrey.

En el reporte de Calidad del Aire y Meteorología del Área Metropolitana de Monterrey de diciembre de 2018 se señalan trece estaciones, que conforman una red de monitoreo, distribuidas de la siguiente manera:

**Cuadro 2.**

Estaciones pertenecientes al Sistema de Monitoreo Ambiental (SIMA) de Monterrey

	ESTACIÓN	UBICACIÓN	MUNICIPIO		ESTACIÓN	UBICACIÓN	MUNICIPIO
1	Sureste	Zoológico La Pastora	Guadalupe	7	Norte Gral.	Frac. Sta. Luz	Escobedo
2	Noreste	Col. Unidad Laboral	San Nicolás de los Garza	8	Noreste 2	Col. Centro	Apodaca
3	Centro	Col. Obispado	Monterrey	9	Sureste 2	Col. Centro	Juárez
4	Noroeste	Col. San Bernabé	Monterrey	10	Suroeste 2 Pedro	Frac. Los Sauces	Garza García
5	Suroeste	Zona Centro	Sta. Catarina	11	Sureste 3	Col. Jerónimo Treviño	Cadereyta de Jiménez
6	Noroeste 2	Col. Sierra Real	García	12	Sur	Col. Valle Alto	Monterrey
				13	Norte 2	Ciudad Universitaria	San Nicolás de los Garza

Fuente: Reporte de Calidad del Aire y Meteorología del Área Metropolitana de Monterrey, Diciembre 2018. Secretaría de Desarrollo Sustentable. Nota: la mayoría de estas estaciones mide los niveles de CO, NO2, SO2, O3, PM10, PM2.5 (ProAire, 2016).

El resultado del promedio anual (2005-2018) reportado por las trece estaciones de monitoreo se puede apreciar en el cuadro 3. Se presenta en primer lugar el número de días sobre las Normas Oficiales Mexicanas, para el caso de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros y ozono, ya que estos contaminantes son el principal problema en el AMM. Son estos tres contaminantes los únicos que llegan a sobrepasar la NOM de forma repetitiva a lo largo del año (Proaire, 2016, p.49).

En el cuadro 3, se observa que el año 2005 fue el de mayor nivel de PM10, 87.6, lo cual significa 2,19 veces el valor de la norma mexicana (NOM) y 4.38 veces el de OMS. El año de menor registro fue 2018 con 56,41 que representa 1,41 sobre el límite aceptable por OMS. La misma situación se aprecia para PM2.5, el mayor registro fue en 2006, 34.9 y el menor en 2017 con 18.35. Estos valores constituyen el 2.9 veces más y el año con menor registro fue de 1,5 veces más ambos sobre la NOM; de igual manera estos niveles significan 3.9 y 1,8 veces más sobre los límites de OMS. El ozono presenta una mayor concentración el año 2011 (0,276 ppm) y la menor en el año 2018 (0,216 ppm).

Un hecho importante a considerar es la variación climática y su efecto en la concentración de los contaminantes arriba analizados. Proaire (2016, p.50) afirma que el año 2011 es el que presentó mayor cantidad de días sobre la norma debido a los daños en infraestructura y vegetación,

movimientos de materiales para construcción y comportamiento atípico en la circulación en la ciudad después del paso del huracán Alex, el cual aconteció en el año 2010. Igual explicación se da para el año 2014 cuando varios frentes fríos causaron inversión térmica y evitaron la dispersión de contaminantes, incrementando su concentración.

**Cuadro 3**  
Resultados 2005-2018 de la calidad del aire en Nuevo León (SIMA, 2018)

AÑO	PM10 NOM 2014 promedio anual=40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM2.5 NOM 2014 promedio anual=12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	OZONO (O <sub>3</sub> )NOM 2014 promedio anual=0.070ppm*	PM10 Días sobre la norma	PM2.5 Días sobre la norma	OZONO (O <sub>3</sub> ) Días sobre la norma
2005	87.6	31.3	0.0254	310	14	32
2006	85.6	34.9	0.0256	273	33	24
2007	80.5	31.8	0.0238	269	7	17
2008	83.2	30.3	0.0258	272	13	27
2009	76.1	24.9	0.0252	276	6	12
2010	72.7	25.4	0.0250	294	5	32
2011	83.8	26.6	0.0276	318	13	48
2012	72.2	22.3	0.0248	271	6	20
2013	62.8	23.4	0.0266	224	11	23
2014	68.6	24.7	0.0248	260	4	45
2015	68.4	26.8	0.0219	240	52	56
2016	60.4	24.7	0.0247	212	29	59
2017	64.5	18.4	0.0260	220	29	78
2018	56.4	20.0	0.0216	195	35	21
	$\Sigma$ 1022.8 Prom 73.0	$\Sigma$ 365.5 Prom 26.1	$\Sigma$ 0.348 Prom 0.0249	$\Sigma$ 3.634 Prom 259.5	$\Sigma$ 228 Prom 16.2	$\Sigma$ 494 Prom 35.2

Fuente: Secretaría de Desarrollo Sustentable. SIMA Calidad del Aire. Nuevo León (2018). NOTA: La OMS (2018) establece los valores del ozono en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la norma mexicana en ppm. NOM= 0.070 ppm/año= 137ppm; OMS= 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . \*Promedio en función de la concentración del promedio móvil de 8 horas de O<sub>3</sub>, debe ser menor o igual a 0.070 ppm, tomado como el máximo en un periodo de 1 año calendario. (NOM, 2014). Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono.

Estos valores difieren de los reportados por el SIMA (2018); en el cuadro en comentario se aprecia que la mayor concentración de PM10 fue en los años 2005 y 2006; mientras que las PM2.5 ocurrieron en los años 2006, 2007 y para el ozono en 2011 y 2017. Habría que investigar el comportamiento del clima en estos años o si han influido otros factores concomitantes.

Estas altas concentraciones de material particulado en el aire por sí solas son nocivas, pero también podemos observar la larga exposición a estos contaminantes sufridos por la población en los catorce años que señalan los registros. La población estuvo sometida, en promedio, casi un año a las PM10 (259,5 días); 16,2 días a las partículas PM2,5 y 35,2 días a concentraciones altas de ozono.

### *Efectos de la contaminación del aire sobre la salud*

De acuerdo a los estudios realizados por Riojas y Zúñiga (2017) sobre los efectos de la contaminación atmosférica en México se podría inferir la gravedad de la situación en Monterrey. Este estudio realizado en el año 2012 en Zonas metropolitanas y municipios de México (15 entidades) donde existe monitoreo de la calidad del aire de PM y ozono (Riojas y Zúñiga, 2017, p. 43), según estos investigadores la situación de salud

encontrada en México debido a la contaminación de la atmósfera se puede resumir en los siguientes resultados: “20.496 muertes ocasionadas por material particulado (PM),

15.310 causadas por el uso doméstico de combustibles sólidos y 1.173 por efectos del ozono. Se considera la pérdida de 461.454 años de vida saludable por discapacidad” (op. Cit, p.7).

La afección de los materiales particulados sobre la salud tiene relación con su tamaño y composición, las partículas más pequeñas representan amenazas más graves y en su composición química pueden tener materiales pesados como plomo, cadmio y otros. Sin embargo, ambos particulados (PM10 y PM2.5) ocasionan reducción de la función pulmonar, mayor frecuencia de enfermedades respiratorias; agravamiento del asma y bronquitis crónica, muerte prematura, silicosis y asbestosis, esto último depende de su composición química; catarro y exacerbación de asma, infecciones respiratorias y enfermedad obstructiva crónica – EPOC- (Riojas y Zúñiga, p.16). Esta última enfermedad, además de la contaminación por el aire respirado, también es causada por la adicción al tabaco y por afecciones respiratorias en la infancia (OMS, 2017).

Las afecciones enumeradas en el párrafo anterior se van produciendo de manera paulatina, de manera que cuando aparecen los síntomas, las lesiones pulmonares han avanzado hasta convertirse crónicas. Otro aspecto a considerar, como se enunció supra, es la adicción al tabaco que juega un papel potenciador en este tipo de enfermedades.

En cuanto a la exposición al ozono, éste origina irritación al sistema respiratorio, provocando tos, irritación de la garganta y una sensación incómoda en el pecho, reducción de la función pulmonar, haciendo más difícil la respiración, en personas que padecen asma puede provocar ataques, empeora las enfermedades pulmonares crónicas como el enfisema y la bronquitis y reduce la capacidad del sistema inmunológico para defender el sistema respiratorio de infecciones (Riojas y Zúñiga, p. 18). Las dos variables estudiadas son el tiempo de exposición y la concentración de ozono (ppm/m<sup>3</sup>), a una concentración de 0.08-0.15 durante 1-3 horas se produce tos y dolor de cabeza, este mismo tiempo de exposición a una concentración de 0.24 en individuos sanos, durante el ejercicio les provoca incremento en la frecuencia respiratoria, disminución de la función pulmonar y resistencia de las vías áreas; una exposición de 2-5 horas y concentración de 0.12 ppm, los niños y adultos sufren disminución de la función pulmonar al hacer ejercicios fuertes (Rioja y Zúñiga, p.18).

Si relacionamos los resultados de esta investigación con los registros del cuadro 3 podríamos formular una hipótesis sobre los efectos que estas concentraciones sobre la población de Monterrey y tiempo de exposición (PM y ozono) estuviera ocasionando sobre su salud.

### *Medidas propuestas para disminuir la contaminación atmosférica*

Como se mostró al principio de este trabajo, el Estado es responsable de la salud de la población, de allí que las medidas propuestas para mejorar

la contaminación atmosférica provengan de sus instituciones. ProAire (2016) con base en el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Nuevo León (2016-2025) proponga:

(...) reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, provenientes de diversas fuentes, lo cual permitirá revertir las tendencias del deterioro de la calidad del aire que se ha dado con la presencia en la atmósfera de altas concentraciones (por arriba de la norma) de material particulado y ozono (ProAire, op.cit, p.127).

Para lograrlo el programa estipula seis estrategias, cada una con sus correspondientes medidas, 18 medidas en total. Nos limitaremos a las correspondientes a las seis estrategias nombradas, que se resumirán brevemente debido a la limitación de espacio.

En síntesis, se busca con este programa fortalecer la regulación de las fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos. En cuanto a las fuentes fijas: estrategia 1, las principales medidas están dirigidas a, implementar el programa de reducción de emisiones, a objeto de reducir las emisiones generadas por el aprovechamiento de recursos minerales y sustancias no reservadas a la federación, así como las provenientes de la industria petroquímica. Las fuentes móviles: estrategia 2, principalmente coches y camiones, las medidas están dirigidas a regular las emisiones, limitar el tránsito de vehículos diésel y mejorar el sistema de transporte y la movilidad en el AMM. Estrategia 3 dirigida a las emisiones de fuentes aéreas, enfocada a disminuir emisiones de COV y de material particulado en suspensión. La estrategia 4, referida a protección de la salud, se dirige a mejorar los programas de contingencia y establecer un programa de vigilancia y prevención de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire. La estrategia 5 se concentra en los aspectos educativos, difusión y comunicación de la calidad del aire y elaborar un programa de educación de la calidad del aire. La estrategia 6, fortalecimiento institucional y financiamiento, se concentra en evaluar ProAire, actualizar el inventario de emisiones y fortalecer el SIMA (op.cit, p.18).

## CONCLUSIONES

- Es obvio que la mala calidad del aire que se respira en las grandes urbes afecta de manera negativa la salud. Esto representa para los Estados grandes inversiones financieras para atender las demandas, no solo por morbilidad y mortalidad, sino por horas útiles de producción en la esfera económica.

- Aunque las normas oficiales mexicanas (NOM) se han ido adaptando a las exigencias internacionales, aún deben ajustarse a niveles límite más reducidos, al menos más ajustados a los propuestos por las organizaciones internacionales. Además de ajustar el sistema legal y exigir un mayor cumplimiento de estas normas en el área industrial de la nación.

- Los datos tratados en este trabajo reflejan altas concentraciones de contaminantes durante mucho tiempo de exposición, lo cual implica una sobre-exposición de la población a estas sustancias de alto riesgo para la salud, aunado al hecho de no conocerse el umbral por debajo del

cual no existan efectos nocivos para la salud, lo que lleva a pensar en un alto índice de enfermedades cardio-respiratorias en la población, más específicamente en las personas vulnerables, enfermos de diabetes, niños menores de cinco años y adultos entre 50 y 75 años.

- Como es de esperarse, el Estado a través de sus instituciones promueve programas y medidas para mejorar la calidad del aire, pero también es un problema que repercute en la estabilidad del sistema económico, lo cual hace necesaria la participación de los ciudadanos en la exigencia de sus derechos a la salud. De allí a importancia de difundir programas educativos en medios y redes sociales y la implementación de una red escolar, que abarque todos los niveles del sistema, dirigida a formar ciudadanos más conscientes de los problemas ambientales para empoderarlos a pensar estrategias y acciones que contribuyan a resolverlos.

- Las escuelas y universidades deben promover proyectos de investigación que permitan generar conocimientos acerca de los problemas derivados de la contaminación ambiental, su impacto negativo en la salud y sus posibles soluciones.

## REFERENCIAS

- Alonso, B. (2010). *La historia de la educación ambiental. La educación ambiental en el siglo XX. España*: Editado por Asociación Española para la Educación Ambiental. [Libro en línea] Disponible: <http://ae-ea.es/wp-content/uploads/2016/06/Historia-de-la-educacion-ambiental.pdf> [Consulta en 2019, febrero 2]
- Carson, Rl. (1962). *La primavera silenciosa*. Boston-Nueva York: Mariner Books. Houghton Mifflin Harcourt. [Libro en línea] Disponible en: [https://www.academia.edu/37206095/PRIMAVERA\\_SILENCIOSA\\_LIBRO\\_EN\\_ESP](https://www.academia.edu/37206095/PRIMAVERA_SILENCIOSA_LIBRO_EN_ESP) A %C3%91OL\_PDF\_COMPLETO?auto=download [Consultado en 2019, febrero 6]
- Castro, F. (2009). *Reflexión*. [Documento en línea] Disponible en: <http://www.fidelcastro.cu/es/articulos/ojala-me-equivoque> [Consulta en 2019, febrero 12]
- Chaves, J. C. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial. *Norba. Revista de Historia*. Vol. 17, 2004, 93-107 [Revista en línea] Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1158936.pdf> [Consulta en 2019 Marzo 11]
- Constitución de los Estados Unidos Mexicanos. Constitución publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917. (Texto vigente). Documento en línea. Disponible: <http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/cpeum.pdf> [Consulta en 2019 febrero 13]
- Hortua, A. (2007). *Hipótesis Gaia*. [Artículo en línea] Disponible: [https://mon.uvic.cat/tlc/files/2016/06/GAIA-lovelock\\_margulis\\_gaia\\_2\\_contraversus.pdf](https://mon.uvic.cat/tlc/files/2016/06/GAIA-lovelock_margulis_gaia_2_contraversus.pdf) [Consulta en 2019 Febrero 6-]
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010). *Cuéntame de México*. Nuevo León. [Documento en línea] Disponible: <http://cuentame.inegi.org.mx/>

- ame.inegi.org.mx/monografias/informacion/nl/poblacion/ [Consulta en 2019 febrero 14]
- (INEGI, 2019). *México en Cifras*. [Documento en línea] Disponible: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=19> [Consulta en 2019 marzo 10]
- (INEGI, 2015). *Cuéntame... de México*. [Documento en línea] Disponible: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/nl/poblacion/> [Consulta en 2019 marzo 12]
- Lovelock, J. E. (1985). *Gaia, una nueva visión de la vida sobre la Tierra*. Barcelona: Ediciones Orbis, S, A. [Libro en línea] Disponible <http://mat.eandoconlaciencia.zonalibre.org/gaia.pdf> [Consulta en 2019 febrero 6]
- Martínez, J. (2017). *Trump retira a EE UU del Acuerdo de París contra el cambio climático*. El País. [Periódico en línea] Disponible: [https://elpais.com/internacional/2017/06/01/estados\\_unidos/1496342881\\_527287.html](https://elpais.com/internacional/2017/06/01/estados_unidos/1496342881_527287.html) [Consulta Febrero 12-2019]
- Montoya, J. (2010). *Plan de educación ambiental para el desarrollo sostenible de los colegios de la institución la Salle*. [Tesis doctoral en línea] Disponible: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/41714/mon-toya.pdf> [Consulta en 2019 febrero 14]
- Naciones Unidas. (1972). *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano*. Estocolmo del 5 al 16 de junio de 1972. [Documento en línea] Disponible: <https://www.dipublico.org/conferencias/mediohumano/A-CONF.48-14-REV.1.pdf> [Consulta en 2019 Febrero 11]
- (1998). *Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático* [Documento en línea] Disponible: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> [Consulta en 2019 febrero 12]
- Norma Oficial Mexicana. (2014). *NOM-025-SSA1-2014. Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación*. Diario Oficial. Miércoles 20 de agosto de 2014 (primera sección). [Documento en línea] Disponible: <http://siga.jalisco.gob.mx/aire/normas/NOM-025-SSA1-2014.pdf> [Consulta en 2019 febrero 18]
- (2014). *NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación*. Diario Oficial. Martes 19 agosto 2014 (segunda sección). [Documento en línea] Disponible: <http://siga.jalisco.gob.mx/aire/normas/NOM-025-SSA1-2014.pdf> [Consulta en 2019 febrero 18]
- Organización Mundial de la Salud. (OMS, 2017). *Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)*. [Documento en línea] Disponible: [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd)) [Consulta en 2019 marzo 13]
- (OMS, 2018). *Calidad del aire y salud*. Documento en línea. Disponible: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) [Consulta, Febrero 18-2019]
- (OMS, 2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial de 2005*. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02. [Documento en línea] Disponible: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02)

\_spa.pdf;jsessionid=6DFDAA5D7E2C9B3268B358A4A1CDA8B9?sequence=1 [Consulta en 2019 febrero 13]

- Organización Panamericana de la Salud. OPS. (2018). *Contaminación del aire ambiental*. Organización Panamericana de la Salud. [Documento en línea] Disponible: [https://www.paho.org/hq/in dex.php?option=com\\_content&view=article&id=12918:am\\_bient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es](https://www.paho.org/hq/in dex.php?option=com_content&view=article&id=12918:am_bient-air-pollution&Itemid=72243&lang=es) [Consulta en 2019 febrero, 13]
- ProAire 2016-2025. (2016). *Programa de Gestión para mejorar la calidad del aire del Estado de Nuevo León*. [Informe en línea] Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/250974/ProAire\\_Nuevo\\_Leon.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/250974/ProAire_Nuevo_Leon.pdf) (Consulta en 2019 febrero 17)
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. PNUMA. (2017). *Hacia un planeta sin contaminación*. Nairobi 4 al 6 de diciembre de 2017. [Documento en línea] Disponible: <https://papersmart.unon.org/resoluti on/uploads/k1708350s.pdf> [Consulta en 2019 febrero 10]
- Riojas, H y Zúñiga, Pamela. (2017). Efectos en la salud por la contaminación atmosférica en México. [Documento en línea] Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171727/20160630\\_calidadAire\\_INS\\_P\\_H\\_Riojas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/171727/20160630_calidadAire_INS_P_H_Riojas.pdf) [Consulta en 2019 marzo 13]
- RTV.es/EFE. (2011). *Canadá abandona el Protocolo de Kioto para no pagar multas por sus emisiones*. [Noticias en línea] Disponible: <http://www.rtve.es/noticias/20111212/canada-abandona-protocolo-kioto-para-no-pagar-multas-emisiones/481521.shtml> [Consulta en 2019 febrero 12]
- Secretaría de Comercio. (2018). *Información económica y estatal*. [Documento en línea] Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/300345/nuevo\\_leon\\_2018\\_02.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/300345/nuevo_leon_2018_02.pdf) [Consulta en 2019 febrero, 14]
- Secretaría de Desarrollo Sustentable (SIMA, 2018). Reporte de Calidad del Aire y Meteorología del Área Metropolitana de Monterrey diciembre 2018. [Documento en línea] Disponible: <http://transparencia.ni.gob.mx/archivos/8edb359156ac26543a48c69de5c7fc7f1530736853.pdf> [Consulta 219 febrero 13]
- Unesco, (1992). *Declaración de Río sobre el medio ambiente y desarrollo*. [Documento en línea] Disponible: [http://www.unesco.org/education/pdf/RIO\\_S.PDF](http://www.unesco.org/education/pdf/RIO_S.PDF) [Consulta en 2019 febrero 12]
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UINC. 2019). *Acerca de la UINC*. [Documento en línea] Disponible: <https://www.iucn.org/es/acerca-de-la-uicn> [Consulta en 2019 febrero, 14]