

DOI: 10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93

URL: <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/883>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIMUNDO

ISSN: 2588-073X

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de Revisión

CÓDIGO UNESCO: 23 Química; 2391 Química Ambiental

PAGINAS: 79-93






Contaminación del agua y aire por agentes químicos

Water and air pollution by chemical agents

Poluição da água e do ar por agentes químicos

Ana de las Mercedes Grijalva Endara¹; María Elena Jiménez Heinert²; Henry Xavier Ponce Solórzano³

RECIBIDO: 10/07/2020 **ACEPTADO:** 26/08/2020 **PUBLICADO:** 30/10/2020

1. Magister en Cambio Climático; Magister en Auditoria de la Gestión de Calidad; Diploma Superior de Auditoria de Gestión de la Calidad; Química Farmacéutica; Docente de la Facultad de Ciencias Químicas; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; ana.grijalvae@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0003-4143-5863>
2. Magister en Química Farmacéutica, Doctora en Química y Farmacia; Químico Farmacéutico; Docente de la Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; marelejh@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0003-3482-6233>
3. Magister en Tecnología e Innovación Educativa, Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones; Docente de la Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; henry.ponces@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0003-4143-5863>

CORRESPONDENCIA

Ana de las Mercedes Grijalva Endara

ana.grijalvae@ug.edu.ec

Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

El uso de combustibles fósiles, los productos de desecho domésticos e industriales, la minería y la agricultura contaminan el aire, el agua y el suelo. Los productos químicos contaminantes pueden tener implicaciones considerables para la salud, la seguridad humana, el bienestar y el valor de la naturaleza. Los contaminantes del aire incluyen dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Estos gases provocan cambios climáticos al aumentar la temperatura de la tierra, atmósfera y océanos, lo que genera alteraciones impredecibles en las precipitaciones, aumento del nivel del mar y eventos climáticos extremos. La contaminación del aire se puede controlar mediante la aprobación de una ley contra la producción de sustancias químicas nocivas, la introducción de dispositivos especiales que reduzcan los gases de efecto invernadero y el uso de fuentes alternativas de energía. Los principales contaminantes del agua incluyen aguas residuales, productos derivados del petróleo (como bifenilos policlorados), nitratos, insecticidas, sedimentos y exceso de materia orgánica. Los productos químicos nocivos pueden llegar al agua desde la salida de las tuberías en las industrias; fugas de tuberías o tanques de almacenamiento, operaciones mineras, aplicación inadecuada de fertilizantes y pesticidas en campos agrícolas y algunas fugas de barcos. La contaminación del agua afecta órganos vitales del cuerpo, sistemas nerviosos, y provocan diferentes tipos de cánceres, efectos cardiovasculares, entre otros.

Palabras clave: Productos químicos contaminantes, Control de la contaminación, Fuentes contaminantes, Impactos e implicaciones.

ABSTRACT

The use of fossil fuels, household and industrial waste products, mining and agriculture pollute the air, water and soil. Pollutant chemicals can have considerable implications for health, human safety, well-being and the value of nature. Air pollutants include carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), nitrogen oxides (NO_x), hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), and sulfur hexafluoride (SF₆). These gases cause climatic changes by increasing the temperature of the earth, atmosphere and oceans, which generates unpredictable changes in precipitation, rise in sea level and extreme weather events. Air pollution can be controlled by passing a law against the production of harmful chemicals, the introduction of special devices that reduce greenhouse gases and the use of alternative sources of energy. The main water pollutants include sewage, petroleum products (such as polychlorinated biphenyls), nitrates, insecticides, sediments, and excess organic matter. Harmful chemicals can get into the water from the outlet of pipes in industries; leaking pipes or storage tanks, mining operations, improper application of fertilizers and pesticides in agricultural fields and some leaks from ships. Water pollution affects vital organs of the body, nervous systems, and causes different types of cancers, cardiovascular effects, among others.

Keywords: Pollutant chemicals, Pollution control, Pollutant sources, Impacts and implications.

RESUMO

O uso de combustíveis fósseis, resíduos domésticos e industriais, mineração e agricultura poluem o ar, a água e o solo. Os produtos químicos poluentes podem ter implicações consideráveis para a saúde, segurança humana, bem-estar e o valor da natureza. Os poluentes do ar incluem dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆). Esses gases causam mudanças climáticas pelo aumento da temperatura da terra, da atmosfera e dos oceanos, o que gera mudanças imprevisíveis na precipitação, elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos. A poluição do ar pode ser controlada com a aprovação de uma lei contra a produção de produtos químicos nocivos, a introdução de dispositivos especiais que reduzem os gases de efeito estufa e o uso de fontes alternativas de energia. Os principais poluentes da água incluem esgoto, produtos de petróleo (como bifenilos policlorados), nitratos, inseticidas, sedimentos e excesso de matéria orgânica. Produtos químicos nocivos podem entrar na água pela saída de tubos nas indústrias; vazamento de canos ou tanques de armazenamento, operações de mineração, aplicação inadequada de fertilizantes e pesticidas em campos agrícolas e alguns vazamentos de navios. A poluição da água afeta órgãos vitais do corpo, sistema nervoso, e causa diversos tipos de cânceres, efeitos cardiovasculares, entre outros.

Palavras-chave: Produtos químicos poluentes, controle de poluição, fontes de poluentes, impactos e implicações.

Introducción

El medio ambiente es el entorno físico (no vivo y vivo) de la sociedad humana. Las interacciones entre la sociedad y el medio ambiente son inevitables. Estas interacciones incluyen los efectos de la sociedad sobre el medio ambiente y el valor del medio ambiente para la sociedad Fig N°1.



Figura 1. Interacciones entre la sociedad y medio ambiente.

Fuente: (IPCC, 2014)

El problema ambiental, la mayoría de las veces, es causado como resultado de la alteración de las interacciones entre la sociedad y el medio ambiente. Dicha perturbación puede tener varios impactos, como la contaminación del aire, el agua y el suelo.

A su vez, estos impactos ambientales tendrán diversas implicaciones para la sociedad humana, incluidas las implicaciones para la salud y seguridad humanas, el bienestar y el valor de la naturaleza. La contaminación de la tierra y medio ambiente, afecta no solo la salud humana sino también la calidad de vida junto con los ecosistemas (IPCC, 2014).

El autor Thomas, (2012) declaró “claramente que está fuera de discusión decir que la causa del aumento incesante del calentamiento global son las consecuencias de los aumentos inducidos por el hombre en los gases que atrapan el calor”. Las actividades industriales pueden tener un impacto ambiental sobre la contaminación del agua debido a la eliminación de metales pesa-

dos como mercurio, plomo, cobre y selenio y esta agua contaminada tendrá implicaciones para la salud humana, por ejemplo, después de ingerir o al contacto dérmico con suelo contaminado. El riesgo de impactos relacionados con el clima es cada vez mayor para las sociedades desfavorecidas de cualquier país.

Mucha gente podría comprender los impactos negativos de la contaminación del aire y del suelo en la salud de los seres humanos, pero la del suelo todavía no se comprende completamente. Sin embargo, Hannah, Murray, & Ellen, (2013) en su estudio “coincidieron en que un mayor nivel de contaminantes del suelo afecta significativamente la química del suelo, las actividades microbianas y la salud de los animales y plantas que viven en el suelo”.

La contaminación ambiental puede evaluarse a nivel mundial, continental o local. Los problemas globales incluyen problemas ambientales causados por contaminantes que generalmente permanecen en el medio

ambiente durante mucho tiempo y que se transportan a largas distancias.

Sin embargo, las personas se centran más en los contaminantes atmosféricos, ya que tienen efectos a gran escala y a largo plazo. No importa en qué lugar de la tierra se produzcan las emisiones, porque los contaminantes se extienden a toda la tierra y la atmósfera en unos pocos años, mientras que los efectos pueden durar décadas o siglos (Carlton, Perry-Hill, Huber, & Prokopy, 2015).

Por lo tanto, los problemas globales, por ejemplo, el cambio climático y el agotamiento del ozono estratosférico, son problemas internacionales que necesitan soluciones globales urgentes.

Los problemas continentales son causados por contaminantes que se transportan a escala continental. “Estos problemas son internacionales y deben resolverse a nivel continental; incluyen la acidificación, la eutrofización; ozono troposférico; dispersión de compuestos tóxicos y similares” (Carlton, Perry-Hill, Huber, & Prokopy, 2015). El impacto de los problemas ambientales locales se limita más o menos al lugar donde se encuentran las causas de estos problemas, por tanto, “estos problemas necesitan soluciones locales; estos incluyen metales pesados, producción y eliminación de desechos, uso excesivo de químicos agrícolas (fertilizantes y pesticidas), desechos domésticos y efluentes industriales”. (Carlton, Perry-Hill, Huber, & Prokopy, 2015)

Los contaminantes se pueden clasificar en biodegradables y no degradables.

Los biodegradables son aquellos materiales que se descomponen simplemente por fenómenos naturales. Pueden plantear un problema si su tasa de adición es mayor que su tasa de descomposición. Los segundos tipos de contaminantes son los no degradables. Los contaminantes no degradables se

descomponen a un ritmo más lento que su descomposición, por lo que es innecesario decir que su eliminación del medio ambiente es muy difícil, si no imposible. (Malagón, 2011)

Mediante la siguiente revisión bibliográfica se explicaran las causas y consecuencias de la contaminación del agua y el aire producida por agentes químico y su impacto tanto en los seres humanos como en el medio ambiente, con el fin de brindar información importante que sirva de sustento para futuras investigaciones.

Metodología

Para el desarrollo de este proceso investigativo, se plantea como metodología la encaminada hacia una orientación científica particular que se encuentra determinada por la necesidad de indagar en forma precisa y coherente una situación, en tal sentido Davila, (2015) define la metodología “como aquellos pasos anteriores que son seleccionados por el investigador para lograr resultados favorables que le ayuden a plantear nuevas ideas” (p.66)

Lo citado por el autor, lleva a entender que el desarrollo de la acción investigativa busca simplemente coordinar acciones enmarcadas en una revisión bibliográfica con el fin de complementar ideas previas relacionadas Contaminación del agua y aire por agentes químicos a través de una revisión de literatura, para así finalmente elaborar un cuerpo de consideraciones generales que ayuden a ampliar el interés propuesto.

Tipo de Investigación

Dentro de toda práctica investigativa, se precisan acciones de carácter metodológico mediante las cuales se logra conocer y proyectar los eventos posibles que la determinan. En este sentido, la presente investigación corresponde al tipo documental, definido por Castro (2016), “se ocupa del

estudio de problemas planteados a nivel teórico, la información requerida para abordarlos se encuentra básicamente en materiales impresos, audiovisuales y / o electrónicos". (p.41).

En consideración a esta definición, la orientación metodológica incluye la oportunidad de cumplir con una serie de actividades inherentes a la revisión y lectura de diversos documentos, donde se encuentran ideas explícitas relacionadas con los tópicos encargados de identificar una característica inmersa en el estudio. Por lo tanto, se realizaron continuas interpretaciones con el claro propósito de revisar aquellas apreciaciones propuestas por diferentes investigadores en relación al tema de interés, para luego dar la respectiva argumentación a los planteamientos, en función a las necesidades encontradas en la investigación, apoyados en las herramientas tecnológicas para la búsqueda de trabajos con valor científico disponibles en la web que tenían conexión con el objetivo principal de la investigación.

Fuentes Documentales

El análisis correspondiente a las características que predomina en el tema seleccionado, llevan a incluir diferentes fuentes documentales encargadas de darle el respectivo valor científico y en ese sentido cumplir con la valoración de los hechos a fin de generar nuevos criterios que sirven de referencia a otros procesos investigativos. Para Castro,(2016) las fuentes documentales incorporadas en la investigación documental o bibliográfica, "representa la suma de materiales sistemáticos que son revisados en forma rigurosa y profunda para llegar a un análisis del fenómeno" (p.41). Por lo tanto, se procedió a cumplir con la lectura previa determinada para encontrar aquellos aspectos estrechamente vinculados con el tema, con el fin de explicar mediante un desarrollo las respectivas apreciaciones generales de importancia.

Técnicas para la Recolección de la Información

La conducción de la investigación para ser realizada en función a las particularidades que determinan a los estudios documentales, tiene como fin el desarrollo de un conjunto de acciones encargadas de llevar a la selección de técnicas estrechamente vinculadas con las características del estudio. Bolívar, (2015), refiere, que es "una técnica particular para aportar ayuda a los procedimientos de selección de las ideas primarias y secundarias". (p.71).

Tal como lo expresa, Bolívar, (2015) "Las técnicas documentales proporcionan las herramientas esenciales y determinantes para responder a los objetivos formulados y llegar a resultados efectivos" (p. 58). Es decir, para responder con eficiencia a las necesidades investigativas, se introdujeron como técnica de recolección el método inductivo, que hizo posible llevar a cabo una valoración de los hechos de forma particular para llegar a la explicación desde una visión general. El autor Bolívar, (2015) también expresa que las técnicas de procesamiento de datos en los estudios documentales "son las encargadas de ofrecer al investigador la visión o pasos que deben cumplir durante su ejercicio, cada una de ellas debe estar en correspondencia con el nivel a emplear" (p. 123). Esto indica, que para llevar a cabo el procesamiento de los datos obtenidos una vez aplicadas las técnicas seleccionadas, tales como: fichas de resumen, textual, registros descriptivos entre otros, los mismos se deben ajustar al nivel que ha sido seleccionado.

Resultados

Contaminantes del aire

Muchas actividades humanas, incluido el uso de combustibles fósiles, la industria, la minería y la agricultura, son fuentes de contaminación del aire.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆) afectan el equilibrio radiactivo de la atmósfera (por lo que -llamado forzamiento radiactivo). Como resultado del forzamiento radiactivo, la temperatura de la tierra y la atmósfera está aumentando y el clima está cambiando. (Malagón, 2011)

El cambio climático significa “la ocurrencia de eventos de precipitación anormales y el aumento del nivel del mar” (Malagón, 2011). Además, los patrones climáticos se volverán menos predecibles y aumentará la incidencia de eventos climáticos extremos, como tormentas, inundaciones y sequías. Los científicos del clima comprenden claramente que la situación puede llegar a un nivel en el que la naturaleza y la sociedad humana no sean capaces de responder con la suficiente rapidez a estos cambios.

Según el (IPCC, 2014), “muchos procesos en el ecosistema son definitivamente afectados por el manejo del uso del suelo los cuales afectarán directamente los flujos de GEI”, algunos de ellos son la combustión, la fotosíntesis respiratoria, la fermentación entérica, la descomposición y la nitrificación o desnitrificación, dentro de estos procesos el carbono, el azufre y el nitrógeno están expuestos a transformaciones complejas. Los procesos biológicos “(actividad de microorganismos, plantas y animales) y físicos (combustión, lixiviación y escorrentía) intervienen en la transformación de estos elementos” (IPCC, 2014). La troposfera, capa atmosférica de 16 km de ancho, está frecuentada por cambios continuos de variables climáticas debido al cambio en los flujos de GEI. Casi todas las contaminaciones locales y globales se observan en esta capa.

Los contaminantes comunes del aire dentro de cualquier casa se pueden mencionar

como humo de tabaco, gas radiactivo invisible, radón, productos químicos sintéticos de alfombras y herramientas, pesticidas y productos químicos que se utilizan en la limpieza del hogar. Muchas personas padecen una enfermedad pulmonar conocida como asbestosis debido a la contaminación existente en el aire de sus hogares.

La principal causa de esta enfermedad son las fibras de amianto transportadas por el aire. El amianto, que es fácilmente accesible en todas las casas, se utiliza en el aislamiento de muchas herramientas eléctricas. Si hay una falta de ventilación adecuada dentro de la casa, es posible que los contaminantes se concentren a un nivel mucho más alto que en el exterior. Por lo tanto, los contaminantes pueden amenazar la vida de muchos residentes de una casa de una sola vez. Los equipos que pueden causar una acumulación no anticipada de contaminantes del aire son los calentadores que carecen de ventilaciones eficientes y adecuadas. (Moya, 2014)

Principales contaminantes del aire y sus fuentes

La (IPCC, 2014) informó que “el CO₂, el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno NO_x, el dióxido de azufre (SO₂) y pequeñas partículas sólidas, incluido el plomo de los aditivos de la gasolina, son los principales resultados de las emisiones antropogénicas de GEI”. El uso imprudente y continuo de recursos como la quema de carbón y petróleo (combustibles fósiles) para obtener energía para industrias operativas, telas y vehículos, encarnación de desechos domésticos, procesos agrícolas, se conoce como fuentes de primera mano e inigualables de los principales contaminantes del aire. A veces, los contaminantes del aire pueden ser el resultado de incendios forestales naturales, aerosoles, cenizas volcánicas y la lista es mucha.

El Dióxido de carbono es uno de los gases

que atrapan el calor más importante.

Los científicos del clima muestran que la principal causa del efecto invernadero es la alta concentración de CO₂ en la atmósfera. El efecto invernadero es el agente causante del calentamiento global. En comparación con otros contaminantes del aire en términos de su abundancia, el CO₂ ocupa el primer nivel. Circula constantemente en el medio ambiente a través de una variedad de procesos naturales conocidos como ciclo del carbono. CO₂, liberado por la respiración de animales, combustión u oxidación de combustibles fósiles, incluyendo gasolina, carbón, estiércol, materia orgánica del suelo, materia orgánica muerta, fermentación de azúcares, descomposición química de carbonatos y urea y erupciones de volcanes. (Oves & Saghir Khan, 2016)

La oxidación de la materia orgánica del suelo proporciona energía a los organismos del suelo. El CO₂, producto de la respiración, “se libera a la atmósfera, pero también se elimina de la atmósfera cuando es absorbido por los cuerpos de agua y por las plantas mediante los procesos de fotosíntesis, conversión de CO₂ y agua en azúcares simples utilizando la energía de la luz” (Oves & Saghir Khan, 2016). Sin embargo, la deforestación, reduce tremendamente los procesos de fotosíntesis.

Con el avance de las nuevas tecnologías, la vida del ser humano se ha mejorado drásticamente. Sin embargo, esto ha generado un aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera debido a las actividades humanas y se está volviendo mucho más rápido que su eliminación. El problema se está agravando debido a la capacidad del CO₂ de permanecer durante más de decenas de siglos en la atmósfera sin ser eliminado de forma natural. “Si observa la historia de la concentración de CO₂ en la atmósfera, solo había unas 280 ppm de moléculas de CO₂ antes de que comenzara la revolución industrial a mediados del siglo XVIII” (Jime-

nez, Canagaratna, & Donahue, 2009). Sin embargo, “en 2017 la concentración se elevó a 406 ppm debido a la amplia difusión mundial de los sectores industriales y al aumento del consumo de combustibles fósiles para el transporte de vehículos y la generación de electricidad” (Morgan, 2013).

El Metano (CH₄), “también conocido como gas natural, se emite a partir de la fermentación entérica del ganado, de los sistemas de gestión del estiércol y, en gran parte, del cultivo de arroz” (Moya, 2014). Aproximadamente el 43% de la emisión de CH₄ a la atmósfera proviene de tierras húmedas naturales y arrozales. La extracción de carbón y otros combustibles fósiles también a veces agrava la emisión de metano, especialmente durante su producción y transporte. El metano también se emite por la descomposición de la basura en los vertederos, los vertederos de desechos sólidos y los productos domésticos.

Al comparar el CH₄ con el CO₂ en términos de concentración en la atmósfera, el CO₂ es mucho mayor que el CH₄. Sin embargo, el problema con el CH₄ es que permanece en la atmósfera durante más tiempo que el CO₂. El CH₄ es más efectivo en el aumento de la temperatura atmosférica, ya que atrapa el calor de manera más eficiente que el CO₂. Si comparamos el CH₄ con el CO₂, por ejemplo, la molécula de CH₄ es casi 30 veces más eficiente para atrapar la radiación infrarroja irradiada desde la superficie de la tierra que una molécula de CO₂. (Moya, 2014)

Las personas utilizan el CH₄ principalmente como fuente de energía combustible al quemarlo. Pero también tiene una amplia aplicación a nivel industrial para producir diferentes tipos de productos químicos. En las cocinas ayuda a calentar hornos, estufas, calentadores, etc. Las industrias que producen materiales de construcción también utilizan gas natural en grandes cantidades para quemar materiales de madera. Las

fábricas de procesamiento de alimentos y vidrio también utilizan gas natural para calentarse. “El CH₄ también es muy esencial para generar productos químicos, llamados petroquímicos, que se pueden emplear para fabricar productos básicos que se pueden utilizar para enriquecer los fertilizantes del suelo, para fabricar materiales plásticos y medicamentos”. (Moya, 2014)

Los químicos orgánicos volátiles (COV) ingresan a la atmósfera debido a la falta de combustión ineficaz de los aceites fósiles. Los compuestos orgánicos volátiles (COV) incluyen compuestos orgánicos como etileno, propileno, benceno o estireno. Los VOCs se evaporan a una temperatura relativamente baja y contribuyen a la contaminación del aire.

El óxido nitroso y el óxido nítrico N₂O tienen un largo tiempo de residencia en la atmósfera de aproximadamente 150 años. Absorbe la radiación infrarroja, pero debido a su baja concentración solo tiene un pequeño efecto sobre el calentamiento global. Sin embargo, debido a su largo tiempo de residencia, tiene efectos más graves en la estratosfera, donde reacciona con el oxígeno atómico excitado para producir óxido nítrico, NO, que destruye el ozono.

La temperatura del suelo y el contenido de agua afectan la producción de N₂O después de la aplicación de nitrato de amonio como fertilizante.

El N₂O se produce principalmente por la reducción biológica de nitratos, un proceso conocido como desnitrificación. La mayoría de las veces, este proceso ocurre en condiciones anaeróbicas. Ocurre más rápidamente cuando el suelo está caliente y contiene materia orgánica fácilmente descompuesta. Los microorganismos utilizan NO₃ en lugar de O₂ como aceptor de electrones, produciendo NO, N₂O y N₂. Muchos estudios indican que los valores más altos de N₂O provienen de suelos regados

y fertilizados con alto contenido de materia orgánica (Havlin, Beaton, Tisdale, & Nelson, 2015)

El CO de monóxido de carbono entra a la atmósfera a partir de actividades industriales y de vehículos que consumen petróleo fósil. “Si la concentración de CO en la atmósfera es superior a 10 mgm³ durante 8 horas o 40 mgm³ durante 1 h, será terrible para la salud” (WHO, 2015). A medida que aumenta la concentración de CO en la atmósfera, el oxígeno no llegará adecuadamente a los pulmones por lo que se presentan accidentes de asfixia, es decir muerte por falta de oxigenación de la sangre en los pulmones. Durante el tiempo en que se inhala el CO, “se asimila inmediatamente con la hemoglobina en la sangre para que no haya más adsorción de oxígeno, asfixia. Los niños / bebés son más vulnerables a la toxicidad del CO en un ambiente confinado dado” (WHO, 2015).

El CO es muy mortal para la vida; incluso el 1% puede provocar la muerte en menos de un min. Las principales fuentes de CO son las industrias urbanas, los escapes de automóviles y el humo de los cigarrillos. Los principales síntomas de esta intoxicación incluyen dolor de cabeza, náuseas o fatiga, seguidos de inconsciencia y finalmente la muerte. Un motor de automóvil, un horno con fugas y el gas combustible son las principales fuentes de CO.

El dióxido de azufre SO₂ se emite a la atmósfera desde los generadores y desde la minería de petróleo o carbón que contienen ácidos sulfúricos. Hoy en día, es una experiencia común tener el incidente de la lluvia ácida ya que sus industrias depositan una gran cantidad de SO₂ en la atmósfera. “Si la concentración máxima de ácido sulfúrico es superior a 80 μgm³ durante un año o 365 μgm³ durante 24 h, es perjudicial para la vida del ser humano” (Engelking, 2009).

El material particulado, es decir la acumu-

lación de partículas individuales, también puede ser la causa de la contaminación del aire.

Su composición difiere de un lugar a otro dependiendo sobre el tipo de procesos industriales, tipo de vehículos, método de incineración y tipo de generación de calor y energía. Generalmente, se compone de carbono, nitratos, sulfatos y muchos metales nocivos como plomo, cobre, hierro y zinc. El estándar de salud recomienda menos de $50\mu\text{gm}^3$ durante un año o $150\mu\text{g}^3$ durante 24 h. (Engelking, 2009).

El dióxido de nitrógeno NO_2 “contribuye a la contaminación del aire después de reaccionar con los hidrocarburos y la luz solar para formar oxidantes fotoquímicos. Hay muchas formas que conducen a la acumulación de NO_2 en la atmósfera”. Algunos de ellos son la aplicación inadecuada de fertilizantes, el uso de ácido nítrico, el funcionamiento de todo tipo de generadores, durante la movilidad de vehículos y el uso de explosivos para romper rocas y otros. “El nivel aceptable de este gas es menos de $100\mu\text{gm}^3$ más de un año” (Engelking, 2009).

Las principales fuentes de contaminación del aire debido a los residuos son los vertederos, la incineración y el compostaje. La incineración y el compostaje pueden resultar en emisiones de contaminantes al medio ambiente. Las posibles soluciones son la prevención de residuos, el reciclaje y un uso más eficiente de los recursos.

Consecuencias de los contaminantes del aire

La contaminación del aire ocurre dentro de laboratorios, escuelas técnicas, salas y oficinas, en ciudades, en todos los continentes e incluso en todo el mundo. El aumento de la concentración de sustancias contaminantes en la atmósfera, la contaminación del aire, no solo afecta la salud humana sino también el medio ambiente y la calidad de vida. Particularmente, “los contaminantes

del aire afectan la salud del ser humano. Los principales problemas asociados son el cáncer y los sistemas respiratorios” (WHO, 2015). Además, todos los organismos vivos junto con sus ecosistemas son las principales víctimas de estos contaminantes nocivos. Algunos contaminantes del aire (óxidos) se combinan con el vapor de agua y regresan a la tierra en forma de lluvia ácida y nieve, que corroen en estatuas y edificios, dañan cultivos y bosques, y hacen que los lagos y arroyos no sean aptos para peces y otras plantas y animales.

Se teme que la contaminación haga que una atmósfera ineficaz refleje radiaciones peligrosas (UV-B del sol). Al mismo tiempo, la atmósfera actúa como barrera de modo que no hay forma de escapar del calor a la atmósfera. Por tanto, el calor absorbido en la atmósfera aumenta drásticamente. Como resultado, la temperatura media del globo aumenta de modo que prevalece el fenómeno del calentamiento global. Se cree que el aumento repentino del nivel del mar, la amplia propagación de enfermedades contagiosas, etc., prevalecerán debido al calentamiento global.

Una mezcla de humo y niebla forma un smog que causa irritación en los ojos, la garganta y los pulmones, además de dañar las plantas. “El smog que contiene O_3 en la atmósfera inferior es un veneno que puede dañar a cualquier ser vivo y estropear artefactos y estatuas” (Thomas, 2012). Los funcionarios ambientales miden el O_3 para determinar la gravedad del smog. Con el aumento del nivel de O_3 , los contaminantes como el CO tienen la intención de aumentar para que la condición empeore aún más.

La contaminación del aire no está restringida solo a nivel regional sino que se expande para afectar a nivel mundial. La estratosfera, una zona de O_3 , que se encuentra entre 16 y 50 km sobre el nivel del mar, es la capa atmosférica más expuesta a los contaminantes del aire.

Esta palanca salva a la tierra de la penetración de UV-B. Si estas radiaciones alcanzan la superficie terrestre, definitivamente dañarán la molécula genética (ADN) de cualquier célula viva. Este problema entonces puede imponer cáncer en el ser humano. Así, podemos decir que la capa de O₃ es la salvadora de toda la vida de nuestro planeta. (Thomas, 2012)

Según el informe del (IPCC, 2014), “si las medidas de control de los contaminantes del aire no se implementan en el suelo, existe una alta posibilidad de que se produzca un aumento de la temperatura global entre 1,4 y 4,8 C y del nivel del mar entre 20 y 88 cm para el año 2100”. Si el mar el nivel aumenta en esta magnitud, las ciudades costeras serán parte del mar, se producirá una gran crisis social y la propagación de enfermedades transmisibles estará fuera de control.

Control de la contaminación del aire

Para controlar la contaminación del aire, se debe aprobar una ley contra los responsables de materiales y actividades contaminantes. Sin embargo, la ley no será práctica a menos que especifique claramente el tipo y nivel de estas sustancias nocivas.

Aunque hay muchas formas de especificar los contaminantes del aire, “la más común es simplemente tomar muestras del aire ambiental y analizar la presencia de los contaminantes, generalmente, materiales como plomo, CO, SO₂, NO_x, O₃, COV, partículas y otros materiales contaminantes. Se necesitan esfuerzos para dar publicidad y hacer cumplir los estándares de población aceptables. Luego, la investigación de los contaminantes existentes y los nuevos que ingresan a la atmósfera se llevará a cabo sin problemas. (Malagón, 2011)

Es la mejor estrategia para controlar la contaminación del aire al disminuir la emisión de contaminantes a nivel local y global. Sin embargo, una vez que se forman los conta-

minantes, deben controlarse utilizando dispositivos especiales. Estos se fijan en cualquier vehículo (como catalizador) y plantas industriales (como filtros y depuradores). “La función del convertidor catalítico es reducir la nocividad de los gases, ya que, evitar la contaminación del aire es mucho más factible que limpiar el aire contaminado” (Hannah, Murray, & Ellen, 2013).

Se han realizado muchos intentos para lograr un aire limpio, por ejemplo “el caso de la gasolina, se ha intentado formular muchas veces para quemarlo sin contaminar el aire. Otra forma es utilizar fuentes alternativas de energía como la electricidad, energía solar, energía eólica, etc. para automóviles” (Malagón, 2011). Se ha mejorado el diseño de los edificios para utilizar el sol durante las épocas frías y la sombra y la brisa durante las épocas calurosas en lugar de utilizar calefacción y refrigeración artificiales. Si más personas utilizan el transporte público en lugar de conducir individualmente, la cantidad de automóviles se reducirá significativamente.

Deben construirse edificios especiales equipados con ventilación adecuada para evitar la contaminación interior. Debe prohibirse fumar en las salas públicas. Nunca use asbesto en el aislamiento. La construcción de cimientos firmes evita la filtración de contaminantes en los edificios.

Productos químicos contaminantes del agua

El agua tiene una necesidad incomparable para todas las vidas que existen en el planeta. Pero los recursos hídricos contaminados como arroyos, lagos, aguas subterráneas, bahías u océanos por sustancias químicas son dañinos para los seres vivos. La contaminación incluso hace arroyos, lagos y aguas costeras desagradables a la vista, al olfato y al baño. Los contaminantes del agua pueden presentarse en forma de materiales químicos, biológicos o físicos. La

consecuencia última de estos materiales es degradar la calidad del agua.

Tipos y fuentes de contaminantes químicos

Hay dos tipos de fuentes de contaminantes del agua. Se trata de contaminación puntual y contaminación difusa.

La contaminación puntual es el tipo de contaminación en el que las fuentes de contaminantes químicos son claramente identificables. Un ejemplo de contaminación puntual incluye fábricas, plantas de procesamiento, etc. Pero la contaminación difusa es el segundo tipo de contaminación en el que las fuentes de contaminantes químicos no son fácilmente identificables. Generalmente, se cree que la principal causa de los contaminantes del agua son las actividades humanas. (Hannah, Murray, & Ellen, 2013)

Los productos químicos pueden llegar a los cuerpos de agua desde la salida de las tuberías en las industrias, las fugas de las tuberías o los tanques de almacenamiento. “Las operaciones mineras también son responsables de una importante contaminación del agua, ya sea por el uso de contaminantes químicos durante el procesamiento de minerales en el área minera o por la lixiviación de agua a través de rocas ricas en químicos” (Hannah, Murray, & Ellen, 2013). En las ciudades se producen grandes cantidades de aguas residuales que se transportan a los cuerpos de agua a través de canales y arroyos u otros mecanismos. Los contaminantes químicos también se producen en industrias, fuentes agrícolas como pastos, ranchos, corrales de engorda, etc. La principal fuente de contaminantes marinos incluye plantas de procesamiento y actividades mineras en las costas adyacentes, plataformas petrolíferas en alta mar, algunas fugas de barcos, etc. materiales a los animales marinos si se arrojan y se ingieren.

Se agrega una cantidad significativa de pe-

tróleo a los océanos durante el lavado de los tanques. Hay otras fuentes de contaminación del agua.

La salida de una determinada chimenea transfiere productos químicos, por ejemplo, SO₂, de la planta a la atmósfera. A medida que el SO₂ del aire comienza a mezclarse con la humedad de la atmósfera, se produce ácido sulfúrico y llueve a la tierra. Este ácido obtendrá una forma de llegar a los cuerpos de agua a través de la escorrentía y luego dañará a muchos animales que viven en los cuerpos de agua o beben de esa agua. Los materiales de la basura pueden ser toxinas, de modo que durante las épocas de lluvia las sustancias tóxicas se pueden transportar con el agua que se filtra y, por lo tanto, la contaminación del agua subterránea estará allí. (Carlton, Perry-Hill, Huber, & Prokopy, 2015)

En los campos agrícolas, los nutrientes como los nitratos y fosfatos de los fertilizantes aplicados y las aguas residuales se llevan a los ríos, arroyos y lagos. Esto conduce a la formación de eutrofización que causa la muerte de muchos peces y otras vidas acuáticas. La escorrentía también a veces transporta algas tóxicas como pesticidas junto con desechos industriales en cuerpos de agua. El sedimento fino que ha sido transportado por la erosión del suelo también es responsable de la muerte de vidas acuáticas masivas.

Productos derivados del petróleo Las personas utilizan petróleo crudo para producir productos químicos que se utilizan para muchos fines, como actividades de lubricación, energía de combustibles, plásticos y otros. Sin embargo, como resultado del uso y manejo inadecuado de estos productos químicos, llegan a los cuerpos de agua y reducen la calidad de la misma. Por mencionar algunas de las actividades humanas que conducen a la contaminación del agua, se encuentran “las fugas del sistema de tuberías perforadas, contenedores de petró-

leo, vehículos, barcos y otros por encima y por debajo del suelo” (Morgan, 2013). Casi todos los productos derivados del petróleo son letales si los animales los ingieren en grandes cantidades. Los bifenilos policlorados (PCB) son sustancias nocivas que contaminan los cuerpos de agua.

Pesticidas Los agentes químicos llamados pesticidas incluyen herbicidas (para control de malezas), insecticidas (para control de insectos) y fungicidas (para control de hongos). Los productos químicos utilizados para matar animales y plantas no deseados, por ejemplo, en granjas o en patios suburbanos, pueden ser recolectados por el agua de lluvia y llevados a los arroyos, especialmente si estas sustancias se aplican con demasiada abundancia. Algunos de estos productos químicos son biodegradables y se descomponen rápidamente en formas inofensivas o menos dañinas, mientras que otros no son biodegradables y siguen siendo peligrosos durante mucho tiempo.

Cuando los animales consumen plantas que han sido tratadas con determinadas sustancias químicas no biodegradables, como el clordano y el diclorodifeniltricloroetano (DDT), estas sustancias químicas se absorben en los tejidos u órganos de los animales. Cuando otros animales se alimentan de estos animales contaminados, los productos químicos pasan por la cadena alimentaria. Con cada paso en la cadena alimentaria, aumenta la concentración del contaminante. Este proceso se llama biomagnificación. Un exceso de glifosfato, un ingrediente ampliamente utilizado en herbicidas, mata a los insectos beneficiosos susceptibles que se alimentan de las plagas de insectos y es extremadamente tóxico para los peces. (Morgan, 2013)

Nitratos El uso de pesticidas y fertilizantes no controlados en el área de la granja contaminan los suministros de agua potable con nitratos. “El ion NO_3 , al estar cargado negativamente, no es adsorbido por la ma-

yoría de los suelos. Permanece en la solución del suelo hasta que es absorbido por las raíces de las plantas o se lixivia del suelo en el agua de drenaje o se desnitrifica” (Havlin, Beaton, Tisdale, & Nelson, 2015).

Los análisis de nitrato del agua potable se informan como concentraciones de nitrato en miligramos por litro, o la cantidad de nitrógeno que posee el nitrato (NO_3N) en miligramos por litro. La directriz más reciente de la Comisión Europea estableció el nivel máximo admisible que el nitrato en el agua potable sea de 50 g de NO_3 por litro de agua. El riesgo para la salud del nitrato en el agua potable libre de contaminación fecal es muy pequeño. (Havlin, Beaton, Tisdale, & Nelson, 2015)

Metaloides pesados El plomo, el mercurio, el cobre y el selenio son algunos de los metales pesados nocivos. “Contaminan los cuerpos de agua si se salen de sus fuentes, como la minería, las fábricas e industrias, los vehículos y los materiales parentales que tienen estos productos químicos” (Oves & Saghir Khan, 2016). Los animales pueden adquirir estos metales pesados de plantas y otros animales que ya consumieron estos productos químicos.

Residuos peligrosos En general, los residuos peligrosos se clasifican en tóxicos, reactivos, corrosivos e inflamables. “La mayoría de las veces, los materiales pueden llegar a los cuerpos de agua debido a la falta de almacenamiento o tratamiento adecuados. Los desechos pueden llegar al agua por derrames de petróleo o por cualquier otro mecanismo” (Oves & Saghir Khan, 2016). Los animales también pueden ser víctimas de estos desechos si hurgan en organismos vivos o muertos contaminados. Los animales también pueden ser tóxicos por su naturaleza si son comidos por otros animales.

Exceso de materia orgánica La aplicación excesiva de fertilizantes, materia orgánica y otros nutrientes puede contaminar el agua.

“Esto conduce al alto crecimiento de algas y plantas acuáticas que cuando mueren en el agua conduce a la prevalencia de procesos de alta descomposición: fenómenos de eutrofización, agotamiento de oxígeno a un nivel mortal” (Havlin, Beaton, Tisdale, & Nelson, 2015). La eutrofización causa muchas muertes de organismos dependientes del oxígeno como peces y otros. Los contaminantes que se utilizan para promover el crecimiento de las plantas en granjas y jardines pueden llegar al agua. Los rellenos sanitarios pueden resultar en el deterioro del paisaje y los contaminantes pueden filtrarse de los rellenos sanitarios al agua subterránea.

Sedimentos En ausencia de una buena cobertura vegetal y de medidas adecuadas de conservación del agua del suelo, se descargan demasiadas partículas de suelo en los cuerpos de agua de las tierras agrícolas, las zonas mineras y las carreteras. “Este sedimento puede imponer la contaminación del agua no solo por tener un alto contenido de nutrientes, sino que puede estar cargado de contaminantes dañinos” (Havlin, Beaton, Tisdale, & Nelson, 2015). La vida silvestre que vive en pozos, lagos, ríos y arroyos es extremadamente vulnerable a los químicos contaminantes. Los contaminantes que llegan al mar pueden matar y perturbar el ecosistema acuático. Aunque los océanos son vastos, son vulnerables a la contaminación. El agua contaminada no solo es responsable de los problemas de salud de los humanos, sino que también causa la muerte de una cantidad inimaginable de vida silvestre.

Consecuencias de la contaminación del agua

Los seres humanos en la parte superior de las cadenas alimentarias pueden, como resultado de estas concentraciones químicas, sufrir cáncer, problemas reproductivos y la muerte.

La ingesta elevada de agua y alimentos con-

taminados con una alta concentración de nitratos puede provocar metahemoglobine-mia o síndrome del bebé azul en los bebés, una forma de anemia potencialmente letal. Esta enfermedad no es causada por nitratos sino por nitritos, producidos en el tracto gastrointestinal por organismos reductores de nitratos. El consumo elevado de nitrato también conduce al cáncer gástrico. (WHO, 2015)

Al igual que los pesticidas y herbicidas, los metales pesados pueden provocar problemas de salud a largo plazo, ya que alcanzan niveles elevados en el cuerpo. Es decir, “si los humanos comen cultivos y verduras, que ya absorbieron cadmio en exceso de los fertilizantes orgánicos, en particular de las aguas residuales, pueden provocar daños en los órganos esenciales del cuerpo. El consumo de plomo también es responsable del retraso mental” (Morgan, 2013).

El pescado y los mariscos recolectados de aguas contaminadas pueden no ser seguros para comer. “Las personas que ingieren agua contaminada pueden enfermarse y, con una exposición prolongada, pueden desarrollar cáncer o tener hijos con defectos de nacimiento” (Morgan, 2013). Los contaminantes industriales que desembocan en arroyos, ríos o lagos pueden tener efectos graves en la vida silvestre, las plantas y los seres humanos.

Un cambio en el estado de los nutrientes en suelos y sedimentos puede tener un efecto sobre la distribución de especies en ecosistemas terrestres y acuáticos; el aumento de los niveles de nitrato en el agua subterránea puede resultar en niveles tóxicos de nitrato en el agua potable, peligros para la salud. La eutrofización es una de las consecuencias comunes del agua contaminada con nutrientes. Es un enriquecimiento de las aguas de lagos, ríos y mar con nutrientes (como nitrógeno, fósforo y azufre) que aumentan el crecimiento de las plantas acuáticas. Se debe a las actividades agrícolas

e industriales subyacentes a las pérdidas de nitrógeno, azufre y fósforo al medio ambiente. Es decir, aunque es un proceso natural, pero se ve acentuado por actividades humanas como la descarga de aguas residuales industriales, efluentes de aguas residuales, escorrentías, lixiviación de tierras agrícolas muy fertilizadas o abonadas y deposición de la atmósfera. (Thomas, 2012)

Hay algunos eventos en los que la lluvia ácida o la nieve ácida pueden tener perturbaciones en los ecosistemas acuáticos. Además, el petróleo derramado por barcos e industrias en las aguas costeras puede provocar el envenenamiento de los peces y la pérdida de plumas y pieles. Si los animales ingieren las sustancias químicas en grandes cantidades, existe una alta posibilidad de muerte.

Control de la contaminación del agua

Los gobiernos, gobernantes y políticos deben dar prioridad a la reducción de los contaminantes del agua provenientes de suelos erosionados, productos químicos agrícolas y desechos, pesticidas y fertilizantes excesivos. El aumento de las cubiertas vegetales ayuda a ser una barrera contra los productos químicos nocivos que acompañan a los suelos erosionados. Para reducir la cantidad de sedimentos, se debe implementar una conservación del suelo y del agua bien planificada en la vertiente y a lo largo de las orillas del río. Los agricultores y los silvicultores deben trabajar para estabilizar las orillas de los ríos y arroyos aumentando la cobertura vegetal. Los agricultores deben tener cuidado de no labrar su tierra hacia arriba y hacia abajo a lo largo de la pendiente para reducir la acumulación de sedimentos en los cuerpos de agua. Los animales deben estar confinados en ciertos lugares para que sus desechos puedan controlarse y tratarse convenientemente.

Conclusión

Durante el desarrollo del proceso investigativo se observó, como todas las actividades de desarrollo, entre las que se mencionan la agricultura, la minería, la construcción, los procesos industriales, las plantas de generación de energía, las instalaciones de transporte, entre otros, tienen una contribución vital en la producción de sustancias químicas contaminantes para el aire, el agua y el suelo, bien sea de manera directa o indirectamente.

La consecuencia de la contaminación del aire se hace evidente a medida que la tierra experimenta patrones de precipitación anormales, un aumento incesante de la temperatura global y el derretimiento de los hielos polares, una acidez y un nivel del mar cada vez mayores y la frecuencia de cambios extremos e impredecibles de los fenómenos meteorológicos. A su vez, este cambio climático se refleja contra el ser humano en términos de salud y seguridad de las sociedades y el valor de todo el ecosistema.

En general, tanto el suelo como el agua se han producido en gran cantidad con el avance de los procesos industriales. Muchos estudios confirmaron que las sustancias químicas contaminantes son los agentes causantes de muchas enfermedades crónicas y agudas. Además de los efectos de los productos químicos contaminantes en los aspectos de salud, estos (productos químicos) están afectando negativamente al medio ambiente.

Debido a esto se espera que la temperatura de la superficie aumente incluso más allá de nuestras expectativas. Es muy probable que las olas de calor ocurran con más frecuencia y duren más, y que los eventos de precipitación extrema se vuelvan más intensos y frecuentes en muchas regiones. El océano seguirá calentándose y acidificándose, y el nivel medio global del mar au-

mentará. A pesar de la creciente conciencia sobre el cambio climático, las emisiones de GEI continúan un ascenso implacable.

Sin embargo, el cambio climático se puede responder utilizando dos enfoques: mitigación y adaptación. Los gases que atrapan el calor se pueden reducir disminuyendo el uso de sus fuentes o mejorando los sumideros de los gases. También es el momento adecuado para pensar en cómo reducir la vulnerabilidad a los efectos nocivos del cambio climático. La principal fuente de todas las contaminaciones químicas es la lucha por obtener energía en la producción de productos básicos, el transporte y otros requisitos necesarios. Por tanto, es vital y oportuno potenciar las fuentes alternativas de energía: solar, hidroeléctrica y eólica. Si se introduce un uso adecuado y eficiente de productos químicos agrícolas, el reciclaje de efluentes domésticos e industriales, se pueden reducir los peligros de contaminación del suelo y el agua.

Bibliografía

- Carlton, J., Perry-Hill, R., Huber, M., & Prokopy, L. (2015). The climate change consensus extends beyond climate scientists. *Environ Res Lett*.
- Engelking, P. (2009). Pollution. Microsoft® Encarta® (2009) (DVD).
- Hannah, S., Murray, M., & Ellen, H. (2013). Sources and impacts of contaminants in soils. Cornell Waste Management Institute, Department of Crop & Soil Sciences.
- Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S., & Nelson, W. (2015). *Soil Fertility and Fertilizers, an introduction to nutrient management*. Pearson Education.
- IPCC. (2014). IPCC Fifth Assessment Report, Summary for Policy makers. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar5/>
- Jimenez, J., Canagaratna, M., & Donahue, N. (2009). Evolution of organic aerosols in the atmosphere. *Science*, 1525-1529.
- Malagón, E. (2011, Abril 12). Medio Ambiente y Contaminación. Principios básicos. Retrieved October 10, 2020, from <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16784/Medio%20Ambiente%20y%20Contaminaci%C3%B3n.%20Principios%20b%C3%A1sicos.pdf?sequence=6>
- Morgan, R. (2013). Soil, heavy metals, and human health. In: Brevik EC, Burgess LC (eds) *Soils and human health*. CRC Press, 59–80.
- Moya, J. (2014). Children's behavior and physiology and how it affects exposure to environmental contaminants. *Pediatrics*, 996–1006.
- Oves, M., & Saghir Khan, M. (2016). Heavy metals: biological importance and detoxification strategies. *J Bioremed Biodegr*.
- Thomas, A. (2012). *Global Change Research Program (USGCRP): thirteen agencies, one vision*. Washington, DC: USGCRP White House Office of Science and Technology Policy.
- WHO. (2015). *Children's health and the environment: a global perspective. A resource guide for the health sector*. Geneva.

CITAR ESTE ARTICULO:

Grijalva Endara, A., Jiménez Heinert, M., & Ponce Solórzano, H. (2020). Contaminación del agua y aire por agentes químicos. *RECIMUNDO*, 4(4), 79-93. doi: 10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.79-93

