



# **NOTAS Y DIÁLOGOS EN SALUD AMBIENTAL**



**Martha Orozco (Edición y Coordinación),  
María Guadalupe Garibay, Felipe de Jesús Lozano,  
Silvia León, Valentina Davydova, Gabriela Hernández,  
Arturo Figueroa, Javier García, Javier Martínez, Abril Rivera,  
Azucena Arellano, Rodolfo Aceves, Rocío Quevedo,  
Naylet Sangroni, Melisa Padilla, Lisandra Machado,  
Melisa Vargas, Saily Moreno, Vianey Samaniego,  
Nerea Mondragón, Giselle Navarro.**



# Notas y Diálogos en Salud Ambiental

Martha Orozco  
María Guadalupe Garibay  
Felipe de Jesús Lozano  
Silvia León  
Valentina Davydova  
Gabriela Hernández  
Arturo Figueroa  
Javier García  
Javier Martínez  
Abril Rivera  
María Azucena Arellano

Rodolfo Aceves  
Rocío Quevedo  
Naylet Sangroni  
Melisa Padilla  
Lisandra Machado  
Melisa Vargas  
Saily Moreno  
Vianey Samaniego  
Nerea Mondragón  
Giselle Navarro

Con el Apoyo del Programa de Incorporación y Permanencia de Posgrado  
en el Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PROINPEP),  
de la Universidad de Guadalajara.

Primera edición, 2023

Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) Instituto de  
Medio Ambiente y Comunidades Humanas (IMACH)

Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental

Derechos Reservados D.R. © 2023 Universidad de Guadalajara

Av. Juárez 976 C.P. 44100, Colonia Centro, Guadalajara, Jalisco, México

Coordinación y edición: Martha Georgina Orozco Medina

Autores: Martha Georgina Orozco Medina, María Guadalupe Garibay, Felipe de  
Jesús Lozano, Silvia León, Javier García, Gabriela Hernández, Abril Rivera, Arturo  
Figueroa, Valentina Davydova, Javier Martínez, María Azucena Arellano, Rodolfo  
Aceves, Lisandra Machado, Melisa Padilla, Rocío Quevedo, Naylet Sangroni, Saily  
Moreno, Nerea Mondragón, Melisa Vargas, Vianey Samaniego.

Fase de revisión editorial doble ciego con el apoyo del Instituto de Medio  
Ambiente y Comunidades Humanas (CUCBA, U de G).

Diseño y maquetación: Editorial Cuarenta Letras

ISBN: 978-607-99772-3-8



Este trabajo está autorizado bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercialSinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND) lo que significa que el texto puede ser compartido y redistribuido, siempre que el crédito sea otorgado al autor, pero no puede ser mezclado, transformado, construir sobre él ni utilizado con propósitos comerciales. Para más detalles consúltese <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Impreso en México / Printed in Mexico



# CONTENIDO

Introducción.....	5
-------------------	---

## **1. El Agua y la Contaminación: Llegamos al Límite**

1.1. Presentación.....	7
1.2. Desarrollo.....	9
1.3. Conclusiones.....	14
1.3.1. Sección de Diálogo con el Especialista.....	14
1.3.2. Reflexión.....	17
1.4. Bibliografía.....	18

## **2. La Contaminación de los Suelos Enferma nuestro futuro**

2.1. Presentación.....	20
2.2. Desarrollo.....	21
2.3. Conclusiones.....	24
2.3.1. Sección de Diálogo con el Especialista.....	24
2.4. Bibliografía.....	27

## **3. Tóxicos en Alimentos y la Salud Ambiental**

3.1. Presentación.....	29
3.2. Desarrollo.....	30
3.3. Conclusiones.....	33

3.3.1. Sección de Diálogo con el Especialista.....	33
3.3.2. Reflexión.....	34
3.4. Bibliografía.....	35

## **4. Necesidad de Contacto con la Naturaleza**

---

4.1. Presentación.....	38
4.2. Desarrollo.....	40
4.3. Conclusiones.....	43
4.3.1. Sección de Diálogo con el Especialista.....	44
4.3.2. Reflexión.....	45
4.4. Bibliografía.....	45

## **5. Principales Fuentes y Contaminantes del Aire**

---

5.1. Introducción.....	50
5.2. Desarrollo.....	51
5.2.1. Fuentes de Emisión.....	51
5.2.2. Principales Contaminantes.....	53
5.3. Conclusiones.....	55
4.5. Bibliografía.....	55

## **6. Generalidades de Fuentes Fijas y Calidad del Aire**

---

6.1. Introducción.....	56
------------------------	----

<b>6.2. Desarrollo.....</b>	<b>56</b>
<b>6.2.1. Fuentes Fijas.....</b>	<b>56</b>
<b>6.3. Conclusiones, Retos y Perspectivas.....</b>	<b>59</b>
<b>6.4. Bibliografía.....</b>	<b>60</b>

## **7. Movilidad y Ambiente**

---

<b>7.1. Introducción.....</b>	<b>61</b>
<b>7.2. Desarrollo.....</b>	<b>62</b>
<b>7.3. Conclusiones.....</b>	<b>65</b>
<b>7.3.1. Sección de Diálogo con el Especialista.....</b>	<b>66</b>
<b>7.3.2. Reflexión final.....</b>	<b>68</b>
<b>7.4. Bibliografía.....</b>	<b>69</b>

## **8. Retos e Innovaciones de la Industria en Torno a la Contaminación del Aire**

---

<b>8.1. Presentación.....</b>	<b>70</b>
<b>8.2. Desarrollo.....</b>	<b>72</b>
<b>8.3. Conclusiones.....</b>	<b>75</b>
<b>8.4. Bibliografía.....</b>	<b>75</b>

## **9. Contaminación del Aire y Salud Respiratoria**

---

<b>9.1. Presentación.....</b>	<b>77</b>
<b>9.2. Desarrollo.....</b>	<b>77</b>

<b>9.3. Contaminación del Aire en México.....</b>	<b>79</b>
<b>9.4. Enfermedades Respiratorias en Jalisco.....</b>	<b>81</b>
<b>9.5. Conclusiones.....</b>	<b>83</b>
<b>9.6. Bibliografía.....</b>	<b>84</b>

## **10. Estrategias Frente a la Contaminación del Aire**

---

<b>10.1. Presentación.....</b>	<b>86</b>
<b>10.2. Desarrollo.....</b>	<b>87</b>
<b>10.3. Conclusiones.....</b>	<b>89</b>
<b>10.4. Bibliografía.....</b>	<b>89</b>

## **11. Tendencias y Acciones con Relación a la Calidad del Aire**

---

<b>11.1. Problemática de Calidad del Aire en la ZMG.....</b>	<b>91</b>
<b>11.1.1. Las Acciones para su Atención.....</b>	<b>91</b>
<b>11.2. Problemática de Calidad del Aire en la ZMG.....</b>	<b>92</b>
<b>11.2.1. Las Acciones para su Atención.....</b>	<b>93</b>
<b>11.3. Conclusiones.....</b>	<b>94</b>
<b>11.3.1. Sección de Diálogo con el Especialista.....</b>	<b>95</b>
<b>11.4. Reflexiones Finales.....</b>	<b>102</b>

## **12. Sección para Colorear**

---

<b>12. Sección para Colorear.....</b>	<b>106</b>
---------------------------------------	------------

# INTRODUCCIÓN

Martha Georgina Orozco Medina

---

Como parte de la actividad colaborativa y de investigación de las estudiantes del Seminario de Gestión del Conocimiento I de la generación 2021 y 2023, de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, se trabajó en la integración de un documento de consulta en temas estratégicos de la Salud Ambiental en el que además se incorporaron dos egresadas y varios especialistas. El proyecto de publicación comprende dos grandes apartados, uno relativo a contribuciones en temas de agua, suelo, alimentos y naturaleza y otro en apartados relacionados con la calidad del aire y movilidad; así se fueron dando a conocer aspectos muy generales que cubren un objetivo de divulgación para que estudiantes de educación media superior y de semestres iniciales de licenciatura o interesados del sector público y privado, se informen acerca de tópicos en salud ambiental, lo cual permite además de documentarse, conocer algunas visiones de voz de los especialistas que comentan acerca del tema, de tal forma que se atiende una necesidad importante como lo es la difusión de información así como ir avanzando en la diseminación del conocimiento en un documento de fácil consulta y comprensión.

■ En los textos que se comparten en esta publicación, salta a la vista la complejidad de la problemática ambiental y como la actividad humana ha ido permeando en el deterioro de los recursos. Las acciones antrópicas están representando una gran cantidad de problemas que se traducen en el deterioro de la salud humana y de los ecosistemas, de continuar con el modelo de desarrollo, se corre peligro de que no revertir la degradación, se irá haciendo cada vez más difícil optar por una mejora en la calidad de vida y salud para los habitantes, así como los procesos biológicos en las diferentes formas de vida. De forma complementaria se incluyen dibujos generados en una plataforma de inteligencia artificial para alternar las lecturas con un momento de reflexión y recreo a través de colorear los dibujos.

■ Este documento es un compendio de temas diversos en un lenguaje accesible que también llama la atención de autoridades para regular con mayor exigencia las emisiones y que como sociedad

tratemos de avanzar en mejores prácticas individuales y comunitarias para una mejor calidad ambiental.

■ Si somos más sensibles a la calidad ambiental que nos rodea y a los problemas ambientales que ha generado la contaminación, podemos también ser más sensibles a la propuesta de acciones de atención, y al cambio de patrones que llevan a que la condición de deterioro, lo cual nos aleja de la salud ambiental.

■ Investigar, documentar los problemas, presentarlos, ser críticos y propositivos también es parte de lo que se busca en este compendio, por lo que se presenta una oportunidad para que se informen, analicen, debatan y también se recreen con una serie de dibujos que puedan colorear alusivos al tema en cuestión y que se desarrollaron con herramientas de inteligencia artificial “*color pop ai*”, por lo que las posibilidades de llamar la atención y ser sensibles a la problemática se potencian. Como estudiosos de la salud ambiental, nos volvemos en sujetos críticos y activos en la búsqueda de alternativas para que el ambiente que nos rodea sea cada vez menos desesperanzador y nos aliente a buscar soluciones y alternativas para su diagnóstico y atención, con la intención de que disfruten los aportes que las estudiantes y egresadas nos comparten, y el diálogo que los especialistas en Salud Ambiental exponen a través de preguntas detonadoras por las estudiantes del tema expuesto. Agradecemos su interés y será un placer conocer sus opiniones acerca de las notas y diálogos presentados, para seguir avanzando en señalar los temas que nos ocupan como especialistas en un campo tan complejo y fascinante como lo es la Salud Ambiental.

# 1. EL AGUA Y LA CONTAMINACIÓN: LLEGAMOS AL LÍMITE

## 1.1. Presentación

---

A partir de una investigación documental con las palabras clave: *agua – agua y salud ambiental – agua y contaminación*; se desarrolló el siguiente aporte, como parte de la reflexión que analiza la contaminación, escasez y el mal manejo, amenazan constantemente a uno de los recursos más preciados que se tienen como lo es el agua, que representa un elemento esencial para la vida, la cual además forma parte elemental de todos los ecosistemas, y es crucial para mantener la vida en el planeta Tierra. No solamente satisface nuestras necesidades humanas básicas, sino que también es parte fundamental del crecimiento sostenible de un país, es fuente de energía, hábitat de seres vivos que también son nuestro alimento, contribuye al control de temperatura de nuestro planeta, y es fundamental en la diversidad biológica, también es un elemento esencial para la agricultura, procesos industriales y transporte. El 28 de julio del 2010 la Organización de las Naciones Unidas la declaró un derecho del ser humano (ONU 2014), esto implica que debe estar disponible, ser de fácil acceso, asequible para todos, y estar libre de contaminantes, y así mismo las instalaciones tienen que respetar la cultura de cada país.

Según Pastrana-Miranda (2022) a pesar de ser un recurso natural, la distribución de agua potable está influenciada por la economía de la zona, es notable la escasez en las zonas marginadas, lo que perjudica sobre todo a la población con menos recursos que tienen que convivir con la falta de sanidad y aumento en la contaminación de su entorno. La falta de agua acarrea problemas de sanidad y con esto múltiples enfermedades como: diarreas, problemas en la piel, entre otros, lo que afecta en mayor proporción a la población vulnerable (niños, mujeres embarazadas, ancianos y enfermos) (Monserrat Vidal-Álvarez, 2018).

En esta investigación se evidencia la urgencia de generar alternativas para el manejo de basura que todos los seres humanos desechamos

en grandes cantidades de residuos, ya sea de forma líquida, sólida o gaseosa, ya que todos contaminan el ambiente y en este caso se hace énfasis en el agua, que en algunas ocasiones afecta actividades como la pesca, la agricultura, el abastecimiento, la recreación, entre otras. (Figueroa, D., 1900).

Como asentó Morin-Crini, et al., (2022) hay muchos contaminantes que no están regulados y se desconoce el daño que causan al ambiente, como: pesticidas, productos farmacéuticos, cuidado personal, belleza, limpieza, formulaciones, aditivos alimentarios, envases de alimentos, etcétera; los cuales son de uso cotidiano y no hay control ni tratamientos para desecharlos.



A pesar de tener muchos avances en ciencia, medicina, tecnología, etc., todavía somos incapaces de proveer de este vital líquido a la mayoría de la población en el planeta de forma segura. Según estimaciones de la ONU, 2,2 mil millones de personas no tienen acceso a agua potable y 4,2 mil millones no tienen servicios de saneamiento. Se estima que en el 2019 la contaminación del agua fue responsable de 1,4 millones de muertes prematuras, en gran mayoría de mujeres y niños. Se han hecho grandes esfuerzos para mejorar la calidad, el agua y aumentar la población con acceso al agua potable, pero las enfermedades y muertes prematuras causadas por



contaminación y falta de agua están presentes sobre todo en países de bajos ingresos. (Fuller et al., 2022).

**Objetivo:** Investigar y comprender aspectos relacionados con el estudio del agua con relación a la salud ambiental.

## 1.2. Desarrollo

En esta investigación que se realizó en México en la región de la Ciénega, Jalisco sobre pesticidas, se tomaron muestras de plantas potabilizadoras y agua superficial, se les preguntó a los trabajadores del área sobre los pesticidas que usan y se encontró que su uso es muy común y en México incluso se aplican algunos que están prohibidos en otros países. Algunos de los autores consultados en esta contribución reportan una cantidad significativa de pesticidas en el agua incluso después de tratarla. (Silva-Madera et al., 2021).



Uno de los contaminantes nocivos para la salud humana y animal son los patógenos presentes en las heces fecales de humanos y animales,

y dentro de estos encontramos a la *Salmonella* entérica, responsable de muchas enfermedades gastrointestinales, de acuerdo con González-López et al (2022), esta bacteria está muy presente en el agua contaminada, y es producto de desechos que se vierten en fuentes acuíferas lo cual provoca múltiples enfermedades. En un estudio llevado a cabo en México se muestrearon varios ríos en una zona agrícola del noroeste, y se encontró presencia de *Salmonella*, en menor cantidad en invierno y mayor en verano. (González-López et al, 2022).

El agua es indispensable para la vida, pero para muchos seres vivos en el planeta es escasa, en un artículo realizado por Pastrana-Miranda (2022) se analizó como la marginación territorial tiene que ver con la distribución del agua, este estudio se llevó a cabo en la Zona Metropolitana del Valle de México. En este lugar se obtienen los recursos hídricos de los mantos acuíferos del Valle de México, utilizándolos para surtir de agua a la ciudad de México, lo que provoca daños irreversibles en las aguas subterráneas. Se prioriza surtir el recurso a la capital y dejan en segundo plano a la periferia, lo que provoca falta de agua y problemas socioambientales. Se han impulsado continuamente mejoras en el saneamiento del agua y la higiene, y, aun así, los problemas del manejo del agua y la contaminación, provocan enfermedades y muertes prematuras. Se han logrado avances para aumentar el número de personas a las que se les proporciona agua potable y servicios de saneamiento, pero se está muy lejos de llegar a la meta. En este estudio consultado, se reporta que un inconveniente importante para el acceso al agua puede ser el rápido crecimiento de la población, el cual supera los trabajos llevados a cabo para dotar de agua potable a la mayoría de los habitantes. De acuerdo con estimaciones de la ONU, 2.2 millones de personas no cuentan con agua potable y 4.2 millones no tienen servicios de saneamiento, lo que provoca múltiples problemas de salud, calidad de vida y poco desarrollo económico (Morin-Crini et al., 2022).

Las aguas contaminadas son un gran problema en el mundo, se desechan tantas cosas en el agua que no hay un control de las sustancias que contienen y generalmente no son tratadas antes de arrojarlas a los mantos acuíferos. En un estudio realizado en la región de la cuenca del Río Perla en China, se identificaron componentes

que promueven la proliferación de células y se asociaron con la presencia de cáncer de mama, de ovario y útero, estos componentes tienen un efecto similar al estrógeno, estos hallazgos fueron encontrados en regiones con alta incidencia de cáncer femenino, al revisar otras zonas con el mismo problema de salud, encontraron componentes con las mismas características en el agua, por lo tanto, se determinó que la exposición a soluciones estrogénicas presentes en el agua pueden contribuir al aumento de cáncer en mama, ovario y útero (Peng et al., 2023).

Las aguas contaminadas constituyen uno de los grandes problemas para la salud del ambiente, no existe un control de los desechos que se vierten en los ríos, mares y lagos, en un estudio que se realizó en Croacia en el 2019 por Selak et al (2023) se tomaron 33 muestras donde midieron los niveles toxicológicos de los contaminantes orgánicos emergentes, sustancias persistentes y frecuentemente tóxicas que generan un problema al medio ambiente y a la salud humana, de acuerdo a los resultados se encontraron posibles amenazas; la mayoría de los contaminantes orgánicos emergentes dañan los ecosistemas de aguas subterráneas por lo que se considera importante aumentar los estudios al respecto y analizar la sinergia de los contaminantes.

El agua también es el lugar donde viven muchos seres vivos que son nuestro alimento y al igual que nosotros, estos habitantes de ríos, lagos y mares sufren las consecuencias de la contaminación de su hábitat y nosotros recibimos todos los contaminantes al consumirlos. Las partículas sedimentables atmosféricas son partículas presentes en la atmósfera que pueden ser depositadas por gravedad o arrastradas por la lluvia a los mantos acuíferos, muchas de ellas peligrosas, estas partículas pueden ser orgánicas e inorgánicas y generalmente son generadas por las actividades del hombre. En Brasil se recolectó muestra de tilapia del Nilo y se muestreó el agua para buscar partículas sedimentables atmosféricas, tanto en la tilapia como en el agua, encontraron presencia de SeAPM (por sus siglas en inglés) considerable en las vísceras, pero el Mercurio (Hg) y Rubidio (Rb) se encontraron en filete, el estudio concluyó que los niños no deben de comer el pescado que se estudió en la zona, debido a que las concentraciones de Arsénico (As), Lantano (La), Circonio (Zr), y

Mercurio (Hg), los cuales sobrepasaron los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud.(Fortes et al., 2023).

La necesidad urgente de purificar el agua nos ha llevado a buscar alternativas para el tratamiento de aguas residuales, los agentes clarificadores como los coagulantes y floculantes ayudan a eliminar los sólidos suspendidos como: el petróleo, elementos orgánicos (carbono orgánico total y color) y durezas, el uso de coagulantes químicos demostraron tener efectos negativos sobre la salud humana y el medioambiente, ya que originan lodos no biodegradables, por esta razón se busca la transición de coagulante químico a coagulante natural (Bahrodin et al., 2021).

Se han llevado a cabo numerosos estudios para analizar los coagulantes naturales, uno de estos lo realizó Gatew & Worku (2023), donde se utilizó la semilla de calabaza como coagulante natural para el tratamiento del agua. El análisis del resultado mostró que las condiciones óptimas para la coagulación fueron pH 9, dosis de coagulante 1,01 g/L, y velocidad de mezclado 135,76 rpm. En esta condición óptima, la eficacia lograda de reducción de turbidez fue del 87,69%. Las calidades de la muestra de agua tratada obtenida cuando se utilizó semilla de calabaza como coagulante fueron temperatura 22.3 °C, pH 7.99, turbidez 39.6 NTU, dureza 97.13 mg/L, TDS 110.33 mg/L, TSS 13.46 mg/L, TS 123.79 mg/L, CE 179 µS/cm, DBO 20 mg/L y DQO 26,64 mg/L. Se llegó a la conclusión de que el polvo de semilla de calabaza podría presentarse como un posible coagulante natural.

Otro de los artículos consultados, reportan cómo se contribuye a la marginación territorial en el reparto de los recursos hídricos en el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México. La obtención de recursos hídricos se ha basado en la sobreexplotación de los mantos acuíferos del Valle de México, lo que provocó daños irreversibles. Se plantea que se ha priorizado la centralización de los recursos hídricos para la capital, sin ser una distribución equitativa con la periferia, a pesar de que esta última también presenta un crecimiento de población exponencial que se traduce en escasez y conflictos socioambientales (Pastrana-Miranda & Gonzále-Caamal, 2022).

El río más grande de México es el Lerma, tiene una longitud de 965 km, nace en la falda del Nevado de Toluca y atraviesa una región muy poblada del país, desemboca en el lago de Chapala y ahí nace el río Santiago que está ubicado en la zona de occidente, atravesando seis estados. Uno de los problemas principales del río Santiago es que sirve de vertedero de industrias, hogares, granjas e industria agrícola, esto provoca una baja calidad del agua a consecuencia de la contaminación por lo cual no es apta para el consumo, el daño al entorno también causa una degradación del ecosistema, es urgente realizar acciones para revertir el daño causado a la calidad del agua y al medioambiente, para tratar de disminuir el impacto al cambio climático. Hay evidencia de la presencia de plomo, mercurio, cobalto, cromo y coliformes fecales, la combinación de estos contaminantes provoca enfermedades gastrointestinales y los gases expedidos provocan enfermedades respiratorias. Los habitantes de la zona han tratado de buscar apoyo por parte del gobierno, pero la respuesta es muy tibia y siguen los grandes problemas de salud, sanitarios, económicos y al medioambiente por convivir con un río insalubre (Orozco M., et al., 2021)



## 1.3. Conclusiones

---

A partir de esta investigación se pudo concluir que, para aspirar a mejores condiciones de salud ambiental, el recurso hídrico tiene que estar disponible para todos los seres vivos en condiciones óptimas y libre de contaminantes, la salud humana y la del medio ambiente están en riesgo si no hacemos cambios. Por eso es urgente cuidar y proteger el agua, comprender la importancia del agua para la vida, entender que todo lo que se vierte en cualquier manto acuífero puede dañar al medioambiente y en consecuencia a las poblaciones humanas.

Se comprende la urgencia de poner en marcha acciones para evitar seguir contaminando a gran escala e investigar sobre la forma de revertir dicha contaminación de manera orgánica, buscar reforzar información sobre la forma adecuada de tirar desechos (aceites, productos de limpieza, medicinas, pinturas, etc.) y conocer los ingredientes de dichos desechos para saber el daño que pueden causar al medio ambiente, salud humana y animal. Apoyar la agricultura orgánica con programas que promuevan pesticidas orgánicos y huertos vecinales, llevar a cabo un manejo correcto de las heces fecales tanto animal como humana, apoyar programas para promover la dotación de agua potable en todas las comunidades, y sobre todo aprender y enseñar a hacer un uso racional, responsable y comprometido del agua; entender que la salud ambiental es el futuro de las siguientes generaciones, depende de nosotros lo que se haga en el presente.

### 1.3.1. Sección de Diálogos con el Especialista

Se conversó con el Dr. Javier García Velasco y compartió su opinión a partir de algunas preguntas detonadoras que se presentan a continuación: el Dr. Javier García Velasco, es Profesor Investigador Titular de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, director del Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, y especialista en Calidad de Aguas, Maestro en Salud Ambiental por la Universidad de Navarra y Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad de Valencia España.

**¿Cómo influye el cambio climático en la falta de agua?**

“El cambio climático afecta principalmente en la potencia o en la forma en que el ciclo del agua se manifiesta en los diferentes puntos de nuestra geografía, sabemos que hay un proceso de lluvia, evaporación, filtración y escorrentía que se está viendo afectado y esa intensidad es lo que estamos en proceso no solo de tipificación si no de ponderación para saber cuánta agua tenemos en donde la tenemos y como la podemos utilizar”.

**¿Cuáles son las principales preocupaciones en torno al agua en el mundo?**

“Las principales preocupaciones que tenemos en torno al agua, están derivadas de los usos del agua. Hay usos para abastecimiento de agua potable, para riego, para la industria, para recreativo, con contacto primario y algunos otros como protección a la vida, tanto de agua dulce como de agua marina. Entonces, al estar alterando esta cantidad y calidad de los recursos hídricos todos los días, se afecta desde la cadena trófica y la funcionalidad de ecosistemas específicos hasta el aprovechamiento de los recursos hídricos a nivel sociedad, tanto para las industrias como para las ciudades, cada vez, tenemos menos agua con menos calidad, por lo que esto es muy importante a considerar”.

**¿Hacia dónde se deben orientar los esfuerzos gubernamentales, industriales y agropecuarios para el cuidado del agua?**

Si estamos hablando de una carencia de recursos hídricos, es obvio que cada sector que utiliza el agua tiene que modificar sus hábitos o sus formas de uso del agua. La agricultura gasta entre el 75 y el 78% del total del agua.

En la mayoría de los países del mundo, con excepción de algunos de los industrializados que gastan menos, pero sí, no tenemos una agricultura sustentable con buenos sistemas de riego, se va a seguir gastando exageradamente agua en producir poco producto agropecuario. Por otro lado, en las zonas urbanas sabemos que cada vez la demanda está aumentando porque los estilos de vida nos dicen, usa más agua, ten tu piscina, lava el coche todos los días, báñate 3 veces al día y cosas de ese tipo, ¿entonces qué tenemos que hacer? Pues introducir el tema de la economía circular. Es decir, que utilicemos el agua desde su origen, la utilizamos y la volvemos a recuperar para tener un uso eficiente como tal. Las políticas públicas en el mundo nacional y localmente deben ir encaminadas a una educación en torno al buen uso del agua y a una recirculación o reciclaje del agua.

### **¿Qué limitantes identifica para la conservación del agua en México y en Jalisco?**

“El costumbrismo de usar el agua sin pensar que se nos va a terminar, es decir, la parte educativa, la parte social, se requiere de generar buenos programas de educación que inciden sobre todo en la población infantil, que son los que van a tener los problemas más serios en torno al agua. Y estoy hablando de cantidad, pero si agregamos el tema de calidad, desafortunadamente les van a tocar tiempos con una exagerada concentración de contaminantes que no van a poder gestionar de manera eficiente dada la cantidad de población que tenemos y la poca cantidad de agua, es decir, los temas en ese contexto no son muy halagüeños, pero que se requiere de profesionales especializados para que atiendan estas líneas de investigación, y necesidades básicas que tenemos en torno a los recursos hídricos”.



### 1.3.2. Reflexión

El agua, nuestro valioso recurso de vida, está en riesgo, el cambio climático está alterando los ciclos del agua, se hace un uso desmedido del agua y se altera su calidad con desechos que vertemos sin control, lo que modifica a la cadena trófica y a los ecosistemas, es urgente aprovechar el recurso hídrico, apoyar la agricultura sustentable y recuperar el agua que se utiliza, invertir en investigaciones, pero sobre todo enseñar a las generaciones futuras a cuidar el agua y que entiendan que se puede terminar.



## 1.4. Bibliografía

- Bahrodin, M. B., Zaidi, N. S., Hussein, N., Sillanpää, M., Prasetyo, D. D., & Syafiuddin, A. (2021). Recent Advances on Coagulation-Based Treatment of Wastewater: Transition from Chemical to Natural Coagulant. *Current Pollution Reports*, 7(3), 379–391. <https://doi.org/10.1007/s40726-021-00191-7>
- Decenio internacional para la acción el agua fuente de vida. (7 de febrero de 2014). Organización de las Naciones Unidas.
- Figueruelo Dávila V, R. E. S. A. de C. (1900). *Química Física del Ambiente y de los Procesos Medioambientales*: Reverte Ediciones S.A. de C.V. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/wdgbiblio/detail.action?docID=5065524>
- Fortes, W. M. P. A., Souza, I. da C., Azevedo, V. C., Griboff, J., Monferrán, M. V., Wunderlin, D. A., Matsumoto, S. T., & Fernandes, M. N. (2023). Metal/metalloid bioconcentration dynamics in fish and the risk to human health due to water contamination with atmospheric particulate matter from a metallurgical industrial area. *Science of The Total Environment*, 902, 166119. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.166119>
- Fuller, R., Landrigan, P. J., Balakrishnan, K., Bathan, G., Bose-O'Reilly, S., Brauer, M., Caravanos, J., Chiles, T., Cohen, A., Corra, L., Cropper, M., Ferraro, G., Hanna, J., Hanrahan, D., Hu, H., Hunter, D., Janata, G., Kupka, R., Lanphear, B., Yan, C. (2022). Pollution and health: a progress update. En *The Lancet Planetary Health* (Vol. 6, Número 6, pp. e535–e547). Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00090-0)
- Gatew, Y., & Worku, A. (2023). Investigation of Pumpkin Seed as a Potential Coagulant for Drinking Water Treatment. *Water Conservation Science and Engineering*, 8(1), 32. <https://doi.org/10.1007/s41101-023-00208-w>
- Georgina Orozco Medina, M., García Velasco, J., Davydova Belitskaya, V., Hernández Pérez, G., Figueroa Montañó, A., Alicia Bojórquez Martínez, B., Omar Martínez Abarca, J., Rosas Ramírez, A., Casas Solís, J., Lizette Ramos, S., Asminda Rivera Valerio, A., Magdalena Romo Reyes, M., Feria-Cuevas, Y., Bedoy Velázquez, V., Eugenia Karin Balzaretto Heym, M., Araceli López López, C., Camacho Sandoval, T., Maciel Flores, R., Alexander Maciel Tejeda, C., ... Gómez Rizo, R. (2021). *notas, métodos y proyectos ambientales estratégicos del occidente de México*.
- González-López, I., Medrano-Félix, J. A., Castro-Del Campo, N., López-Cuevas, O., González-Gómez, J. P., Valdez-Torres, J. B., Aguirre-Sánchez, J. R., Martínez-Urtaza, J., Gómez-Gil, B., Lee, B. G., Quiñones, B., & Chaidez, C. (2022). Prevalence and Genomic Diversity of Salmonella enterica Recovered from River Water in a Major Agricultural Region in Northwestern Mexico. *Microorganisms*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061214>
- Monserrat Vidal-Álvarez. (2018). Tratamiento de aguas residuales en México, problemáticas de salud pública y oportunidad de uso de ecotecnologías

sustentables. *rinderesu (revista internacional de desarrollo regional sustentable)*.

- Morin-Crini, N., Lichtfouse, E., Liu, G., Balaram, V., Ribeiro, A. R. L., Lu, Z., Stock, F., Carmona, E., Teixeira, M. R., Picos-Corrales, L. A., Moreno-Piraján, J. C., Giraldo, L., Li, C., Pandey, A., Hocquet, D., Torri, G., & Crini, G. (2022). Worldwide cases of water pollution by emerging contaminants: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 20(4), 2311–2338. <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01447-4>
- Pastrana-Miranda, T., & Gonzále-Caamal, M. M. (2022). Injusticia ambiental y marginación: la falta de acceso al agua en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Territorios*, 46. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.9931>
- Peng, S., Dong, S., Gong, C., Chen, X., Du, H., Zhan, Y., & Yang, Z. (2023). Evidence-based identification of breast cancer and associated ovarian and uterus cancer risk components in source waters from high incidence area in the Pearl River Basin, China. *Science of The Total Environment*, 903, 166060. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.166060>
- Selak, A., Reberski, J. L., & Klobučar, G. (2023). Assessing the persistence, mobility and toxicity of emerging organic contaminants in Croatian karst springs used for drinking water supply. *Science of The Total Environment*, 903, 166240. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.166240>
- Silva-Madera, R. J., Salazar-Flores, J., Peregrina-Lucano, A. A., Mendoza-Michel, J., Ceja-Gálvez, H. R., Rojas-Bravo, D., Reyna-Villela, M. Z., & Torres-Sánchez, E. D. (2021). Pesticide Contamination in Drinking and Surface Water in the Cienega, Jalisco, México. *Water, Air, and Soil Pollution*, 232(2). <https://doi.org/10.1007/s11270-021-04990-y>

## 2. LA CONTAMINACION DE LOS SUELOS ENFERMA NUESTRO FUTURO

### 2.1. Presentación

---

La contaminación de los suelos es uno de los temas más polémicos en la actualidad, ya que se trata de uno de los procesos que desafortunadamente afecta a numerosos territorios a escala mundial. De ahí se deriva el creciente interés de comprender las principales causas de contaminación, y cómo incentivar el conocimiento de las poblaciones, incluso desde edades tempranas, al cuidado y protección de los mismos. En las últimas décadas, el creciente interés en busca de posibles soluciones preventivas, para mitigar o remediar de alguna manera los procesos de contaminación, ha sido un asunto a tratar con un enfoque transdisciplinar desde todos los ámbitos sociales. Alrededor de dos mil millones de personas y 1.9 mil millones de hectáreas de tierra se ven afectadas por la degradación del suelo a nivel mundial (Ahmad & Pandey, 2018). Se estima que la degradación del suelo le cuesta a la economía mundial entre \$18-20 billones de dólares anuales (UNCCD, 2019). Debemos tener en cuenta que esta contaminación no es un problema aislado, constituye solo un eslabón de una serie de acontecimientos en cadena que van desde la contaminación del agua, hasta el aire; en general, del medio que nos rodea y que desencadenan a la larga una serie de eventos que decrecen la calidad de vida humana y la pérdida de la biodiversidad de nuestros ecosistemas. En los últimos tiempos se ha registrado que los suelos cultivados del mundo han perdido de 25 a un 75% de sus reservas originales de carbono, las cuales han sido emitidas a la atmósfera en forma de bióxido de carbono; lo anterior a causa de prácticas de manejo que conlleva la degradación de la tierra (Saavedra, 2021). A todo esto, agregar la urbanización que existe, tal escenario puede causar que no se cuente con la superficie de tierra necesaria para satisfacer las demandas actuales y de las futuras generaciones.

**Objetivo:** Analizar aspectos como el estudio de la contaminación de los suelos y su repercusión en el futuro de Jalisco.



## 2.2. Desarrollo

---

En general, todos los suelos estén contaminados o no, contienen una variada gama de compuestos presentes de forma natural, que incluyen metales, no metales, iones inorgánicos y sales (por ejemplo, fosfatos, carbonatos, sulfatos, nitratos), así como otros compuestos orgánicos (tales como lípidos, ácidos grasos, hidrocarburos, alcoholes, etc.). Este conjunto de compuestos se genera fundamentalmente a través de una serie de procesos derivados de la actividad microbiana del suelo y de la descomposición de organismos (principalmente plantas y animales). Cuando las cantidades de algunas de estas sustancias potencialmente contaminantes del suelo, excede los niveles naturales, se dice que se contamina. Por otro lado, si varios compuestos provenientes de fuentes diversas, tales como la quema de combustible, derrames, actividades agrícolas, etc.; entran adicionalmente en grandes cantidades en el suelo, entonces se habla de contaminación de suelos. De este modo, normalmente la causa

principal que genera la contaminación del suelo es de carácter antropogénico (Ginenez Ballesta, 2017).

Los principales factores causantes de la degradación del suelo incluyen: prácticas insostenibles de uso del suelo, uso excesivo de fertilizantes químicos y monocultivos; deforestación y cambios y pérdida en la cubierta vegetal; erosión del suelo debido a malas prácticas de manejo del suelo, como el cultivo excesivo de suelos o el pastoreo excesivo; contaminación, especialmente la contaminación del suelo y el agua, causada principalmente por malas prácticas de gestión de residuos; cambio climático que disminuye la capacidad natural de recuperación del suelo y las actividades económicas internacionales, e industrias extractivas (Ahmad & Pandey, 2018); (Lanfredi, 2015); Bai et al., (2008). Las causas subyacentes de la degradación del suelo pueden incluir, entre otras, la migración, escasez de tierra y pobreza; que obligan a las personas a realizar prácticas de tierra insostenibles (Nkujee et al., 2011). Es posible que los marcos institucionales y políticas débiles no puedan hacer cumplir la administración y el uso adecuado de la tierra (Dubovyk, 2017).

La degradación del suelo conduce a la pérdida o reducción de la productividad biológica de la tierra debido a su efecto en el funcionamiento del ecosistema. Se estima que la pérdida de carbono orgánico del suelo alcanzará los 212 Gt para 2050 a través de la gestión y la conversión de tierras insostenibles (UNCCD, 2019).

El carbono del suelo es una medida de la salud del suelo. La productividad primaria neta global se ha reducido al menos en un 5 % debido a la pérdida de las funciones del ecosistema causadas por la degradación del suelo, que se estima en un valor económico de entre \$ 6.3 - \$ 10.6 billones por año (o 10 -17 % del PIB mundial) (CLD, 2019).

En México, uno de los problemas más agudos que ha experimentado la agricultura y que no lo apreciamos claramente aún, es el deterioro de la calidad del suelo (Etchevers, Saynes, & N, 2016). La pérdida de la fertilidad del suelo y su erosión, constituyen en los problemas más graves que limitan el propósito de la seguridad alimentaria y la

adaptación de estos sistemas ante la variabilidad climática e influyen en las condiciones de pobreza y de migración rural.

(Lozano, Kasten, y otros, 2021), hacen mención que, para el caso de los suelos en México, la degradación más significativa en áreas agrícolas es la química, pues afecta al rendimiento de cultivos como el maíz y, por ende, a la salud del suelo para el caso de terrenos no agrícolas, la degradación más extendida es la física. Las causas más frecuentes de estas degradaciones son el uso de fertilizantes químicos nitrogenados y una carga animal excesiva en la ganadería extensiva. Según el autor vemos reflejado que dicha contaminación es un proceso prácticamente invisible que afecta a todos los ámbitos, desde la seguridad alimentaria, hasta poner en riesgo nuestra salud, vivimos ciegos en un mundo de apariencias insensibles, olvidándonos del medio que nos rodea, el cual sufre en silencio, las malas prácticas agrícolas e industriales, deterioran el filtrado de nuestros suelos y la recuperación, por tanto, de los mismos.



En 2012, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura creó la Alianza Mundial por el Suelo. Asimismo, el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la ONU considera el cuidado y manejo sustentable de

los suelos. La UNAM, por su parte, crea en 2021 el Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo, que tiene el propósito de articular esfuerzos, propiciar la participación de equipos multidisciplinarios e interinstitucionales con la intención de generar y difundir el conocimiento relativo a la preservación, el entendimiento y aprovechamiento de los suelos (Saavedra, 2021).

## 2.3. Conclusiones

---

Con una población mundial proyectada que supere los 9000 millones en 2050, nuestra seguridad alimentaria actual y futura dependerá de nuestra capacidad para aumentar los rendimientos y la calidad de los alimentos utilizando los suelos que tenemos disponibles en la actualidad. Su polución nos afecta negativamente a todos, y se ha identificado como una de las principales amenazas para las funciones del suelo en todo el mundo.

Debemos ser conscientes de las causas de la contaminación del suelo para poder encontrar e implementar soluciones. La protección y conservación del suelo comienza con nosotros mismos. Elegir alimentos sostenibles, reciclar adecuadamente desechos peligrosos como las baterías, hacer compostaje en casa para reducir la cantidad de desechos que se llevan a los vertederos o manejar los residuos de antibióticos de manera más responsable, son solo algunos ejemplos de cómo podemos ser parte de la solución. En una escala mayor, debemos promover prácticas agrícolas sostenibles en nuestras comunidades. Un suelo sano es un recurso no renovable, precioso y que se ve cada vez más amenazado por comportamientos humanos destructivos. Somos responsables de los suelos que nos proporcionan alimento, agua y aire; tenemos que tomar medidas hoy para asegurar que haya suelos sanos para un futuro sostenible y con seguridad alimentaria.

### 2.3.1. Sección de Diálogos con el Especialista

En diálogo con el egresado de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental MC. Javier Omar Martínez Abarca, Licenciado en Biología y Maestro en Ciencias de la Salud Ambiental, por la Universidad de Guadalajara, director en el H. Ayuntamiento de



Tlaquepaque. Secretario de la Mesa Directiva de Biólogos Colegiados de Jalisco, A. C. Miembro del Comité Editorial de la Revista Sembrando Conciencia.

### **Contaminación de los Suelos:**

#### **1. ¿Cuáles considera que son las principales prácticas que afectan la salud de los suelos en Jalisco?**

“Definitivamente, el uso indiscriminado de pesticidas, la falta de conocimiento de prácticas agroecológicas y el cambio de uso de suelo sin planeación alguna, modificando los paisajes, sembrando en exceso aguacate y agave”.

#### **2. ¿Desde su experiencia identifica algunas prácticas que permiten recuperar la salud de los suelos degradados?**

“La rotación de cultivos, el manejo del coamil, la siembra estratégica de ciertos tipos de cultivos (por ejemplo, a las orillas poner plantas aromáticas para alejar plagas), el uso de abonos naturales, composta casera, fortalecer políticas públicas para el sector del campo”.

#### **3. ¿En qué radica la importancia de la diversidad de suelos en el territorio mexicano y en particular en Jalisco?**

“Considero que en la riqueza de los pueblos indígenas que en ellos radican, es imposible hablar de suelos sin la riqueza cultural que en ellos influyen, mismos que se han encargado de proteger estos espacios naturales y de cultivo, de forma sostenible. Desde otro punto de vista, definitivamente, la posición geográfica, el relieve accidentado que tiene el país, así como el clima y que convergen dos regiones biogeográficas en México: neártica y neotropical”.

#### **4. ¿Qué impacto tiene la contaminación de los suelos en la salud de la población y en la salud de los ecosistemas?**

“Un impacto muy importante, los contaminantes de la tierra pasan directamente a los humanos a través de los alimentos, enfermedades gastrointestinales principalmente son las más comunes. Sin embargo, hay que resaltar que el suelo es la vía de entrada a los mantos acuíferos, agua que usualmente utilizamos para diferentes objetivos, situación que produce un desequilibrio de nutrientes. Otros contaminantes muy graves son los metales pesados, con la capacidad de bioacumularse y producir enfermedades crónicas a largo plazo como el cáncer o intoxicaciones. Por otra parte, las actividades insostenibles pueden acabar con la capa orgánica de los suelos, disminuyendo la riqueza de nutrientes y provocando la erosión de estos”.

#### **5. ¿Hacia dónde se tienen que orientar las acciones en el contexto de la salud ambiental para conservar la salud de los suelos en México?**

“Hacia la adopción de técnicas agroecológicas más eficientes y sustentables y a la recuperación de saberes ancestrales como lo es la dieta del coamil. Fortalecer las comunidades indígenas y aumentar el número de programas sociales. Consolidar los planes de ordenamiento territorial y los programas de vigilancia de estos”.

## 2.4. Bibliografía

---

- Ahmad, N., & Pandey, P. (2018). Assessment and monitoring of land degradation using geospatial technology in Bathinda district, Punjab, India.
- Bai, Z. G., Dent, D. L., Olsson, L., & Schaepman, M. E. (2008). Global assessment of land degradation and improvement: 1. identification by remote sensing (No. 5). ISRIC-World Soil Information.
- Dubovyk, O. (2017). The role of remote sensing in land degradation assessments: opportunities and challenges. *European Journal of Remote Sensing*, 50(1), 601-613.
- Etchevers, J.D., Saynes, V., y Sánchez, M. 2016. Manejo sustentable del suelo para la producción agrícola. En: Martínez-Carrera, D.M., y Ramírez Juárez, J. (Eds.) *El Sistema Agroalimentario de México*. Editorial del Colegio de Postgraduados, AMC, Conacyt-UPAEP-IMINAP. San Luis Huexotla, Texcoco, Edo. de México. Pp. 63-79.
- Ginenez Ballesta, R. (2017). Introducción a la contaminación de suelos. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Lanfredi, M. (2015). Early identification of land degradation hotspots in complex bio-geographic regions. *Remote Sensing*, 7(6), 8154-8179.
- Lozano Kasten, F. J., Ramos de Robles, S. L., Orozco Medina, M. G., Garibay Chávez, M. G., Curiel, A., & Figueroa, A. (2021). *Perspectivas Metodológicas y Métodos en salud ambiental*. (C. U. (CUCBA), Ed.)
- Lanfredi, M., Coppola, R., Simoniello, T., Coluzzi, R., D'Emilio, M., Imbrenda, V., & Macchiato, M. (2015). Early identification of land degradation hotspots in complex bio-geographic regions. *Remote Sensing*, 7(6), 8154-8179.
- Nkonya, E., Gerber, N., Baumgartner, P., von Braun, J., De Pinto, A., Graw, V., ... & Walter, T. (2011). The economics of desertification, land degradation, and drought toward an integrated global assessment. *ZEF-Discussion Papers on Development Policy*, (150).
- Saavedra, D. (2021). *Degradado, 45% del suelo nacional*. Gaceta UNAM.
- UNCCD. (2019). Land-Based Adaptation and Resilience: Powered By Nature. Report retrieved from [https://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/Land\\_Based\\_Adaptation\\_ENG\\_Sall\\_web.pdf](https://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/Land_Based_Adaptation_ENG_Sall_web.pdf)



## 3. TÓXICOS EN ALIMENTOS Y LA SALUD AMBIENTAL

### 3.1. Presentación

---

Esta investigación se realizó con el propósito de compartir información relacionada con los alimentos y la salud ambiental con el fin de dar a conocer el impacto que tiene en el medio ambiente y la necesidad de divulgar información sobre lo que se consume diariamente en los hogares.

Los tóxicos en los alimentos están presentes, y todos los consumimos, aunque no lo notemos, ya que algunos no modifican el olor, el color o la textura de nuestros alimentos, pero sí causan daños a nuestra salud.

Los pesticidas y la modificación genética en los alimentos son de consumo general, hablando de los alimentos tradicionales, puesto que muy posiblemente se encuentren en todos aquellos que no tienen una etiqueta orgánica. Las personas seleccionan sus alimentos con base en cómo los observamos, si son grandes o bonitos; no basándose en lo que contienen.

Los alimentos transgénicos o genéticamente modificados, son más grandes, bonitos, estructuralmente similares entre ellos y atractivos a la vista; producto de la ingeniería genética.

Es imprescindible hablar del desarrollo sostenible, el cual sería posible únicamente con el compromiso de la comunidad científica, líderes políticos y la sociedad civil; ya que disminuiría la pobreza y desigualdad, además promovería la inclusión socioeconómica. (Castro A., 2008).

A pesar del mayor costo y la menor productividad de la agricultura orgánica en comparación con la tradicional, la tendencia a consumir estos productos aumenta cada año. De hecho, los consumidores están dispuestos a pagar un precio más alto por los productos orgánicos porque creen que son más saludables y sostenibles con el medio ambiente. Estos son generalmente productos más naturales y

requieren menos procesamiento que los alimentos convencionales. Se cultivan con algunos componentes sintéticos que no dañan a los cultivos ni a la salud humana. Aunque la mayoría de los estudios han informado diferencias entre productos orgánicos en comparación con los alimentos convencionales, todavía no existe un acuerdo común sobre este tema. (Hurtado, Barroso, S. 2019).

La composición nutricional de materias primas vegetales depende de las condiciones de crecimiento, la estación del año y la aplicación de fertilizantes y productos fitosanitarios. Dado que los materiales vegetales producidos en el sistema orgánico se obtienen sin el uso de fertilizantes, minerales y pesticidas, su composición ha sido comparada muchas veces con la obtenida en el sistema convencional. Los ingredientes más comparables incluyen pesticidas, nitratos, metales tóxicos y en general metabolitos secundarios entendidos como la vitamina C, carotenos y polifenoles. (Glibowski P. 2020).

La presente investigación tiene el objetivo de difundir la relación entre alimentación y salud ambiental.

**Objetivo:** Investigar y analizar aspectos relacionados con el estudio de los alimentos en relación con la salud ambiental.

### 3.2. Desarrollo

---

El uso agrícola de plaguicidas en México es el resultado de la “Revolución Verde”, desde 1940. Las directrices de FAO y OMS señalan importante tener en cuenta los aspectos económicos, evaluar costos y beneficios públicos y privados, considerar costos totales de plaguicidas, directos e indirectos, desde el uso de equipo de protección personal, hasta gastos médicos de atención por daños a la salud a corto y largo plazo, los gastos públicos a largo plazo de las comunidades rurales y consumidores, costos ambientales asociados con la contaminación del agua, pérdida de biodiversidad (incluidos los polinizadores) y residuos en los alimentos. (Bejarano, González, F. 2017).

La población desconoce los efectos crónicos que pueden derivar en enfermedades graves como consecuencia de exposiciones repetidas a bajas dosis de plaguicidas durante un período prolongado de tiempo. (March, G. M. 2014) Estos compuestos han estado acompañados de una serie de perjuicios tan graves que representan una amenaza para la supervivencia a largo plazo de importantes ecosistemas y con importantes consecuencias en la salud humana. (Pérez, M. A., *et al.* 2013).

Además de pesticidas, se consumen alimentos genéticamente modificados, los cuales pueden representar daños adversos como mortalidad, tumores o cáncer, baja fertilidad, disminución de la capacidad de aprendizaje y reacción, así como algunas anomalías orgánicas.

Dentro de las prácticas para elegir el alimento que se consumirá se tiene el etiquetado, se sugiere etiquetar para que los consumidores puedan tomar sus propias decisiones al adquirirlos (Shen, C. *et al.* 2022)

Etiquetar es importante sobre todo en los alimentos orgánicos para que sea confiable una certificación y crear confianza con el consumidor. (Nagy, L.B., *et al.* 2022).

La experiencia de la agricultura orgánica en México es aquella que no solo ha dejado de usar plaguicidas de síntesis, sino también fertilizantes químicos. Los animales se crían sin el uso de antibióticos y viven en condiciones cercanas a las naturales. (Glibowski P. 2020).

Además, los materiales que se usen no pueden proceder de organismos genéticamente modificados, según lo reporta el Consejo Regulador de la Comunidad Europea (European Community Council Regulation, EC, 2007).

La agricultura orgánica ofrece beneficios de sostenibilidad ambiental, bienestar animal, seguridad, biodiversidad y calidad (Barański, M., *et al.* 2017), positivo para la sociedad. (Barua, S. *et al.* 2023).

Los alimentos orgánicos tienen entre 18 a un 69 % de concentraciones más altas de antioxidantes que los alimentos tradicionales (Barański, M., et al. 2014).

La comida orgánica tiene un elevado contenido de compuestos bioactivos como los polifenoles, vitamina C, betacarotenos y PUFA n-3 benéficos para la salud humana. (Hurtado, Barroso, S. 2019).

El problema de la comida orgánica radica en el costo de adquisición, por lo que seguimos estando expuestos a los alimentos tradicionales y lo único que podría aminorar el daño actual, sería modificar el modelo agroindustrial.

El modelo se basa en la producción agro intensiva, enfocada a producir más granos, pero las ganancias derivadas de este tipo de producción no favorecen a los productores para autoconsumo y pequeño consumo, el modelo no contribuye a una mejor distribución de la riqueza en México, sino, por el contrario, produce pobreza y desigualdad entre jornaleros migrantes y campesinos.

Los desechos de este modelo económico agrícola llegan al ambiente, contaminando gravemente los ecosistemas, afectando a los seres vivos, entre ellos humanos, principalmente a los niños, niñas y adolescentes. Como sociedad estamos comprometiendo el futuro de la infancia y de las generaciones que aún no han nacido. (Vega, Fregoso G. 2020).

Como ejemplo, en el estado de Jalisco tenemos a la comunidad de Mezcala, en el municipio de Poncitlán donde las actividades agrícolas las realiza toda la familia, incluyendo las embarazadas, existiendo una exposición intrauterina del feto a través de una buena o mala calidad del aire que la madre respira. Estas múltiples exposiciones, más las condiciones de desnutrición, marginación y vulnerabilidad sociales, tienen impacto negativo documentado en el sistema inmune y en el funcionamiento normal del organismo, específicamente en los riñones. (Vega, Fregoso, G. 2020).

Si observamos el compromiso que se tiene con los objetivos de ONU de desarrollo sustentable para el 2030 de cero hambres, buena comida y bienestar, ciudades y comunidades sustentables, no se acerca al objetivo. (United Nations Sustainable Development, 2023).



### 3.3. Conclusiones

---

A partir del objetivo que consistió en investigar y analizar aspectos relacionados con el estudio de los alimentos en relación con la salud ambiental, se argumentó que es necesario agregar la etiqueta de alimentos transgénicos y compartir información complementaria a la población en esta materia del etiquetado para que puedan elegir con amplio criterio la mejor opción, aunque está íntimamente relacionado con su economía, los alimentos orgánicos certificados son más caros y, por lo tanto, no toda la población tendría la posibilidad de pagarlo, por esta razón es importante hacer énfasis en la importancia de producir alimentos en huertos urbanos o verticales para cubrir la demanda de alimentos orgánicos en México a bajo costo. Hacer énfasis en que un alimento con certificación orgánica tiene una etiqueta determinada y un alimento casero es diferente, ya que no está certificado; así como proporcionar información para una selección correcta de semillas orgánicas y transgénicas, sembrando solamente semillas que no tengan modificación genética.

El sembrar nuestros propios vegetales y algunas frutas, acerca a la posibilidad de evitar el consumo de pesticidas que amenazan actualmente la salud humana y que consumimos sin tener idea de lo que ingresa al organismo a través de los alimentos que cocinamos en casa a diario, ya que no los vemos a simple vista, pero ahí están causando daños irreversibles.

Nos hace falta protección para los agricultores y apoyo gubernamental para el éxito de los programas en más comunidades para lograr la sostenibilidad.

#### 3.3.1. Sección de Diálogos con el Especialista

Con el Dr. Felipe de Jesús Lozano Kasten, Licenciatura en Médico Cirujano y Partero (UdeG), Maestro en Salud Pública y Administración (INSP), Doctorado en Cooperación y Desarrollo (Universidad de Oviedo, España). Profesor investigador titular "C". Departamento de Salud Pública. CUCS-Universidad de Guadalajara. Línea de investigación Salud ambiental. Miembro del Cuerpo Académico: Ambiente y Sostenibilidad (UDG-CA- 56 en formación). Coordinador General de la Maestría en Ciencias de la

Salud Ambiental. A partir de las siguientes preguntas detonadoras, se consultó al Dr. Lozano para conocer su opinión a partir de su experiencia:

**¿Cuáles son las principales preocupaciones en torno a la seguridad alimentaria a nivel mundial?**

**¿Qué impacto tiene el uso de pesticidas, así como de alimentos transgénicos en la salud humana?**

**¿Hacia dónde se deben orientar los esfuerzos gubernamentales, industriales y agropecuarios para que todos los mexicanos contemos con alimentos seguros (orgánicos)?**

**¿Qué limitantes identifica para la producción de alimentos orgánicos en México y en Jalisco?**

“Me parece importante el tema planteado, sin embargo, creo que es necesario ampliar la presentación, está planteado desde una visión internacional y creo que debe agregarse lo que el gobierno está también planteando políticamente y bajo qué programas está intentando producir y alimentarse con alimentos no transgénicos y orgánicos, existen diversos proyectos y programas por la Secretaría de Agricultura, la de Secretaría de Educación y CONHACYT uno de ellos lo desarrollamos en la propia Maestría en la localidad de Agua Caliente así que hay experiencia académica, pero la población ha perdido el conocimiento de cultivar. Agroquímicos y esto conlleva un proceso de reconfiguración agroecológica en las familias campesinas”.

### **3.3.2. Reflexión**

Se observa que la práctica del uso de agroquímicos, es algo que se realiza por las familias que muchas veces sufren intoxicaciones agudas, sobre todo los jóvenes que son los encargados de esta

actividad, sin llevarse a cabo ninguna atención médica. Tienen la creencia de que se obtendrá menos producción si se deja de usar el agroquímico, a pesar de que nuestros ancestros no los usaban y, aun así, teníamos producción de alimentos. Se necesita regresar a las prácticas de cosecha precedentes y proteger las semillas sin modificación genética para tener mayor posibilidad de lograr una seguridad alimentaria, así como la difusión de los programas existentes gubernamentales que apoyen a las comunidades productoras de alimentos.

### 3.4. Bibliografía

---

- Barański, M., Rempelos, L., Iversen, P.O. and Leifert, C. (2017). Effects of organic food consumption on human health; the jury is still out!, *Food & Nutrition Research*, 61, (1), 1-7. DOI: [10.1080/16546628.2017.1287333](https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1287333)
- Barański M, Średnicka-Tober D, Volakakis N, et al. (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *The British Journal of Nutrition*, 112,794–811.
- Barua S, Satyapriya, Kumar R, Sangeetha V, Muralikrishan L, Wason M. (2023). Knowledgeability about organic food consumption and the factors behind it. *Frontiers in Nutrition*, 6,10. Doi: [10.3389/fnut.2023.1125323](https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1125323)
- Bejarano González, F. (2017). Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A. C. (RAPAM)
- Brantsæter, A.L., Ydersbond, T.A., Hoppin, J.A., Haugen, M., Meltzer, H.M. (2017). Organic Food in the Diet: Exposure and Health Implications. *Annual Reviews Public Health*. 20, 38, 295-313. Doi: [10.1146/annurev-publhealth-031816-044437](https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044437).
- Castro, A. (2008). Estado de la cuestión: alimentación, medio ambiente y salud. DKV seguros y ECODES fundación ecología y desarrollo.
- European Community Council Regulation. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91. In: EEC, ed. Official journal of the European Union. Brussels, Belgium: Council Regulation (EC), 2007:1–23
- Glibowski P. (2020). Organic food and health. *Rocz Panstw Zakl Hig*, 71(2),131-136. <https://doi.org/10.32394/rpzh.2020.0110>
- Hurtado, Barroso, S., Tresserra, Rimbau, A., Vallverdu, Queralt, A. and Lamuela, Raventos, R.M. (2019). Organic food and the impact on human health, *CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION*, 59, (4), 704-714. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1394815>

- March, G. M. (2014). Agricultura y plaguicidas: un análisis global. - 1a ed. -Rio Cuarto: FADA - Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina.
- Nag,y L.B., Lakner, Z., Temesi, A. (2022) Is it really organic? Credibility factors of organic food—A systematic review and bibliometric analysis. PLoS ONE, 17(4), 1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266855>
- Pérez, M. A., Navarro, H. y Miranda, E. (2013). Residuos de plaguicidas en hortalizas: problemática y riesgo en México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 29, 45-64.
- Shen, C., Yin, XC., Jiao, BY. *et al.* Evaluation of adverse effects/events of genetically modified food consumption: a systematic review of animal and human studies. *Environ Sci Eur* **34**, 8 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00578-9>.
- ONU (2023, 3 septiembre). Objetivos de desarrollo sostenible [https: UN 2023 SDG Summit - United Nations Sustainable Development](https://un.org/2023/sdg-summit)
- Vega Fregoso G., Lozano Kasten F.J., Peregrina Lucano A.A., Castillo Cuellar A.S., Guzmán, Torres, H. (2020). La exposición de la infancia a los químicos agrícolas en Jalisco. Una crisis de conocimiento, de conciencia respecto a la salud. Avances de Investigación desde la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental





## 4. NECESIDAD DE CONTACTO CON LA NATURALEZA

### 4.1. Presentación

---

La naturaleza, además de promover el bienestar y la salud tanto física como mental de las personas, también es un fuerte predictor para que las personas pongan en práctica conductas y actitudes pro ambientales (Lumber et al., 2017). En consecuencia, las experiencias naturales influyen en la identidad y el modo de relacionarse con el medio ambiente y sus efectos son variados, por lo que influyen en el bienestar y los pensamientos positivos hacia la naturaleza (Mena-García et al., 2020). En este sentido, el contacto con la naturaleza es un aspecto relevante para la salud integral y para la protección ambiental.

De manera frecuente, las investigaciones en salud ambiental estudian los efectos perturbadores del bienestar humano debido a estresores físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente donde se vive, se trabaja y recrea. Pero cada vez más, se reconocen en la Naturaleza los aportes de beneficios insustituibles en la salud humana, física, mental, emocional, social y espiritual (Curiel Ballesteros et. al., 2022).

Los factores relacionados con el medio ambiente, como la calidad del aire o la proximidad a los espacios naturales, tienen un peso de más del 20% sobre el estado de salud y la mortalidad de las personas (Hugh Barton & Marcus Grant, 2006). En este contexto, la reconexión de las personas con la naturaleza y el impulso de la actividad física habitual en entornos naturales son una de las estrategias que más puede contribuir a reducir el impacto negativo sobre la salud de estas tendencias. Por ello, sin olvidar los posibles riesgos inherentes al contacto con la naturaleza (alergias, especies venenosas, transmisión de enfermedades), el conocimiento actual hace que la balanza se incline hacia los beneficios en salud y bienestar que aportan estas prácticas (Castell, 2020).

Varios estudios señalan los numerosos beneficios que se derivan del contacto con la naturaleza, ya sea como fuente de restauración cognitiva, relajación y bienestar (Cox & Gaston, 2016), como reductor de síntomas de estrés y depresión (Bezold et al., 2018), o cómo mitigar la tasa de mortalidad (Gascon et al., 2016). A pesar de los enormes avances tecnológicos en las últimas décadas, la necesidad de establecer relaciones estrechas con el mundo natural es permanente para los seres humanos (Laird, 2019).

En tal sentido, el mundo se ha unido en torno a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: todos los países y partes interesadas se han comprometido a no dejar a nadie desatendido y se han propuesto garantizar que todas las personas puedan realizar su potencial con dignidad e igualdad y en un entorno saludable (Ortiz et al., 2022).

Existen diversas posibilidades para beneficiarse de un entorno favorable para contrarrestar los efectos negativos que conlleva la civilización actual, desde las zonas verdes de una ciudad (parques, jardines), hasta los espacios naturales (bosques, montañas, costas, etc.).

La medida es sencilla, asequible, económica y su práctica regular se ha demostrado que contribuye a un mejor estado de salud (Herguedas & Bartolomé, 2019). Su implementación progresiva contribuiría a concienciar a niños, jóvenes y adultos de la importancia de la adopción de un estilo de vida sano y autogestionable en salud.

**Objetivo:** Analizar los aspectos relacionados con la necesidad del contacto con la naturaleza en el contexto de la salud

Para dar cumplimiento a dicho objetivo, la presente contribución realizó un abordaje del contexto de la salud ambiental, identificando la evolución del contacto con la naturaleza desde un siglo atrás hasta la actualidad. De igual manera, resultó necesario definir elementos importantes relacionados con los beneficios del contacto de los niños con el entorno natural para el desarrollo de los infantes, además de fomentar una actitud más proambiental. Así mismo, se analizó los

beneficios del contacto del hombre con la naturaleza a partir del análisis de las diversas investigaciones realizadas en salud ambiental. Cabe destacar que se utilizó como palabras claves para la búsqueda en las bases de datos científicos: contacto con la naturaleza, naturaleza y salud, baños de bosques y beneficios del contacto con la naturaleza.

## 4.2. Desarrollo

---

La Salud Ambiental integra un campo disciplinar complejo y constituye una de las áreas de estudio más preocupantes en la actualidad. Su abordaje requiere de la interrelación de diferentes disciplinas que ayudan a comprender la relación de los ecosistemas con la salud humana. Actualmente, la visión de la salud ambiental encierra la parte positiva del contacto de los hombres con la naturaleza y sus beneficios para la salud.

En este contexto vale la pena resaltar que a lo largo del tiempo se ha documentado de diversas maneras la importancia de los factores ambientales como determinantes de la salud personal y colectiva, tanto de los humanos como de los elementos de la vida silvestre a sus distintas escalas, lo cual ha permitido avanzar a través de múltiples vertientes y aristas. Sin embargo, aún queda mucho por avanzar, por lo que se hace necesario adoptar posturas desde el ambiente académico-científico y así ser más enfáticos en actuaciones a nivel preventivo y correctivo que permitan contar con mejores condiciones ambientales y de salud, tanto en entornos naturales como donde habitan las comunidades humanas (Orozco-Medina, et al.,2021).

En este sentido, hace tan solo un siglo, la mayoría de la población residía en zonas rurales, en permanente contacto con la naturaleza y viviendo de lo que esta les ofrecía; sin embargo, debido al proceso de industrialización, la mejora en servicios y la revolución tecnológica, más de la mitad de la población mundial vive actualmente en ciudades (Lladós, 2018). Por tal sentido, la urbanización ha provocado en nuestra sociedad un alejamiento de la naturaleza, que se localiza fuera de las ciudades o queda relegada a pequeños espacios verdes, mientras que el resto de la ciudad está constituida por cemento y asfalto con dominancia de los vehículos.



Los niños y niñas de la sociedad actual se encuentran alejados de entornos naturales y están necesitados de contacto con la naturaleza, lo que puede ser el motivo de distintos síntomas como estrés o ansiedad. Existen investigaciones que muestran que el contacto con la naturaleza es beneficioso para el desarrollo de los infantes, además de fomentar una actitud más proambiental (Torres-Porras et al., 2017). Por otro lado, el contacto con la naturaleza es la exposición a espacios caracterizados por una topografía dominada por árboles, ríos, lomas, rocas, playas, océanos, arbustos, lagos, entre otros similares. Los seres humanos han incorporado actividades deportivas en entornos naturales, debido al bienestar que se puede experimentar en este tipo de contextos. Así, diversos estudios evidencian consistentemente que la actividad física en ambientes naturales, es una herramienta efectiva para promover la salud física y mental a lo largo de la vida, lo cual aumenta en los estados emocionales positivos, así como el bienestar físico, mental y vitalidad (Martínez et al., 2023).

De manera frecuente, las investigaciones en salud ambiental, estudian los efectos perturbadores del bienestar humano debido a estresores físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente donde se vive, trabaja y recrea. Cada vez más, se reconoce en la naturaleza el aporte de beneficios insustituibles en la salud humana, física, mental, emocional, social y espiritual (H. Barton & M. Grant, 2006). Los estudios científicos demuestran los beneficios para la salud del contacto regular con espacios naturales. Los factores relacionados con el medio ambiente, como la calidad del aire o la proximidad a los espacios naturales, tienen un peso de más del 20% sobre el estado de salud.

A pesar de que cada vez existen más evidencias científicas, sobre la magnitud y la diversidad de los beneficios individuales y colectivos que tienen la actividad al aire libre y contacto con la naturaleza (Ten Brink et al., 2016), que pueden ayudar a promover la salud y prevenir la enfermedad. Resulta difícil cuantificar el peso relativo que tiene el diseño de los componentes físicos, sociales y ambientales que intervienen en esta interacción de las personas con los espacios naturales, dado el gran número de factores interrelacionados.

El medio ambiente influye significativamente en los comportamientos y exposición a los riesgos para la salud (Ochoa Vázquez et al., 2019). En gran medida, la salud depende de los estilos de vida, el lugar donde vivimos y la calidad del medioambiente que nos rodea (Ramundo, 2021). La naturaleza tiene un impacto positivo sobre la salud mental y el bienestar emocional. La exposición directa y regular a la naturaleza puede contribuir a una mejora de los patrones de sueño, a la reducción del estrés y al progreso en el estado de ánimo y autoestima (Triguero Mas M et al., 2015).

Actualmente, múltiples investigadores en todo el mundo buscan una solución en los bosques y en el mundo natural debido a la familiaridad del ser humano con estos ambientes desde hace millones de años (Williams, 2018). Diversos trabajos han mostrado que pasar tiempo en contacto con la Naturaleza incrementa los niveles de bienestar en adultos mayores (Bratman et al., 2015). Así mismo, Pascua & Aragonés, (2021) plantean que el contacto con la naturaleza fomenta el afecto positivo de las personas (entusiasmo, activación, concentración y agrado), así como su conectividad con la naturaleza, tanto en aquellas que frecuentemente visitan poniéndose en contacto, y quienes lo hacen de forma puntual o más esporádica.

Los "baños de bosque" o "Shinrin-Yoku", permiten establecer una conexión entre las personas y la naturaleza, así potencian el desarrollo de efectos terapéuticos y restauradores sobre la salud y el bienestar físico, mental y social de las personas. Según Miyazaki, (2018) pasar un par de horas en el bosque contribuiría en la regulación de la presión arterial, la disminución del cortisol y de la adrenalina y la activación del sistema nervioso parasimpático, lo que contribuye a generar una sensación de calma y bienestar. Aunque quizás lo más difundido ha sido cómo esta práctica tiene un potente efecto fortalecedor del sistema inmune, ayudando al organismo a combatir tumores e infecciones.

Hoy en día existe un gran número de senderos oficiales para desarrollar esta práctica, además dado su alto impacto medido sobre todo a nivel del fortalecimiento del sistema inmune. Desde el año 2012 existe una rama de investigación en algunas universidades

japonesas llamadas “Forest Medicine” o “Medicina Forestal”, la que en un corto período de tiempo ha congregado a investigadores de todo el mundo (Arvay, 2016).

Referido a ello, Sancho Knapik, (2019), plantea que la atmósfera que envuelve el propio bosque y que el caminante respira a lo largo de la actividad, podría tener, por sí mismo, un efecto importante en el estado saludable final del practicante. Esta atmósfera, aparte de tener menos partículas contaminantes que las atmósferas urbanas, puede contener diversos compuestos volátiles, con o sin olor, que las plantas generan durante su actividad metabólica y que, según unos primeros estudios, podrían tener efectos positivos en los sistemas respiratorio, nervioso y cardíaco de las personas. Según Hernández, (2020) el recorrido debe involucrar los cinco sentidos. De esta manera tienen gran influencia las características del entorno (paisaje, biodiversidad, vegetación, sonidos, texturas).

### 4.3. Conclusiones

---

A partir del objetivo de analizar los aspectos relacionados con la necesidad del contacto con la naturaleza, en el contexto de la salud ambiental, se pudo constatar que los autores estudiados refieren que la actual sociedad y las generaciones futuras, se enfrentan a grandes retos provocados por un desarrollo incontrolado, donde existe una crisis ambiental de carácter global, con múltiples factores relacionados como la superpoblación, el excesivo consumo de recursos naturales, la contaminación, el cambio climático, la deforestación o la pérdida de biodiversidad, que tienen un alcance que supera las barreras de los distintos países por lo que se hace necesario educar en materia ambiental para concienciar de los problemas ambientales y alcanzar un compromiso de protección del medio ambiente que sustente un desarrollo sostenible. Es decir, si se trabaja el acercamiento a la naturaleza y se fomenta la sensibilidad con el medio natural, esto podría influir en el futuro para tomar decisiones acordes con la conservación del medio ambiente.

Además, la salud ambiental requiere modelos interdisciplinarios integrales que incluyan los parques y los bosques naturales como recurso e infraestructura de las comunidades, para atender las demandas de salud relacionadas con el estilo de vida.

### 4.3.1. Sección de Diálogos con el Especialista

Se estableció comunicación con la Dra. María Guadalupe Garibay Chávez. Profesora investigadora en Naturaleza-Salud y Bienestar. Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas. Departamento de Ciencias Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Universidad de Guadalajara. México. Licenciada en Psicología, Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental. Doctora en Psicología de la Salud. Guía Certificada en Baños de Bosque. Responsable del Cuerpo Académico, Salud Ambiental y Desarrollo Sustentable (UDG-CA-43). Profesora y Coordinadora Fundadora de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental.

**Desde su experiencia en la ciencia, ¿Por qué considera que existe un beneficio para la salud humana en las terapias de baño de bosques?**

“Según las diferentes publicaciones en términos de investigación científica en diversos países, la Terapia de Baños de Bosques ha resultado ser una práctica efectiva de bienestar porque los bosques nos benefician en el ámbito de la salud mental, por ejemplo, reducir estrés, generar estados de ánimo positivos, lograr una mayor facilidad para generar o explicar nuestras emociones y experiencias. Estar en la naturaleza y tener elementos de un entorno que nos favorece en la concentración y la reflexión. Por otro lado, se están generando los primeros estudios de los beneficios fisiológicos, algo de lo que se ha visto y que otros estudios han reportado que las personas que realizan actividades en la naturaleza desde los baños de bosques entran en un estado de paz, tranquilidad y armonía que permite bajar la frecuencia cardíaca. Hoy existe una necesidad de trabajar con otros temas, por ejemplo, donde las personas de diferentes edades y contextos viven el miedo, la muerte, la desesperanza, el estrés crónico y otras enfermedades que están articuladas al estrés, por lo que la Terapia de Baño de Bosques ha resultado reconocerse como una práctica que ayuda a contribuir a hábitos de vida saludable y mejorar la salud pública de la población”.

**¿Considera que la difusión de la práctica de Terapia de Baño de Bosques ha sido lo suficiente en México?**

“En nuestro contexto ha sido un poco difícil. Considero que estas prácticas son mejor adoptadas en los países desarrollados, pero poco a poco ha ganado presencia y terreno en México. Las personas que lo experimentan han podido difundir sus experiencias y beneficios, sobre todo el beneficio social, ya que ofrece una interacción con nuevas personas. De igual manera, se ha obtenido una mejor respuesta en los últimos tiempos a las prácticas de Baños de Bosques como bienestar social, articulado a una práctica que apoya a los servicios de salud, sobre todo en países como: España, Alemania, Corea, Australia; sin embargo, en México avanza un poco más despacio”.

**4.3.2. Reflexión**

La salud exige bienestar, estabilidad emocional, funcionamiento cognitivo, afectivo y conductual, llevar una vida productiva, despliegue de potencialidades y mantener buenas relaciones. Las actividades en la naturaleza y los baños de bosque son activos para lograr la salud. Los baños de bosque incrementan los estados psicológicos positivos, generan relajación, enriquecen las interacciones sociales y reduce en las personas los niveles de estrés. Se debe lograr que la salud pública en México involucre a sus pacientes en actividades de contacto con la naturaleza.

**4.4. Bibliografía**

- Arvay, C. (2016). El efecto biofilia. *El poder curativo de los árboles y las plantas. España: Ediciones Urano.*
- Barton, H., & Grant, M. (2006). A health map for the local human habitat. *Perspectives in Public Health*, 126(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/1466424006070466>
- Barton, H., & Grant, M. (2006). A health map for the local human habitat. *Journal of the Royal Society for the Promotion of Health*, 126(6), 252-253. <https://doi.org/doi:10.1177/1466424006070466>

- Bezold, C. P., Banay, R. F., Coull, B. A., Hart, J. E., James, P., Kubzansky, L. D., Missmer, S. A., & Laden, F. (2018). The Association Between Natural Environments and Depressive Symptoms in Adolescents Living in the United States. *Journal of Adolescent Health*, 62(n.4), 488–495.
- Bratman, G. N., Hamilton, J. P., Hahn, K. S., Daily, G. C., & Gross, J. J. (2015). Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 112(28), 8567-8572.  
<https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1073/pnas.1510459112>
- Castell, C. (2020). Naturaleza y salud: una alianza necesaria. *Gaceta Sanitaria*, 34(2), 194-196.
- Cox, D. T. C., & Gaston, K. J. (2016). Urban Bird Feeding: Connecting People with Nature. *PLoS ONE*, 11(n.7), p. e0158717.
- Curiel Ballesteros, Arturo, Garibay Chávez, María Guadalupe y Curiel Balzarette Citlali. 2022. La biodiversidad, seguro de salud en ciudades en expansión. Caso Guadalajara, México. *Revista Internacional de Sostenibilidad*, 4 (2):1-19
- Gascon, M., Triguero Mas, M., Martínez, D., Dadvand, P., Rojas Rueda, D., Plasència, A., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2016). Residential green spaces and mortality: A systematic review. *Environment International*, 86, 60–67.
- Herguedas, A. J. U., & Bartolomé, M. I. U. (2019). El contacto con la naturaleza como medida preventiva de enfermedades y recurso terapéutico. *Medicina naturista*, 13(1), 28-33.
- Laird, A. (2019). The nature-human connection and health. *Journal of holistic healthcare*, 16(n.1), 3–6.
- Lladós, L. (2018). El contacto con la naturaleza: ¿moda o necesidad. *Aula de infantil*, 96, 27-32.
- Lumber, R., Richardson, M., & Sheffield, D. (2017). Beyond knowing nature: Contact, emotion, compassion, meaning, and beauty are pathways to nature connection. *PLoS ONE*, 12(n.5).
- Martínez, B., Gargurevich, R., & Matos, L. (2023). El contacto con la naturaleza y su relación con la vitalidad y el afecto negativo en deportistas de surf: el rol mediador de las necesidades psicológicas básicas. *Persona* (26 (1)), 57-78.
- Mena-García, A., Olivos, P., Loureiro, A., & Navarro, O. (2020). Effects of contact with nature on connectedness, environmental identity and evoked contents (Efectos del contacto con la naturaleza en conectividad, identidad ambiental y contenidos evocados). *Psychology*, 11(1), 21-36.
- Ochoa Vázquez, J., Cruz Ortiz, M. d. C., Pérez Rodríguez, M., & Cuevas Guerrero, C. E. (2019). El envejecimiento: Una mirada a la transición demográfica y sus implicaciones para el cuidado de la salud. *Revista de Enfermería del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 26(4), 273-280.

- <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=85065>
- Orozco-Medina, M., Figueroa Montaña, A., Garibay-Chávez, M. G., & Leon Cortes, S. G. (2021). Análisis conceptual de la salud ambiental: Evolución del concepto y campos de aplicación. Disponible en: DOI:[10.13140/RG.2.2.31446.32328](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31446.32328)
- Ortiz, F. C., Mazzetti, B. M., del Río, M. B., & Gómez, J. I. A. (2022). Ciudades inteligentes, sostenibles, saludables y ciudades AMI (Alfabetización Mediática e Informacional): Rankings y Agenda 2030. *Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación* (149), 147-162. <https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8619183>
- Ramundo, C. (2021). *Salud+ Naturaleza*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/149082>
- Ten Brink, P., Mutafoğlu, K., Schweitzer, J.-P., Kettunen, M., Twigger Ross, C., Baker, J., & Hujala. (2016). *The health and social benefits of nature and biodiversity protection*. [http://refhub.elsevier.com/S0213-9111\(19\)30163-3/sbref0125](http://refhub.elsevier.com/S0213-9111(19)30163-3/sbref0125)
- Torres-Porras, J., Alcántara, J., Arrebola, J. C., Rubio, S. J., & Mora, M. (2017). Trabajando el acercamiento a la naturaleza de los niños y niñas en el Grado de Educación Infantil. Crucial en la sociedad actual.
- Triguero Mas M, Dadvand P, & Cirach M. (2015). Natural outdoor environments and mental and physical health: relationships and mechanisms. *Environ Int*, 77, 35–41.
- Williams, F. (2018). La dosis natural: Por qué la naturaleza nos hace más felices, más sanos y más creativos: Paidós Argentina.







## 5. PRINCIPALES FUENTES Y CONTAMINANTES DEL AIRE

### 5.1. Introducción

---

Estamos en medio de una crisis ambiental, la contaminación existe en diversos niveles; suelo, agua y aire entre las principales. El aire que respiramos es una mezcla perfecta de compuestos químicos que permiten la vida en el planeta, pero existen diversas fuentes de emisión de contaminación del aire, las cuales generan diversos y muy peligrosos *contaminantes*.

La contaminación del aire es la alteración del equilibrio de los gases que componen la atmósfera, la modificación de su proporción o la introducción de elementos nocivos perjudiciales para la salud humana, causan daños en el medio ambiente en su conjunto, o deterioran bienes de cualquier naturaleza (Atmósfera, Calidad del aire, 2022).

Existen numerosos contaminantes con diferentes repercusiones en la salud y en el medio ambiente. Las principales fuentes emisoras son de origen humano, principalmente las producidas por la combustión de hidrocarburos.

Las fuentes de emisión de partículas pueden ser naturales o antropogénicas; las naturales incluyen tormentas de arena, actividad volcánica, incendios forestales, suelos erosionados, plantas y flores, microorganismos, desperdicios de animales y emisiones marinas. La mayoría de las fuentes antropogénicas involucran procesos metalúrgicos en altas temperaturas, así como procesos de combustión. Ahora, las fuentes de partículas en ambientes urbanos pueden ser autobuses, automóviles, barcos, camiones de carga, plantas generadoras de energía e industria. Por otro lado, se presentan en la atmósfera procesos y reacciones químicas de coagulación y condensación entre óxidos de nitrógeno, dióxidos de azufre y otras moléculas reactivas, que forman partículas secundarias. Existen además otras fuentes de emisión de partículas que afectan

principalmente la calidad del aire en casas y edificios, como el humo de cigarros y los calentadores domésticos (Saldarriaga et al., 2014) Por otra parte, se sabe sobre la asociación entre partículas que conforman el aerosol atmosférico con su fuente original, el mecanismo por el que se adquieren un tamaño determinado y los compuestos químicos que lo forman (Seinfeld & Pandis, 1998).

**Objetivo:** Presentar conceptos bases para comprender el tema de contaminación del aire y las principales fuentes de emisión que afectan la salud de las personas expuestas.

## 5.2. Desarrollo

### 5.2.1. Fuentes de Emisión

Según una nueva investigación (Calidad del Aire, Aragón, 2020), se pueden catalogar diversas fuentes de emisión de contaminantes del aire; a continuación, un pequeño listado de las principales y más preocupantes.

5.2.1.1. **Tráfico rodado:** El tráfico rodado, como los carros, autobuses, motocicletas, etc., es responsable de gran parte de las emisiones de óxidos de nitrógeno y partículas, dos de los contaminantes que más preocupan a nivel internacional.

5.2.1.2. **Producción de energía:** La producción de energía eléctrica, a partir de combustibles fósiles como carbón o gas, es una de las fuentes principales de contaminantes atmosféricos como los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) o el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

5.2.1.3. **Tráfico no rodado:** En el tráfico por avión, barco y tren, la principal fuente de emisión es la combustión de hidrocarburos, aunque existen diferencias entre las emisiones que producen. Esto es debido a la diferente composición del combustible utilizado (combustible de

aviación, gasolina de aviación, queroseno, diésel, etc.) y a la tecnología del motor.

5.2.1.4. **Construcción-demolición:** Constituye una fuente importante de emisión de material particulado (PM por sus siglas en inglés). Con frecuencia, se detectan concentraciones elevadas de  $PM_{10}$  alrededor de estas obras. Estas actividades también pueden emitir otros contaminantes en procesos de combustión de motores de camiones y maquinaria pesada.

5.2.1.5. **Residuos:** Según el tratamiento y la gestión que se hace de los residuos domésticos (deposición de vertedero, reciclaje, etc.) se produce la emisión de diferentes contaminantes. La mayor fuente de emisión se produce por el depósito en vertedero y entre los contaminantes destacan el metano ( $CH_4$ ), los compuestos orgánicos volátiles (COV), PM y el monóxido de carbono (CO).

5.2.1.6. **Sector industrial:** Emiten gran cantidad y variedad de contaminantes debido a la diversidad de procesos de producción. Además de las emisiones debidas a los procesos ligados a las materias primas y el producto final, es muy importante la emisión producida por el uso de diferentes combustibles fósiles en dichos procesos. En ese sector se suelen combinar emisiones puntuales, relativamente controlables, con emisiones difusas de más difícil control.

5.2.1.7. **Sector agrícola y ganadería:** La agricultura y las explotaciones ganaderas son una fuente importante de contaminantes y la principal fuente de amoníaco ( $NH_3$ ) a la atmósfera. El uso de fertilizantes y plaguicidas, el manejo de estiércol, la quema de residuos agrícolas, el uso de vehículos agrícolas y ganaderos o la transformación alimentaria generan importantes emisiones. Se trata de emisiones difusas y con gran capacidad de dispersión y pueden tener efectos perjudiciales relacionados con la pérdida de rendimiento de los cultivos.

### 5.2.2. Principales Contaminantes

La cantidad de contaminantes que vierte a la atmósfera una determinada fuente en un período, se expresa como la masa por unidad de tiempo (kg/h, tm/año). Ejemplo de estos se presentan en el cuadro 1, donde se determina el contaminante, fuente y los riesgos a la salud que conllevan.

<b>Cuadro. – 1</b> <b>Principales Contaminantes del Aire.</b>		
<b>Contaminante</b>	<b>Fuente</b>	<b>Riesgos a la salud</b>
Monóxido de carbono (CO)	Antropogénico: combustión de combustibles fósiles (vehículos de motor, calderas, calentadores) Biológicos: Incendios forestales	Interfieren en la entrega de oxígeno. Fatiga, dolores de cabeza, daño neurológico, mareo.
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Combustión completa	Origina cambios en el clima (Efecto invernadero). Aumento de la temperatura. Derretimiento de glaciares.
Ozono (O <sub>3</sub> )	Plantas de gas natural, vehículos, plantas de revisión técnica.	Disminución de la función pulmonar, mayores síntomas respiratorios, irritación en los ojos, bronco, constricción.
Metano (CH <sub>4</sub> )	La agricultura es la fuente predominante	El metano es responsable de aproximadamente un 30% del calentamiento

		global desde la época preindustrial
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Combustión del carbón en calderas de industrias, fundiciones, refinerías, emisiones de vehículos, erupciones volcánicas, centrales termoeléctricas.	Bronquitis por ingreso de sulfatos y ácidos tóxicos al sistema respiratorio.
Compuestos volátiles (benceno, terpenos y tolueno)	Fabricación de solventes, pegamento. Cigarros, quema de combustible. Incendios forestales.	Rango dependiendo del compuesto. Irritación de tracto respiratorio, náuseas y hasta cáncer.
Material Particulado (PM)	Quema de combustibles fósiles, vehículos. El polvo que se desprende de construcciones, demoliciones o que los autos trasladan desde calles sin pavimentar. El polvo de tiza en las escuelas. Vertederos y micro basurales.	Problemas respiratorios, disminución de la función pulmonar, exacerbación de enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

**Fuente:** “La contaminación ambiental: antecedentes, actividades y noticias”, Sepúlveda Ruiz, L. & “Salud ambiental, contaminación del aire”, Bell, M. L. & Samet, J. M. 2016

### 5.3. Conclusiones

---

En conclusión, la contaminación del aire debe ser un tema primordial en la agenda de todo país, ya que las afectaciones tanto a nivel ambiental como en salud humana son devastadoras. Estamos ante una crisis ambiental, la tecnología puede ser nuestro enemigo o nuestro mejor aliado, el uso de energías limpias, educación ambiental, modernización de transportes y alternativas de alimentos, son algunas de las resoluciones que se pueden aplicar desde ya y tener verdaderos resultados. Cuidar el ambiente y la calidad de vida debe ser visto como una prioridad y no por un porvenir, para asegurar un futuro a las siguientes generaciones, donde respirar no sea un lujo y mucho menos un privilegio.

### 5.4. Bibliografía

---

- Atmósfera. Calidad del aire.* (2022). Portal de Aragón. <https://www.aragon.es/-/atmosfera-1>
- Bell, M. I. & Samet, J. M. (2016). Contaminación del aire. En H. Frumkin. (ed). Salud ambiental. (3rd Ed)- Jossey-Bass.
- Calidad del Aire Aragón.* (2020). <https://aragonaire.aragon.es/es/calidad-aire>. <https://aragonaire.aragon.es/>
- Saldarriaga, H., Morales, R. & Ramos, F. (2014). Fracción orgánica asociada a los aerosoles atmosféricos: Fuentes, mecanismos de transformación y efectos sobre la salud. En *Contaminación urbana del aire: Aspectos fisicoquímicos, microbiológicos y sociales*. (pp. 73-104). Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Seinfeld, J. H. y Pandis, S. N. (1998). Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. Nueva York, NY: John Wiley & Sons, Inc. 1232 pp.
- Sepúlveda, L. (1999). *La contaminación ambiental: Antecedentes, actividades y noticias (1.a ed., Vol. 1)*. Ministerio de Educación, Programa de Educación Ambiental.

## 6. GENERALIDADES DE FUENTES FIJAS Y CALIDAD DEL AIRE

### 6.1. Introducción

La mala calidad del aire es gracias a la contaminación, esto representa un considerable riesgo a la salud, se ha demostrado con anterioridad que la exposición a contaminantes en el aire se asocia con efectos adversos que afectan la calidad de vida de la población, siendo los más vulnerables niños, adultos mayores y mujeres en gestación. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el 2016 se estimó que la contaminación atmosférica por fuentes contaminantes exteriores en zonas urbanas y rurales en todo el mundo, provocó 4.2 millones de muertes prematuras gracias a la concentración de micropartículas de 2.5 o menos micrómetros suspendidos en el ambiente, que pueden causar enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer. La OMS también estimó que alrededor del 58% de las muertes prematuras están relacionadas con la contaminación atmosférica, el 18% de las muertes se deben a enfermedades pulmonares obstructivas crónicas e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón. (OMS, 2021).

**Objetivo:** Dar a conocer generalidades de las fuentes fijas en materia de contaminación del aire

### 6.2. Desarrollo

Las fuentes de contaminación exteriores se dividen en dos principales categorías: Fuentes fijas y fuentes móviles.

#### 6.2.1. Fuentes Fijas

La contaminación atmosférica puede provenir de emisiones por actividades humanas o elementos naturales; estos contaminantes pueden ser aerosoles, compuestos gaseosos, como el ozono, el



monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos, o por material particulado, que se caracteriza por partículas suspendidas totales, partículas suspendidas menores a diez micras y partículas suspendidas con un diámetro menor a las 2.5 micras. Las fuentes de contaminación atmosféricas fijas pueden clasificarse en fuentes puntuales, fuentes de área y fuentes naturales.

**6.2.1.1. Fuentes Puntuales:** Las fuentes puntuales se definen como toda instalación estacionada en un lugar fijo cuya finalidad sea desarrollar procesos industriales, comerciales, de servicios o que puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera. Las fuentes puntuales, bajo jurisdicción federal, en el artículo 111 bis de la Ley y el Artículo 11 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, incluyen:

- *Los siguientes sectores industriales: químico, petrolero y petroquímico; pinturas y tintas; automotriz; celulosa y papel; acero y hierro; vidrio; generación de energía eléctrica; asbestos; cemento y cal; así como tratamiento de aguas residuales.*
- *Todos los establecimientos, proyectos o actividades (industrial, comercial o de servicios) administrados por entidades públicas Federales (\*).*
- *Fuentes que afecten el equilibrio ecológico de un estado o país adyacente.*

\*Asentamientos de este tipo deben solicitar a través de SEMARNAT una licencia de operación denominada Licencia Ambiental Única (LAU), así como presentar su Cédula de Operación Anual (COA), que es un trámite para reportar las emisiones estimadas, así como llevar a cabo las mediciones en chimenea requeridas por la respectiva normatividad.

**6.2.1.2. Fuentes Aéreas:** Las fuentes de área son aquellas consideradas demasiado dispersas y numerosas para ser incluidas en un registro de fuentes puntuales. Cuando se les tiene en cuenta de manera colectiva, sin embargo, este

tipo de fuentes simbolizan una proporción considerable de las emisiones contaminantes y deben incluirse en los inventarios de emisiones para garantizar su integridad. En estos inventarios, los datos de emisiones se categorizan por grupos de fuentes similares, y generalmente se consideran las siguientes categorías de importancia:

- *Combustión en fuentes fijas.*
- *Fuentes semi-estacionarias.*
- *Uso de solventes.*
- *Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo.*
- *Fuentes industriales y comerciales ligeras.*
- *Fuentes agrícolas.*
- *Manejo de residuos.*
- *Fuentes de área misceláneas.*

Estos grupos cuentan, a su vez, con subcategorías específicas determinadas por la similitud en su proceso de emisión o en los métodos utilizados para calcular sus emisiones. Un inventario amplio de fuentes de área puede contar con un total de 150 o más subcategorías de fuentes de emisiones. (SEMARNAT, 2005).

6.2.1.3. ***Fuentes Naturales:*** Cuando se habla de contaminación de aire, no se pueden considerar solamente las emisiones causadas por acción humana, y deben tenerse en cuenta el posible impacto que los fenómenos naturales, la flora y la fauna puedan tener. Es importante entender cómo aportan estas fuentes a la contaminación atmosférica, y en qué áreas pueden ser más relevantes para el inventario de fuentes emisoras. Según la “Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones” las siguientes son fuentes naturales comúnmente consideradas en inventarios de emisiones atmosféricas:

6.2.1.3.1. ***Emisiones Biogénicas:*** *Un gran número de investigadores han establecido que la vegetación (p. ej., pastos, cultivos, arbustos, bosques, etc.), emite*

*cantidades significativas de hidrocarburos a la atmósfera. Diversos estudios (e. g., Pierce et al., 1990; Robinson y Robbins, 1968) han demostrado incluso que, en ciertas áreas, las emisiones biogénicas de hidrocarburos no metano –HCNM– pueden ser comparables o superiores a las emisiones de las fuentes antropogénicas.*

- 6.2.1.3.2. **Emisiones de Suelos:** *El óxido nitroso ( $N_2O$ ) es producido naturalmente en los suelos como parte de los procesos de desnitrificación (es decir, la reducción de nitritos y nitratos a nitrógeno gaseoso como  $N_2$  ó  $NO_x$ ). Por su parte, los fertilizantes nitrogenados comerciales constituyen una fuente adicional de nitrógeno, lo cual incrementa las emisiones del suelo de  $N_2O$ . Al igual que con el  $N_2O$ , la tasa de emisiones de  $NO_x$  de los suelos también depende de variables como el tipo de suelo, la humedad, la temperatura, el tipo de cultivo y otras prácticas agrícolas. Se estima que las emisiones de  $NO_x$  provenientes de los suelos constituyen un 16% de la cantidad global de  $NO_x$  en la troposfera, en tanto que se calcula que estas emisiones representan el 8% de las emisiones totales de  $NO_x$  en América del Norte (U.S. EPA, 1993). La erosión eólica es otro fenómeno natural que genera emisiones. Sin embargo, debido a que dichas emisiones típicamente están asociadas con suelos perturbados, frecuentemente son tratadas como fuentes de área. Otras categorías más pequeñas de fuentes naturales incluyen a las termitas (emisiones de  $CH_4$ ), los relámpagos (emisiones de  $NO_x$ ), los volcanes y la actividad geotérmica (emisiones de  $SO_x$ ).*

## 6.3. Conclusiones, Retos y Perspectivas

La exposición a los contaminantes atmosféricos aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades que pueden dar como resultado la muerte prematura. El conocer las fuentes contaminantes del aire nos ayuda a

estimar los niveles de contaminación en el ambiente por categoría, así como generar medidas para el control de los agentes contaminantes más enfocados a cada una de estas categorías. Aunque existe el riesgo de doble conteo de las emisiones cuando en un inventario se consideran las fuentes puntuales y de área del mismo proceso, la “Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones” cuenta con un método de cálculo para evitar el doble conteo.

Para el ciudadano promedio o un investigador, el conocimiento de los tipos de fuentes es útil para reconocer los límites que no estén siendo respetados y exigir a las autoridades correspondientes el hacer algo al respecto.

La OMS publicó una actualización de sus pautas de calidad del aire en el 2021, remarcando la importancia de reducir las concentraciones de contaminación atmosférica a todos los niveles y fomentando el uso de los nuevos lineamientos como guía para políticas de calidad del aire y reducción de emisiones a las naciones de todo el mundo. De ser implementadas correctamente y establecerse normativas que supervisen su cumplimiento podrían salvarse vidas al reducir las muertes por contaminantes atmosféricos.

### **6.3.1. Conclusiones**

Las fuentes fijas son un problema de contaminación grave que requiere, además de regulaciones normativas, aspectos concretos relacionados con la supervisión y sanción, los esfuerzos de distintos sectores pueden abonar a su atención y control y con ello influir en mejorar la salud de la población expuesta.

## **6.4. Bibliografía**

---

- OMS. (2021, 22 septiembre). *Calidad del aire ambiente (exterior) y salud*. [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)
- SEMARNAT. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. (pg. 98-99)
- U.S. EPA. (1993). *Air Quality Criteria For NOx, Volume I*, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina. EPA 600/8-91/049a.

## 7. MOVILIDAD Y AMBIENTE

### 7.1. Introducción

---

El Calentamiento Global es el principal problema ambiental que afrontamos como humanidad, consecuencia del efecto invernadero generado por las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, y algunas zonas metropolitanas de las principales ciudades de México padecen serios problemas de contaminación, siendo el sector transporte una de las causas fundamentales al contribuir con un 20.4% de GEI (Gases de Efecto Invernadero), de los cuales el 16.2% proviene del subsector automotor, por viajes en transporte individual motorizado (ONU – Hábitat, 2021), lo que representa hasta un 60% de la contaminación total por partículas suspendidas gruesas (PM<sub>10</sub>).

El ruido es otro efecto ambiental derivado del tráfico vehicular, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) indica que 130 millones de personas, durante el día, están expuestas a niveles de ruido que superan los 65 dB(A) (decibel ponderado A) y gran parte de ellas sufren grados de contaminación auditiva por encima de los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Agencia Americana de Protección del Medio Ambiente (Díaz & Linares, 2015).

La ciudad de Guadalajara, como otras zonas metropolitanas en México, enfrenta graves problemas relacionados con el transporte y la calidad de vida, principalmente en cuanto a movilidad y accesibilidad, degradación de las condiciones ambientales, congestionamientos crónicos y altos índices de accidentes de tránsito. Esta situación se deriva de factores sociales, políticos, y económicos, así como de decisiones pasadas que determinaron las políticas y acciones al respecto. La manera disfuncional en que opera el sector transporte en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) implica que la sociedad en su conjunto tenga que pagar el elevado costo social de los problemas de circulación vial: falta de articulación modal; concentración de rutas por las mismas avenidas, aunado a la consecuente sobreoferta del servicio, y congestionamiento vial y

escasez en las áreas marginadas, cuyos efectos colaterales deterioran la calidad de vida de todos sus habitantes (Rivera, 2011).

## 7.2. Desarrollo

---

La ciudad de Guadalajara, Jalisco, enfrenta grandes retos en materia de movilidad y desafortunadamente los recursos económicos para proyectos en infraestructura vial siguen privilegiando al uso del automóvil particular, pasando a segundo plano el transporte público, medio indispensable para que las personas realicen sus actividades laborales, educativas, comerciales, sociales y recreativas.

El actual servicio de transporte público de Guadalajara se considera insostenible y se manifiesta en el elevado número de vehículos particulares en circulación, provocando serias externalidades como el incremento en los niveles de contaminación ambiental, altos niveles de congestión, pérdida de horas productivas (tiempos de viaje), accidentes viales, un deterioro generalizado en la calidad de vida de las personas.

Ante la necesidad de contar con un medio de transporte masivo, que se alinee con los principios de la movilidad urbana sostenible, la implementación de los sistemas BRT (Bus Rapid Transit) plantean ser una buena opción en términos ambientales, sociales y económicos, pues actualmente tienen presencia en los seis continentes del mundo, y América Latina ocupa el primer lugar en cuanto al número de ciudades que han implementado este sistema.

En el 2008, el Gobierno del Estado de Jalisco, anunció la primera línea de BRT nombrado “Macrobus”, con 16.1 kilómetros sobre la Calzada Independencia, bajo el argumento de la eliminación de la flota de transporte público de unidades con bajo desempeño vehicular por la sustitución de vehículos eficientes con motores y combustibles limpios.

El objetivo de este trabajo de investigación fue demostrar las condiciones ambientales resultantes (después de 12 años) de la implementación del BRT Macrobus de la ciudad de Guadalajara, en términos de calidad del aire, ruido, vibraciones. La opinión pública

de los residentes aledaños, al medio de transporte y al aforo vial, son fundamentales para argumentar los hallazgos con las condiciones previas a su operación.

El diseño metodológico aplicado fue de tipo mixto, a partir de la recolección de datos cuantitativos y cualitativos. La fase cuantitativa se cubrió con el levantamiento de datos a partir de las mediciones ambientales de ruido, material particulado, CO<sub>2</sub>, vibraciones, datos meteorológicos y de manera complementaria el análisis de las bases de datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco (SEMADET) en tres de las estaciones de monitoreo atmosférico y registros de los aforos viales, la fase cualitativa se abordó con la aplicación de una encuesta de opinión pública aplicada a los residentes aledaños al Macrobus.

Se tomaron ocho estaciones representativas del transecto ocupado por el BRT, y para evaluar las condiciones ambientales se efectuaron tres muestreos tomando en cuenta el temporal de lluvias (previo, durante y posterior) y para contar con un diagnóstico más completo sobre la variabilidad entre los días de la semana, se efectuaron mediciones cuatro días distintos: 1 día entre semana (considerando las actividades cotidianas de la población como laboral y estudiantil); sábado y domingo correspondientes al fin de semana, y un día festivo. Para cada uno de los días establecidos se tomaron en cuenta tres horarios distintos correspondientes a las horas pico: 7:00 a 9:30 a.m., 2:00 a 4:30 p.m. y 6:00 a 8:30 p.m.

Para cada una de las variables ambientales a evaluar, se siguieron los procedimientos específicos de cada equipo de medición (video contador de partículas, medidor de CO<sub>2</sub>, estación meteorológica, sonómetro, vibrómetro), en el caso de los aforos vehiculares se obtuvieron a partir del software TransCAD y se aplicaron 385 encuestas distribuidas entre las ocho estaciones seleccionadas.

Con respecto a la opinión pública y considerando el análisis geográfico, el cual refiere una población de 151,231 (INEGI, 2010), se aplicaron 385 encuestas a residentes aledaños al BRT considerando personas adultas en hogares o establecimientos ubicadas dentro del buffer elaborado como zona de influencia, y

como criterio de inclusión primordial el tener como mínimo diez años cumplidos viviendo en la zona, para que el encuestado refiriera la transición previa y actual a la implementación del medio de transporte masivo.

En términos generales, se puede decir que desafortunadamente la calidad del aire en torno a la implementación del Macrobus se mantiene crítica y se relaciona con lo que refiere la población aledaña encuestada, pues cuando se les preguntó si consideraban que con el funcionamiento del BRT mejoró la calidad del aire en la zona, un 57% de los entrevistados contestó que se mantenía igual, además respecto a cómo consideran la intensidad de tráfico en la zona un 43% refirió que alta, y un 26% moderada.

Con base a la revisión de los aforos en los puntos de estudio, se observa que la afluencia vehicular se ha mantenido constante, se observa un incremento posterior al funcionamiento del BRT, relacionándose con lo manifestado de los encuestados, pues cuando se les preguntó si hubo reducción con los problemas de tráfico en la zona, un 70% respondió que no.

Los niveles de ruido generados a lo largo del corredor del BRT se mantienen elevados, superando excesivamente la recomendación de la OMS (2022) para la exposición al ruido por el tráfico de vehículos, que son 53 dBA y la NOM-081-SEMARNAT-1994 para exterior zonas residenciales de 55 dBA, y que desafortunadamente son pocas las acciones a favor de mitigar y comunicar su riesgo. La sociedad no potencializa o reconoce sus efectos, quedó demostrado en la encuesta aplicada, pues cuando se les cuestionó a los residentes aledaños al Macrobus, sobre los principales problemas ambientales que identifican en la zona, el ruido ocupó solo un 4% percibido, siendo el vandalismo, la contaminación del aire, la presencia de basura y la inseguridad o delincuencia, las problemáticas más relevantes para ellos.

Respecto a las vibraciones, se puede decir que es un tema sobre el cual se debe trabajar, pues existe mínima o nula normativa a nivel federal, tomando en cuenta las afectaciones que puede llegar a tener hacia el medio ambiente, las personas y a la infraestructura; pues es



de suma importancia considerar este aspecto ambiental en los desarrollos urbanos sobre planeación territorial y movilidad.

La encuesta de opinión pública aplicada arrojó datos muy relevantes, pues pone de manifiesto la referencia directa de las personas que experimentaron la transición del antes y después al medio de transporte implementado, destacando la importancia que tienen los instrumentos como lo son las encuestas y que la información recabada sea tomada en cuenta para la toma de decisiones en los proyectos urbanísticos y de movilidad en las áreas urbanas, para que se consolide como un ejercicio indispensable de consulta pública.

### 7.3. Conclusiones

---

Resolver los problemas de movilidad que afronta el AMG son complejos, y no se pueden resolver de un día para otro, pero es necesario transitar hacia una movilidad más sustentable, y estudios como este sirvan de base para formular políticas públicas en materia de movilidad urbana en el Estado de Jalisco, tecnologías como las del BRT puedan ser exitosas si se planean adecuadamente en las ciudades, por mencionar el caso exitoso de los BRT en Curitiba, Brasil, que es debido a una mezcla de liderazgo político, innovación, tecnocracia y continuidad, consolida 35 años de continuidad en el desarrollo de estándares de alto rendimiento para este tipo de transporte masivo (Colín, & Campos 2013; CITE, 2019).

En el caso particular del Macrobus de la ciudad de Guadalajara, y para responder sobre qué tanto abona su implementación a la movilidad urbana sustentable, en términos generales se puede decir que su implementación resultó favorable en algunos aspectos, dada su tecnología y operación, de cierta manera puso orden en el transporte, porque anteriormente había un caos de rutas, con la operación del BRT se cuenta con cruces seguros, semáforos peatonales, pago con tarjeta, puntualidad y frecuencia en las unidades y no se pierde tiempo en espera, pero, por otro lado, en un principio pareciera una ruta aislada, sin articulación con el transporte del AMG, al paso del tiempo se ha logrado conectar con algunas otras rutas alimentadoras para personas que se desplazan de lugares más alejados o de otros municipios, y no solo para las que se mueven por

la ruta del Macrobus en el municipio de Guadalajara. Desde el punto de vista ambiental y considerando la reducción de carriles, el tráfico no disminuyó, pues hay mayor presencia de vehículos y, por lo tanto, altos niveles de contaminación del aire y de ruido, tampoco se observa una disminución considerable en el uso del automóvil y así lo demuestra el IIEG (2019) en Jalisco del 2000 al 2018, el parque vehicular registró un incremento del 186.5%.

Concluir si los BRT son realmente funcionales en las áreas metropolitanas, en el caso particular del Macrobus de Guadalajara, se puede decir que su planeación debió considerar una mejor integración multimodal con los demás modos de transporte, sin embargo, su implementación dada su tecnología atendió algunos aspectos en materia de movilidad como: la seguridad en los traslados, educación vial, reducción de tiempos de espera a usuarios; entre otros.

### **7.3.1. Sección de Diálogos con el Especialista**

Diálogo con el especialista Dr. Rodolfo Humberto Aceves Arce, Profesor Investigador CUTONALA – Universidad de Guadalajara. Adscrito al Departamento de Ciencias Sociales y Disciplinas Filosóficas, Metodológicas e Instrumentales.

#### **1. Actualmente, ¿Cómo considera la Movilidad en el AMG?**

“Pienso que hay que tomar en cuenta la complejidad de los procesos de movilidad de las y los habitantes del Área Metropolitana de Guadalajara. En tal sentido, se conectan los desplazamientos cotidianos de las poblaciones con sus implicaciones socioeconómicas y las condiciones de los territorios en donde habitan y hacia los que se dirigen. De esta manera, las formas en que se movilizan son muy diferentes y tienen que ver con elementos como la accesibilidad y la calidad de los sistemas de transporte, entre otros, articulados con factores como el género, la generación, el origen étnico, la clase social. Por tales motivos, me parece que la movilidad es un tema complejo que requiere el análisis de diferentes disciplinas y saberes y que los esfuerzos que se enfocan en mejorarla aún tienen mucho por hacer para intentar reducir las brechas de desigualdad entre la gente que conforma el AMG”.

## **2. ¿Cómo califica las estrategias que se han implementado en los últimos años en el AMG para mejorar la Movilidad Urbana?**

“En términos generales, se han implementado acciones y planteados proyectos que parecen guardar pertinencia con las necesidades de la población, pero que requieren perspectivas más integradoras y de largo plazo, que desincentiven el uso del automóvil privado y que tomen en cuenta a sectores sociales y territorios históricamente marginados”.

## **3. ¿Qué aspectos han faltado incluir o considerar para mejorar la Movilidad en nuestra ciudad?**

“Hace falta incrementar la participación de las y los ciudadanos en los proyectos de movilidad y transporte, tanto en sus fases de planeación como en los de ejecución y evaluación. Es necesario transparentar los procesos en los que participan. Asimismo, es importante vincular las políticas públicas de movilidad y transporte con las de vivienda y regular la consideración del suelo urbano como mercancía sujeta a las dinámicas del libre mercado. También habría que pensar en proyectos de movilidad sustentable que atiendan a las poblaciones de municipios del oriente del AMG”.

## **4. ¿Qué relevancia tiene la opinión de la población con relación a la implementación de estrategias de movilidad en AMG?**

“Es clave. Las decisiones sobre estrategias de movilidad, además de partir de estudios técnicos, deben tomar en cuenta las diferentes necesidades y condiciones de la población, atendiendo a criterios como la diversidad de formas de experimentar los desplazamientos en el territorio metropolitano, por ejemplo, en

función del género, la generación, las movilidades limitadas, entre otros”.

**5. Dada su experiencia en el ámbito de la movilidad, ¿Considera que la Implementación de los BRT en los entornos urbanos, resuelve los problemas de Movilidad de las Metrópolis?**

“Creo que los sistemas de BRT son un recurso importante para la movilidad y los sistemas de transporte metropolitano, sobre todo si pensamos que contribuyen a los desplazamientos masivos de las poblaciones y que pueden mitigar los efectos nocivos del uso del automóvil privado. Pero también hay que pensar en su articulación con otras formas de trasladarse: en bicicleta, en tren ligero, en camiones, caminando. Es decir, lo ideal sería planear su implementación con una visión que los integre con otros sistemas de transporte y que tome en cuenta sus implicaciones sobre las poblaciones y territorios: hacia la economía de familias de habitantes y comerciantes, hacia la especulación inmobiliaria, hacia las transformaciones de estilos de vida barrial”.

### **7.3.2. Reflexión final**

Con base a los resultados obtenidos en la investigación presentada y lo consultado con el especialista, se hace evidente la complejidad de resolver los problemas de movilidad en las grandes ciudades y los efectos ambientales que provoca, es necesario partir de una adecuada planeación territorial en la que participen gobierno, profesionales y la ciudadanía a partir de la consulta pública, ya que partiendo de esta articulación se podrá contar con estrategias en movilidad exitosas.

## 7.4. Bibliografía

- Centro de inteligencia territorial (CITE). (2019). Curitiba, modelo de urbanismo verde y sustentable. CEPAL, medio ambiente y desarrollo, (48), 71-76. Recuperado de <http://cit.zacatecas.gob.mx/index.php/2019/04/22/curitiba-modelo-de-urbanismo-verde-y-sustentable/>
- Collin, Zamora, U. & Campos, A. (2013) Bus Rapid Transit (BRT) en ciudades de América Latina, los casos de Bogotá (Colombia) y Curitiba (Brasil). Quivera. Revista de estudios territoriales, 15(1), 101-118.
- Díaz, J. J., & Linares, C. (diciembre 2015). Efectos en salud del ruido de tráfico: Más allá de las “molestias”. Revista de Salud Ambiental, 15(2), 121-131. Recuperado de <https://ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/709/714>
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. (30 de agosto de 2019). Crecimiento del parque vehicular en Jalisco y el AMG 2000 – 2018. Zapopan, Jalisco, México. Recuperado de [file:///C:/Users/udeg\\_/Downloads/Ficha-Informativa\\_Parque-vehicular-2000-2018%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/udeg_/Downloads/Ficha-Informativa_Parque-vehicular-2000-2018%20(1).pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2010) Delimitación de las zonas metropolitanas de México. Disponible en: [http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas\\_met.pdf](http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf)
- ONU – Hábitat México, Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (2021). Contaminación, automóviles y calidad del aire. Recuperado de <https://onuhabitat.org.mx/index.php/contaminacion-automoviles-y-calidad-del-aire>
- Organización Mundial de la Salud-OMS (marzo 2022). La OMS publica una nueva norma para hacer frente a la creciente amenaza de la pérdida de audición. Recuperado de <https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>
- Orozco- Medina, M. G. (2018). Ruido Ambiental, caracterización y análisis. En M. G., Orozco (Ed., Coordinación y Edición), Diagnóstico ambiental en Ciudades (pp. 149-178). Guadalajara, Jalisco: Prometeo.
- Rivera Alcalá, R. (2011). Evaluación del costo-beneficio del proyecto de transporte masivo para la zona conurbada de Guadalajara. En Centro Estatal de Investigación de la Vialidad y el Transporte (© D.R.), Movilidad urbana en la gran Guadalajara, trazando el rumbo (pp. 33-45). Gobierno de Jalisco, México: Pandora.
- Rivera Alcalá, R. (2011). Evaluación del costo-beneficio del proyecto de transporte masivo para la Zona Conurbada de Guadalajara. En F. J. Romero Pérez (Ed), Movilidad Urbana en la Gran Guadalajara, Trazando el rumbo (pp. 33 – 45). Guadalajara, México: Pandora.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Sitio de Sistema de Monitoreo Atmosférico de Jalisco. (07/08/2013). Calidad del aire. Guadalajara, Jalisco, México. Recuperado de <https://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/calidad-del-aire/sitio-de-sistema-de-monitoreo-atmosferico-de-jalisco>

## 8. RETOS E INNOVACIONES DE LA INDUSTRIA EN TORNO A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

### 8.1. Presentación

---

***“Ningún problema puede ser resuelto en el mismo nivel de conciencia en el que se creó”***

Albert Einstein

Según Paterson (2015), de todos los recursos naturales de la Tierra, el aire es el más compartido. El aire se mueve a través de la atmósfera conectando fuentes de contaminación a puntos de impacto. El aire no se ha visto como un recurso, así como se ven al agua o las tierras, así que no existen demandas públicas o privadas sobre el mismo. El aire no obedece fronteras geopolíticas. El aire ambiental contaminado no se puede remediar con tecnología. A lo largo de este capítulo se estarán desarrollando los retos, estrategias e innovaciones relacionados con la industria y la contaminación del aire ambiental, logros que han ido evolucionando con el paso de los tiempos y que hoy en día representan una línea importante de esfuerzos para ayudar al medio ambiente.

Durante el corto periodo de la Revolución Industrial, la población mundial se incrementó en más de seis mil millones. La Revolución Industrial trajo consigo maquinaria, capitalismo, caminos, ferrocarriles, combustión, chimeneas, fábricas y grandes áreas urbanas. A la par de la revolución agrícola, se introdujeron en el mundo los actuales y los emergentes problemas medioambientales (Mihelcic, J. R. Zimmerman, J. B., 2015).

Actualmente, en muchos países, la producción de energía es la fuente principal de la contaminación del aire, aunque no es la única. La quema de carbón por parte de centrales eléctricas o aquellas plantas basadas en diésel, son dos de las fuentes de emisión más frecuentes y nocivas. De la misma manera, aunque en menor medida en comparación con las anteriores, los procesos industriales y el uso de solventes en industrias químicas contribuyen a la contaminación del aire y calentamiento global (Fundación Aquae, 2021).

En la Declaración de Río de Janeiro en 1992, se expuso la necesidad de adoptar un enfoque preventivo para hacer frente a los problemas ambientales y adherirse al principio de desarrollo sostenible. Se trató de un llamado a todos los gobiernos y empresas del mundo para promover una mayor responsabilidad ambiental, así como el desarrollo, la difusión y la adopción de tecnologías favorables al ambiente. (Villavicencio, D. Díaz, F.J., 2004).

México se unió a esta causa y en 1992 publicó en el Diario Oficial de la Federación un reglamento interno para la creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), como un órgano con completa autonomía que se encargaría de observar la normatividad a través del cumplimiento efectivo de las legislaciones ambientales (Carmona-Lara, 2012), sin embargo, los logros que se vieron en años posteriores a esto fueron modestos en comparación con los demás países que se habían comprometido a esta misma causa. La degradación del medio ambiente y el poco esfuerzo por reducir la contaminación del aire por parte de las autoridades de nuestro país es poco y debemos darle un sentido de urgencia y una nueva estrategia, visión y compromiso político dirigido a la promoción e innovación de nuevas tecnologías que ayuden a una reducción de la contaminación ambiental.

**Objetivo:** Dar a conocer algunos aspectos relacionados con los retos en innovaciones en la industria en torno a la contaminación del aire.

## 8.2. Desarrollo

---

En los últimos años, en las investigaciones sobre industria y ambiente en los países en desarrollo, se da por hecho que el modo sostenible contiene de manera implícita la variable tecnológica en ambientales, económicas y sociales.

Podemos reconocer la positiva interacción de las iniciativas gubernamentales, la reforma económica, los acuerdos internacionales, la proliferación de las presiones sociales y un grupo industrial con alta disposición al cambio para lograr una condición ideal del desarrollo sostenible.

Según Paterson y Mihelcic (2015) la calidad del recurso del aire, en cualquier ubicación dada, es una función de interacción compleja entre numerosos procesos. Las emisiones son transportadas (y posiblemente transformadas) y dan como resultado impactos en la calidad del aire. Cuando se experimentan impactos significativos, se crean soluciones. El enfoque de estos mismos análisis de sistemas es efectivo para investigar las cuestiones de recursos del aire en los medios ambientales e internos. Los análisis adicionales pueden enfocarse en los componentes de este sistema para resolver una cuestión en particular.

Como comentamos anteriormente, el aire contaminado no se puede remediar con tecnología, entonces ¿Qué podemos hacer? Podemos controlar la contaminación del aire ¿Cómo? Según diversos autores, con **prevención**. La prevención de contaminación, la química verde y la ingeniería verde pueden utilizarse para reducir o eliminar las emisiones de aire y los impactos adversos asociados; con **regulación**, la generación de reglamentos en materia de calidad del aire, los gobiernos estatales son responsables de implementar reglamentos dentro de los estados; con **reducción de emisiones y control de emisiones**, en esta última las tecnologías de control de emisiones están agrupadas por su capacidad de controlar las emisiones de contaminantes de aire gaseoso o de partículas. Las tecnologías son específicas para un contaminante; por lo tanto, el entendimiento de la composición de la corriente de aire es importante para estrechar la



lista de las tecnologías que podemos tener de candidatas. (Paterson y Mihelcic. 2015).

Dentro de la industria se pueden modelar o diseñar diversas tecnologías que están disponibles para tratar emisiones de partículas de aire, estas se enlistan en la siguiente tabla.:

**Tecnologías de control de emisiones de contaminantes de aire** Las comparaciones de costo detalladas se pueden hacer con recursos como el *Manual de Control de Costos de la Contaminación del Aire* de la EPA (EPA, 2002).

Tecnología	Tipo de contaminante	Principio de operación	Contaminantes objetivos comunes
Oxidante térmico	Gaseoso	Oxidación de contaminantes a través de la combustión a altas temperaturas	VOC, CO
Lavador por absorción de lecho empacado	Gaseoso	Transferencia de contaminantes en líquido absorbente	NH <sub>3</sub> , Cl <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , HCl
Torre de absorción	Gaseoso	Transferencia de contaminantes en sólido absorbente	VOCs, SO <sub>2</sub>
Biofiltro	Gaseoso	Metabolismo de contaminantes por microorganismos	Olores, VOC
Ciclón	En partículas	Eliminación de contaminantes por fuerza centrífuga	PM > 10 µm
Lavador Venturi	En partículas	Eliminación de contaminantes por impacto en las gotas de agua	10 µm > PM > 5 µm
Colector de bolsa filtrante	En partículas	Filtración de contaminantes mediante bolsas de tela	PM > 1 µm
Precipitador Electrostático	En partículas	Atracción de partículas cargadas a placas de recolección	PM < 1 µm

*Ilustración 1. Extraído de Paterson K.G. & Mihelcic, J.R. (2015). Ingeniería de recursos del aire. En J.R. Mihelcic & J.B. Zimmerman (eds.). Ingeniería Ambiental, fundamentos, sustentabilidad y diseño. (p. 553). Alfaomega.*

Todas tienen sus ventajas y desventajas y se tienen que cotejar con el diseño y la inversión. Según Mihelcic, J. R. y Zimmerman, J. B., (2015), para una inversión dada, ya sea tiempo, energía, recursos, capital, etc., se pueden realizar beneficios potenciales. Para las empresas y la industria, estos beneficios se traducen en aumento de cuota en el mercado, impacto ambiental reducido, daño a la salud humana minimizado y calidad de vida mejorada. En el caso en que las restricciones requieran mera optimización de la solución existente o hacer mejoras de incremento, algunas modestas ganancias pueden lograrse. Tenemos la oportunidad de diseñar una nueva solución que puede parecer muy diferente en forma a aquello que pretendemos, pero nos proporciona el mismo servicio. Así, los mayores beneficios pueden lograrse cuando se diseña con la seguridad de que cada componente dentro del sistema sea sustentable, se desempeñe con los

otros componentes del sistema y cumpla con el propósito global que pretende.

La prevención de la contaminación está enfocada en el incremento de la eficiencia del proceso para reducir la cantidad de contaminación generada. Mientras que estos principios proporcionan un marco para el diseño y la innovación de nuestras tecnologías, hay muchos enfocados en los esfuerzos de sustentabilidad donde se desarrollan métricas o indicadores para monitorear su progreso y cumplir con las metas.

Al aplicar los principios de la Ingeniería y al considerar los conceptos fundamentales de la sustentabilidad, se puede contribuir a direccionar los retos tradicionalmente asociados con el crecimiento y desarrollo económico. Esta nueva alerta proporciona el potencial para diseñar un mejor mañana; uno en el que nuestros productos, procesos y sistemas sean más sustentables, incluyendo el ser inherentemente benigno a la salud humana y al medio ambiente, el minimizar el uso de materiales y energía y el considerar un ciclo de vida total (Zimmerman J.B. Mihelcic, J.R., 2015).

En 1999, Bunch y Finaly, nos dicen que en años recientes muchas empresas han reconocido los retos estratégicos que supone la adhesión a los principios del desarrollo sostenible, pues los gerentes han declarado que son ellos mismos los responsables de formular las decisiones estratégicas para configurar y mejorar el desempeño ambiental y social de la empresa. Asimismo, los aspectos ambientales del desarrollo sostenible han generado gran cantidad de discusiones y debates en el ámbito de los negocios, y diversas herramientas y enfoques se han elaborado para demostrar que los negocios pueden adoptar medidas favorables para el ambiente e incluso de responsabilidad extendida (ciclo de vida del producto), como los programas de ecoeficiencia, producción más limpia, química verde, diseño para el ambiente, responsabilidad integral, sinergia de subproductos, etcétera.

Por otro lado, es bien sabido, la contaminación del aire está directamente ligada al cambio climático y por un largo tiempo hemos visto cómo los gobiernos cada vez se han visto más involucrados en

acciones en conjunto contra el cambio climático. En la última cumbre realizada el mismo 2022 en conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP) realizada en la Sharm el Sheij, Egipto, la Secretaría Ejecutiva Adjunta de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) declaró es que necesario de forma inmediata iniciar una descarbonización, ya que esta es una nueva forma de encontrar alternativas para vivir y trabajar y que, a su vez reduzcan las emisiones contaminantes y capturen y almacenen el carbono en nuestro suelo y vegetación, siendo esta una nueva alternativa o forma en la que podemos ayudar a reducir la contaminación del aire, si bien, es cierto que esta técnica implica una gran transformación, deberá requerir innumerables inversiones por parte de la ciencia, la tecnología, ingeniería de infraestructura verde, restauración de tierras y suelos, energías renovables y edificios sostenibles, pero el retorno de la inversión se recuperará en muchos más beneficios socioeconómicos, empleos y mayor bienestar para todos nosotros.

### 8.3. Conclusiones

---

Hemos visto que, desde la revolución industrial a la fecha, la población ha ido en aumento, que los contaminantes también cada vez van en mayor aumento, es necesaria la implementación de políticas y reglamentos gubernamentales, que nosotros como habitantes exijamos una mayor supervisión hacia las empresas y que el mismo gobierno ayude a incentivar la industria y empresas públicas y privadas a contribuir con el control y reducción de emisiones a la atmósfera, hemos hecho mucho en los últimos años, sin embargo, es necesario apoyar los cambios e de comportamiento, la implementación y regulación de nuevas políticas y marcos normativos, la ecologización de los flujos financieros, la cooperación internacional y la colaboración radical de todos nosotros.

### 8.4. Bibliografía

---

Paterson K.G. & Mihelcic, J.R. (2015). Ingeniería de recursos del aire. En J.R. Mihelcic & J.B. Zimmerman (eds.). Ingeniería Ambiental, fundamentos, sustentabilidad y diseño. (p. 519). Alfaomega.

- Paterson K.G. & Mihelcic, J.R. (2015). Ingeniería de recursos del aire. En J.R. Mihelcic & J.B. Zimmerman (eds.). Ingeniería Ambiental, fundamentos, sustentabilidad y diseño. (pp. 551-553). Alfaomega.
- Mihelcic, J.R. & Zimmerman, J.B. (2015). Ingeniería y desarrollo sustentable. En J.R. Mihelcic & J.B. Zimmerman (eds.). Ingeniería Ambiental, fundamentos, sustentabilidad y diseño. (p. 21). Alfaomega.
- Zimmerman, J.B. & Mihelcic, J.R. (2015). Ingeniería Verde. En J.R. Mihelcic & J.B. Zimmerman (eds.). Ingeniería Ambiental, fundamentos, sustentabilidad y diseño. (pp. 262-265). Alfaomega.
- Zimmerman, J.B. & Mihelcic, J.R. (2015). Ingeniería Verde. En J.R. Mihelcic & J.B. Zimmerman (eds.). Ingeniería Ambiental, fundamentos, sustentabilidad y diseño. (pp. 301-305). Alfaomega.
- Bunchy, R. & Finaly J. (1999). Environmental Leadership in Business Education: Where's the Innovation and How Should We Support It? Corporate Environmental Strategy, 7 (1), 92-105.
- Aguae Fundación. (26 de agosto del 2021). Contaminación del aire: causas y tipos. <https://bit.ly/3UgEmqR>
- Villavicencio, D. & Díaz, F.J. (2004). Innovación y medio ambiente: lecciones de la industria química mexicana. Comercio exterior, 54 (12). 1056-1058.
- Carmona-Lara, M.C. (2012) Río + 20: Reflexiones en torno a la institucionalización y gestión de la procuración de justicia ambiental en México. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
- Meza, Andrea. (5 de noviembre del 2022). La descarbonización no puede esperar. En: <https://bit.ly/3OAKDfw>.

## 9. CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y SALUD Respiratoria.

### 9.1. Presentación

---

El presente apartado aborda de manera general la contaminación del aire y sus efectos en la salud respecto al sistema respiratorio. Para ello se realiza un pequeño bosquejo de las afectaciones a nivel nacional. Como principal objetivo se pretende dar a conocer la situación de las enfermedades respiratorias referente a la contaminación del aire como uno de los principales problemas de la Salud Ambiental.

Según la Organización Mundial de la Salud, “la contaminación del aire (tanto en el exterior como en interiores) es la presencia de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran las características naturales de la atmósfera. (OMS, s.f.).

Entre las fuentes más comunes se encuentran la emisión de gases de los aparatos domésticos de combustión, las instalaciones industriales, los vehículos de motor y los incendios forestales. “Los contaminantes más preocupantes para la salud pública son las partículas en suspensión, el monóxido de carbono, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre” (OMS, s.f.). La contaminación del aire exterior y de interiores provoca enfermedades respiratorias y de otros tipos y es una de las principales causas de morbilidad.

**Objetivo:** Dar a conocer aspectos generales de la contaminación del aire y la salud respiratoria.

### 9.2. Desarrollo

---

En el año 2021 la propia OMS planteó como los principales contaminantes arriesgan la salud humana, debido a las “partículas en suspensión (PM), ozono (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), dióxido

de azufre (SO<sub>2</sub>) y monóxido de carbono (CO)” (OMS, 2021 a), para lo cual se elaboraron las “Directrices Mundiales de la OMS” sobre la calidad del aire, cuyo objetivo general es brindar recomendaciones basadas en la salud para la gestión de la calidad del aire, expresadas a corto plazo para una serie de contaminantes atmosféricos clave y proporcionan a “Estados miembros de la OMS una herramienta basada en pruebas que pueden utilizar para informar la legislación y la política. En última instancia, el objetivo de estas directrices es proporcionar orientaciones para ayudar a reducir los niveles de contaminantes atmosféricos con el fin de disminuir la enorme carga sanitaria resultante de la exposición a la contaminación atmosférica en todo el mundo” (OMS, 2021 b).

Para la Organización Panamericana de la Salud (OPS), las partículas PM<sub>10</sub> y las llamadas PM<sub>2.5</sub>, que están compuestas por el polvo, el hollín, el humo y el aerosol, son emitidas por los vehículos diésel, la quema de residuos y cultivos, y las plantas generadoras de energía eléctrica a carbón, son nocivas para la salud, aun cuando los niveles de emisión sean relativamente bajos (OPS, s.f.) y pueden provocar enfermedades tales como infecciones respiratorias, accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón y enfermedades cardiovasculares. A nivel mundial, las cifras son alarmantes, según la IQAir. En el año 2020, el país con mayor contaminación del aire fue Blandgadesh, con un índice de 77,1 lo que representa más de 10 veces superior a lo permitido. En el índice publicado por esta empresa en el año 2020, México no tenía cifras alarmantes, situándose en el número 51 de los 117 países analizados por ellos, con un índice de 18,9 (IQAir, 2022a).



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de IQAIR (2022a).

### 9.3. Contaminantes del Aire en México

---

En México, según consta en el artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, “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”. (2021, p. 10).

En vistas de esto y de los altos índices de contaminación que desembocan en enfermedades respiratorias agudas e incluso la muerte, México, desde 1990, se suscribió al Pacto internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales y al Protocolo de San Salvador, en 1996. Con ambas instituciones, la nación mexicana ha firmado importantes acuerdos internacionales en función de adoptar medidas necesarias para mejorar el medio ambiente.

En ese sentido, México, desde el 28 de enero de 1988, creó y puso en vigor la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que tiene por objeto “propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases” para, entre otros aspectos, “garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo salud y bienestar”; la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo” (Cámara de Diputados, 2012). Teniendo en cuenta los altos índices de contaminación en México, se estableció la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud, para mantener un monitoreo constante sobre el índice de calidad del aire y los riesgos que presenta a la salud de los habitantes. Esta norma establece la obligatoriedad de todos los Estados de vigilar este índice y tiene por objeto “Establecer los lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud, con el fin de informar de manera clara, oportuna y continua el estado de la calidad del aire, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas que se pueden tomar para reducir la exposición” (DOF, 2019).

A partir de esta norma se establecen informes anuales de cada Estado para indicar los niveles de contaminación y establecer medidas para de alguna manera reducir este índice que tanto afecta a la población.

Para 2021 en México se incrementó este índice en 19,3, lo que representa, según la propia IQAir, de 3 a 5 veces superior la concentración media anual de lo permitido. Aun cuando los datos no parecieran alarmantes, la propia empresa IQAir, nos señala que, de todos los municipios mexicanos, el más contaminado fue Metepec en el Estado de México, con un índice de 85, o sea más de 20 veces superior a lo permitido y el municipio más limpio fue Hermosillo en Sonora, con un índice de 24,0 que significa que es de 1 a 2 veces superior a lo permitido (IQAir, 2022b).

El portal estadístico *Statista*, cuya sede se encuentra en Alemania, informa que, en México, “las infecciones respiratorias agudas fueron el tipo de enfermedades más comunes en 2020. Ese año, se habrían estimado un total de 14 millones de casos en el país. La mayoría de dichos casos se presentaron en niños pequeños de uno a cuatro años, y en adultos de entre 25 y 44 años de edad. El grupo con la menor cantidad de casos fue aquel de la población de más de 60 y menos de 65 años” (Statista, 2021). Estas no fueron las cifras totales de afectados por enfermedades respiratorias, como lo podemos apreciar en la Tabla No.1

<b>Padecimiento</b>	<b>Total de enfermos</b>
<b>Infecciones respiratorias agudas</b>	14 009 837
<b>Otitis media aguda</b>	504 670
<b>Influenza</b>	374 876
<b>Faringitis y amigdalitis estreptocócicas</b>	163 595
<b>Neumonías y bronconeumonías</b>	155 936
<b>Asma</b>	127 758

**Tabla No.1 - Enfermedades respiratorias. México 20201**



A partir del análisis, en la Tabla 1 podemos deducir que de las veinte principales enfermedades en México que más afectaron a la población, el 55,39% fue causado por problemas respiratorios.

El Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C. (CEMDA) señala que para que México logre disminuir los contaminantes del aire y una mejor calidad de vida en su población es necesario recabar esfuerzos y adoptar varias medidas, entre las que se encuentran: “promover y garantizar mecanismos de transparencia, participación social y rendición de cuentas efectivos, que promuevan la actualización y la aplicación de las normas sobre salud y calidad del aire, con mecanismos de coordinación y participación de las diferentes áreas involucradas (salud, medioambiente, hacienda, economía) y otros sectores (iniciativa privada, academia y sociedad civil).

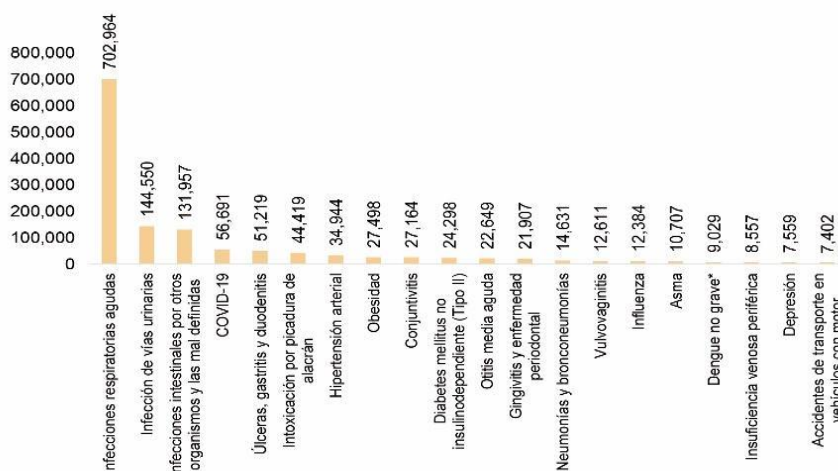
Establecer programas de monitoreo de calidad del aire eficientes que incluyan redes estatales integradas en un sistema nacional y que permitan medir la concentración de todos los contaminantes en el aire” (CEMDA, 2022).

Entre las medidas que ha adoptado el Gobierno Federal podemos encontrar: la reducción de emisiones en la distribución y uso de gas LP, fomentar el uso de dispositivos que regulan las fugas de combustible; la regulación de compuestos orgánicos volátiles en recubrimientos y productos de uso doméstico; control de emisiones en gasolineras; mejores prácticas para el manejo de los fuegos y la prevención de incendios y con un mayor control de emisiones y uso de combustibles limpios en el sector industrial.

## 9.4. Enfermedades Respiratorias en Jalisco

---

Jalisco representa un panorama similar al de la nación mexicana. El informe anual del Instituto de Información Estadística de Jalisco (IIEG), señala que dentro de las enfermedades que más afectaron al estado en el año 2020. El principal padecimiento fueron las respiratorias agudas, aunque otras enfermedades respiratorias también afectaron a los jaliscienses, como podremos apreciar en el Gráfico No. 2.



**Gráfico 2.** - Veinte principales causas de enfermedad, Jalisco, 2020.

Padecimiento	Total de enfermos
<b>Infecciones respiratorias agudas</b>	702 964
<b>Otitis media aguda</b>	22 649
<b>Influenza</b>	12 384
<b>Neumonías y bronconeumonías</b>	14 631
<b>Asma</b>	10 707

**Tabla No.3** - Enfermedades respiratorias. Jalisco, 2020, Fuente: IIEG (2021).

Teniendo en cuenta que la población de Jalisco en 2020, ascendía a 8348151 habitantes, y el total de enfermos por enfermedades respiratorias fue de 763,335, el porcentaje de habitantes afectados por enfermedades respiratorias corresponde al 9,14.

Para ello, la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) y el Gobierno de Jalisco, se trazaron 5 medidas que están recogidas en el Programa ProAire del periodo 2014-2020.

Entre ellas podemos citar:

1. Recuperación de vapores de gasolinas en Terminal de Almacenamiento y Despacho y estaciones de servicio.
2. Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.
3. Control de emisiones de Compuestos orgánicos volátiles.
4. Control de emisiones de ladrilleras.
5. Prohibición del uso de combustóleo en el Área Metropolitana de Guadalajara.

## 9.5. Conclusiones

---

Los estudios toxicológicos y de laboratorio, han sustentado la relación que existe entre los altos índices de contaminación del aire y los efectos adversos que representan para la salud humana, asociados a los contaminantes atmosféricos, a pesar de que el Gobierno del Estado de Jalisco informó que en el periodo 2020-2021, se redujeron en más de un 80% los niveles de contaminación presentes en la atmósfera en comparación con el invierno anterior 2018-2019” (Gobierno del Estado de Jalisco, 2021). Estos efectos han demostrado el incremento de las enfermedades respiratorias, incidiendo de manera negativa en la calidad de vida de la población y convirtiéndose en una de las principales causas de morbilidad y mortalidad de la población tanto a nivel mundial como en México.

## 9.6. Bibliografía

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2012). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo\\_social/docs/marco/Ley\\_GEEPA.pdf](https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_social/docs/marco/Ley_GEEPA.pdf)
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2021). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada DOF 28-05-2021. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- CEMDA (2022). Aire, energía y cambio climático. <https://www.cemda.org.mx/aire-energia-y-cambio-climatico/>
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos (DNDH). [https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/cartillas/7\\_Cartilla\\_PIDESCyPF.pdf](https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/cartillas/7_Cartilla_PIDESCyPF.pdf)
- Diario Oficial de la Federación (DOF, 20 de noviembre de 2019). NORMA Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5579387&fecha=20/11/2019#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5579387&fecha=20/11/2019#gsc.tab=0)
- Gobierno de España. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (s. f.). Partículas PM 10. <https://prtr-es.es/particulas-pm10,15673,11,2007.html>
- Gobierno del Estado de Jalisco (2021). Coordina gobierno de Jalisco estrategia inveral 2021-2022 en materia de calidad del aire. <https://jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/135197#:~:text=En%20el%20periodo%202020%2D2021,efectos%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20durante>
- INEGI (2021). Población Jalisco. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020\\_Jal.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020_Jal.pdf)
- Instituto de Información Científica y Geográfica de Jalisco. (agosto de 2021). Diagnóstico Municipal. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/10/San-Pedro-Tlaquepaque.pdf>
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG). (2022). Enfermedades <https://iieg.gob.mx/ns/wpcontent/uploads/2022/04/EnfermedadesJalisco2020.pdf> de la población de Jalisco en 2020.
- IQAir (2022a). Países y regiones con mayor contaminación del mundo (datos históricos entre 2018-2021). Clasificación de los países y regiones con mayor contaminación en función de la concentración de PM2.5 media anual ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). <https://www.iqair.com/mx/world-most-polluted-countries>

- IQAir (2022b). Calidad del aire en México. Índice de calidad del aire (ICA) y contaminación del aire PM2.5 en México  
<https://www.iqair.com/mx/mexico>
- OMS (2021 a). Las nuevas Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire tienen como objetivo evitar millones de muertes debidas a la contaminación del aire. <https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
- OMS (s. f.) Contaminación atmosférica. [https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1)
- (OMS, 2021 b). Who global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf>
- OPS (s.f.). Calidad del aire. <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) (2014). ProAire. [https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/proaire\\_jalisco\\_2014-2020.pdf](https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/proaire_jalisco_2014-2020.pdf)
- Statista (2021). Infecciones respiratorias agudas en México en 2020, por grupo de edad (en millones). <https://es.statista.com/estadisticas/1149391/infecciones-respiratorias-agudas-mexico-grupo-edad/>

## 10. ESTRATEGIAS FRENTE A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

### 10.1. Presentación

La contaminación del aire en interiores es considerada un problema de importancia para la población mundial, pues se estima que las personas se mantienen en espacios de interior alrededor del 90% de su tiempo, por lo que generar y mantener un clima interior adecuado se ha vuelto una prioridad (Simanic et al., 2019). La calidad del aire interior permite dar una descripción sobre los problemas que suceden dentro de los hogares, oficinas, escuelas o incluso centros comerciales, pues los contaminantes presentes, ya sean gases, vapores o partículas filtradas del exterior o formadas dentro del mismo sitio, pueden ser encontrados en concentraciones incluso superiores a las de ambientes externos (Chipana, 2020).

El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es uno de los gases generados en espacios interiores, principalmente por la respiración humana, fumar y otras actividades de combustión de sustancias con carbono, se han incrementado en situaciones de baja ventilación. Se tiene información de que el  $\text{CO}_2$  produce daños a la salud en las personas cuando se encuentra en concentraciones mayores a 1000 ppm en espacios interiores (Chipana, 2020).

Como una alternativa de solución ante baja contaminación del aire en espacios interiores surge la biorremediación, que utiliza organismos vivos para degradar los contaminantes del ambiente en sustancias de menor toxicidad, y de esta se desprende la fitorremediación que presenta el mismo objetivo utilizando exclusivamente las plantas como herramienta (Pedraza, 2015).

**Objetivo:** Abordar la fitorremediación como una alternativa en interiores con baja contaminación para la conservación de la salud humana.

## 10.2. Desarrollo

---

Blount (2020) resalta que la presencia de solventes inorgánicos por la industria de pintura, de imprenta y limpieza de metales componen el 65% del total de COV emitido a la atmósfera, a los cuales atribuye afectaciones en la salud y la calidad del aire por su carácter tóxico, volátil y liposoluble.

Ante esta problemática, autores como Gong y col. (2019) indican que la calidad del aire interior puede mejorarse mediante diversas técnicas que implican desventajas como el alto costo o generar contaminantes secundarios, es por esto que Yang y col. (2009) y de la Cruz (2014) consideran a la fitorremediación como una propuesta accesible por su bajo costo y en palabras de Garzón y col (2017) es considerada como la biotecnología menos invasiva para el ambiente.

La fitorremediación es una tecnología que, mediante las capacidades de ciertas especies vegetales y microorganismos ligados a estas de absorber, acumular, tolerar o degradar compuestos contaminantes, descontaminan parcial o totalmente los suelos, el aire, los sedimentos o el agua (Bernal-Figueroa, 2014).

De acuerdo con Covarrubias y Cabriaes (2017) las plantas utilizadas para la fitorremediación pueden presentar tres características según la actividad que realizan con los contaminantes a los que se exponen: excluyentes, indicadoras y acumuladoras.

Dentro de los beneficios de la fitorremediación está el bajo costo, no requiere de atención especializada y pone en práctica tecnologías agroecológicas respetuosas con el ambiente, sin embargo, debe considerarse que en el caso de árboles o arbustos la inversión de tiempo es mayor, además de que se requiere de espacios amplios para plantar árboles y arbustos suficientes para la biodepuración (León-Castro, 2019), por ende, la fitorremediación es una alternativa sustentable de baja inversión y de fácil aplicación en interiores al combinar plantas de maceta y árboles o arbustos a los alrededores del edificio o como muros verdes para mejorar la calidad del aire y finalmente funcionar como un factor protector en la salud de las comunidades.

Para comprender la función de las plantas en la calidad del aire es necesario mencionar los estomas, los cuales son poros localizados usualmente en la parte superior de las hojas compuestos por células con la capacidad de abrir y cerrar para regular el intercambio gaseoso y absorber otras sustancias suspendidas en el ambiente, en otras palabras, es mediante estos poros que ocurre la absorción de dióxido de carbono y la expulsión de subproductos de la fotosíntesis que son oxígeno y vapor de agua (León-Castro, 2019).

En el capítulo de libro por Vicente-Pinacho, Herrera y Ramírez (S.F.) se evalúan cinco plantas de ornato de poco cuidado y accesibilidad en el Estado de Oaxaca, las cuales son comúnmente conocidas como Orejona, Cuna de Moisés, Teléfono, Palma y Cintilla, los autores recomiendan tener al menos tres de estas plantas dentro de las recámaras principales de cada hogar, para crear un espacio libre de contaminantes, aire fresco y puro. En adición, la planta que produjo mayor área foliar al finalizar las evaluaciones fue la cintilla, pues presenta un área foliar  $2,423.5 \text{ cm}^2$ , es decir, produce 71.5 gramos de oxígeno por hora seguida por la planta cuna de moisés con área foliar  $1,246.1 \text{ cm}^2$  y producción de 36.7 gramos de oxígeno; cabe destacar que los autores refieren que con estas estrategias no se elimina la contaminación ambiental, pero sí puede influir en la calidad de vida de las familias al eliminar cantidades importantes de contaminantes dentro de los hogares.

En un estudio de la NASA se tomaron en cuenta los principales contaminantes del aire para aplicar fitorremediación mediante las características de las plantas para mejorar la calidad del aire de los transbordadores espaciales; los resultados mostraron que las plantas de follaje eliminaron el 87% de los contaminantes del aire a las 24 horas de observación, y en general los contaminantes que son biodepurados por las estomas de estas plantas son material particulado,  $\text{CO}_2$ , CO, dióxido de nitrógeno, ozono y compuestos orgánicos volátiles (COV) como el benceno, xileno, amoniaco, tricloroetileno y formaldehído (León-Castro, 2019).

Las plantas que destacaron por su follaje en la disminución de contaminantes ambientales en este estudio fueron la *Epipremnum aureum*, la *Spathiphyllum* sp. o comúnmente conocida como Cuna de



Moisés, la Sansevieria trifasciata o Lengua de Suegra, la Chamaedorea seifrizii o palmera de salón, Dracaena deremensis o Palo de Brasil. En adición, el estudio también involucra especies silvícolas con potencial para la reducción de olores captados como ofensivos. Estos son el árbol Cananga odorata o también conocido como Ylang-Ylang por el aceite esencial que es también utilizado como aromatizante. Cestrum nocturnum o coloquialmente llamado Dama de noche, al que también se han comprobado efectos tranquilizantes y de disminución de dolor en animales (León-Castro, 2019). Ortiz Cáceres (2020) recomienda la fitorremediación como una biotecnología viable para la población y poco invasiva a comparación de otras tecnologías convencionales.

### 10.3. Conclusiones

---

En conclusión, la fitorremediación funciona como una estrategia accesible tanto en disponibilidad como accesibilidad para mejorar la calidad del aire dentro de los hogares, si bien el problema no es solucionado en su totalidad, sí se obtienen beneficios en espacios cerrados como lo son las casas y departamentos. De acuerdo con la información consultada, es importante promover en las comunidades la presencia de plantas dentro del hogar de diferentes especies con características de remediación del aire para mejorar la calidad del aire en espacios internos, se presenta hasta el momento como una opción de solución a pequeña escala por la facilidad de implementación y poco mantenimiento requerido.

Se extiende la invitación a continuar con la creación de conocimientos referentes a la fitorremediación para la contaminación del aire con el propósito de desarrollar estas estrategias en beneficio de las familias y las comunidades.

### 10.4. Bibliografía

---

- Bernal-Figueroa, A. (2014). Fitorremediación en la recuperación de suelos: una visión general. Revista de investigación agraria y ambiental, 245-256.
- Blount, E. (2020). Disolventes orgánicos. Revista Daphnia.

<https://www.daphnia.es/revista/12/articulo/425/Disolventes-organicos>

- Chipana Meza, M. M., & Matos Zavaleta, N. (2020). Evaluación de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en interiores y su influencia en la salud de los estudiantes de la Universidad Peruana Unión.
- Covarrubias, S. A., & Cabriales, J. J. P. (2017). Contaminación ambiental por metales pesados en México: Problemática y estrategias de fitorremediación. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33, 7-21.
- Del a Cruz, M., Christensen, J. y Müller, R. (2014). ¿Pueden las plantas ornamentales en macetas eliminar los compuestos orgánicos volátiles del aire interior? - una revisión. *Environ Sci Pollut Res*, 20. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3240-x>
- Garzón, J., Rodriguez, J. y Hernandez, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. Universidad y Salud. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. <https://doi.org/10.22267/rus.171902.93>.
- Gong, Y., Zhou, T., Wang, P., Lin, Y., Zheng, R., Zhao, Y. y Xu, B. (2019). Fundamentos de las plantas ornamentales en la eliminación de benceno en el aire interior. *Atmosfera*. <https://doi.org/10.3390/atmos10040221>
- León-Castro, E. C. (2019). Especies ornamentales y silvícolas con potencial biodepurante y mitigante de la contaminación atmosférica y de olores ofensivos, emitidos por los sistemas de explotación pecuaria.
- Ortiz Cáceres, E. A. (2020). Análisis y propuesta de técnicas de fitorremediación para disminuir la presencia de compuestos orgánicos volátiles en el aire en la industria de pinturas de Lima Metropolitana, durante el período 2014 al 2019.
- Pedraza Ortiz, L. (2015). La biodepuración del aire con plantas purificantes y ornamentales, como alternativa ambiental en el siglo XXI. Monografía Descriptiva. Bogota D.C, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Simanic, B., Nordquist, B., Bagge, H., & Johansson, D. (2019). Indoor air temperatures, CO<sub>2</sub> concentrations and ventilation rates: Long-term measurements in newly built low-energy schools in Sweden. *Journal of Building Engineering*, 25, 100827.
- Vicente-Pinacho, E. C., Herrera Pacheco, A. C., & Ramírez Garzón, J. (S.F.) Plantas de ornato como fuente de oxígeno limpio para los habitantes de las grandes ciudades. *Un Mar de Ideas*, 67.
- Yang, D., Pennisi, S., Son, K. y Kays, S. (2009) Proyección de plantas de interior para la eficiencia de eliminación de contaminantes orgánicos volátiles. *Hortscience* 44: 1377 – 1381.

## 11. TENDENCIAS Y ACCIONES CON RELACIÓN A LA CALIDAD DEL AIRE

### 11.1. Problemática de Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara

---

**Gabriela Hernández Pérez**

Uno de los principales problemas es la gran cantidad de vehículos que circulan diariamente por la ciudad, ya que generan grandes cantidades de contaminantes como el CO<sub>2</sub> que dañan la salud humana y ambiental, la mala planeación urbana y el insuficiente servicio del transporte público hacen que los habitantes de esta gran metrópoli tengan que trasladarse en sus vehículos particulares, generando grandes congestionamientos viales. Este problema no es el único, en las zonas de la periferia, la quema de residuos agrícolas y ladrilleras generan una gran cantidad de contaminantes como monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, al igual que la quema de basura por el mal manejo de residuos. Las industrias también aportan grandes cantidades de contaminantes al aire, y el uso de energías poco amigables, como el uso de gas, la quema de carbón o leña, el uso de calefactores y aire acondicionado, entre otros.

#### **11.1.1. Las acciones para su atención se deben enfocar en:**

Mejorar los planes de desarrollo urbano, que estén orientados en el bienestar de las personas y no de los vehículos, es decir, mejores y mayores áreas verdes y no grandes avenidas, esto incluye un mejor servicio de transporte urbano. Programas para un buen manejo de residuos y evitar la quema. Desarrollar áreas industriales que cuenten con programas y equipos con los que se reduzcan las emisiones de contaminantes al aire. Es decir, generar planes de desarrollo urbano integrales. Un programa para mejorar la calidad del aire que respiramos tendría que incluir al menos los tres siguientes aspectos:

1. Transporte público eficiente; que transporte a un mayor número de personas, genere una menor contaminación y se reduzca el uso de vehículos particulares.
2. Programa de apoyo para la adquisición y uso de vehículos híbridos o de tecnologías avanzadas.
3. Generar más espacios verdes para la recreación, así como la protección y conservación de los ya existentes.

Continuar y fortalecer los programas de educación ambiental en todos los niveles educativos.

La contaminación del aire es uno de los riesgos más severos por las graves consecuencias a la salud, por lo que su atención debe ser primordial, es importante regular y obligar a los sectores más contaminantes como es el de transporte y la industria, que acaten los límites y mejoras para la disminución de la contaminación y, por ende, la mejora de la salud ambiental y humana. Las ciudades deben fortalecer los programas educativos y generar planes de desarrollo urbano integrales.

## **11.2.Problemática de la Calidad del Aire en la ZMG, por factores naturales y humanos:**

---

### **Arturo Figueroa Montaña**

La problemática de la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara, tiene su origen principalmente en la combinación de factores naturales y humanos. Uno de los principales factores es la fisiografía de la región, que provoca la acumulación de contaminantes debido a condiciones propicias para el desarrollo de inversiones térmicas durante casi todo el año. Además, la concentración de industrias y el aumento del parque vehicular contribuyen de manera significativa a la emisión de contaminantes atmosféricos. Por otro lado, el crecimiento desorganizado de la ciudad ha generado un aumento en la demanda de servicios básicos, como el transporte público y la recolección y gestión de grandes cantidades de residuos. En resumen, la principal causa de la problemática de la calidad del aire en la ZMG se encuentra en la

combinación de factores naturales, como la inversión térmica, y factores humanos, como la concentración de industrias, el aumento del parque vehicular, y la gran demanda de productos y servicios de la población creciente. Además, no se puede ignorar la falta de conciencia ambiental y la escasa educación en materia de cuidado del medioambiente. El uso indiscriminado de vehículos particulares, la quema de basura y la falta de regulación en las industrias son ejemplos claros de esto. Es importante destacar que la problemática de la calidad del aire en la ZMG no puede atribuirse únicamente a un factor en particular, sino que es el resultado de múltiples factores interrelacionados.

### **11.2.1. Las acciones para su atención se deben enfocar en:**

Es necesario adoptar un enfoque integral para abordar la problemática de la mala calidad del aire en la ZMG, involucrando a todos los sectores de la sociedad. Las autoridades deben implementar medidas más estrictas para regular las emisiones contaminantes de vehículos y fábricas, fomentando el uso de tecnologías más limpias y energías renovables. Es esencial promover la movilidad sostenible, mediante el estímulo del uso del transporte público, la bicicleta y la caminata. También es necesario llevar a cabo campañas educativas para concientizar a la población sobre la importancia de reducir nuestra huella de carbono. Por último, establecer alianzas con organizaciones internacionales y otras ciudades puede brindar la oportunidad de compartir experiencias y buenas prácticas, lo que permitirá identificar soluciones innovadoras para abordar este problema. Todos los miembros de la sociedad tienen la responsabilidad de tomar acciones concretas para mejorar la calidad del aire y proteger el medioambiente. Un programa para mejorar la calidad del aire que respiramos tendría que incluir al menos los tres siguientes aspectos:

- 1. Reducción de emisiones contaminantes:** Un programa efectivo para mejorar la calidad del aire debe enfocarse en reducir las emisiones contaminantes provenientes de fuentes como la industria, el transporte y la generación de energía. Esto podría incluir medidas como la implementación de

tecnologías más limpias, la promoción de energías renovables y la adopción de políticas de transporte sostenible.

**2. Monitoreo y control de la calidad del aire:** Es fundamental contar con un sistema de monitoreo continuo y preciso de la calidad del aire para identificar las áreas y fuentes de contaminación más problemáticas. Este sistema debe estar respaldado por regulaciones y estándares ambientales estrictos, así como por mecanismos de control y sanciones para aquellos que no cumplan con las normativas establecidas.

**3. Sensibilización y educación:** Es esencial contar con programas de sensibilización y educación para concienciar a la población sobre los impactos negativos de la contaminación del aire en la salud humana y el medio ambiente. Estos programas deben incluir campañas de información y educación sobre las prácticas y comportamientos individuales que pueden contribuir a la mejora de la calidad del aire, como reducir el uso de vehículos de combustión interna, realizar un adecuado mantenimiento de los vehículos, utilizar transporte público o bicicleta, y promover la eficiencia energética en los hogares y las industrias.

Además, es importante fomentar la participación ciudadana en la toma de decisiones y en la implementación de medidas para mejorar la calidad del aire. Esto puede incluir la creación de espacios de diálogo y consulta, así como la promoción de la participación activa de la sociedad civil y las organizaciones comunitarias en la planificación y ejecución de estrategias de mejora de la calidad del aire.

### 11.3. Conclusiones

---

En síntesis, la alta concentración de contaminantes, especialmente partículas (PM<sub>10</sub> - PM<sub>2.5</sub>) y ozono, es motivo de gran preocupación en la ZMG. Estos contaminantes son generados principalmente por

emisiones de vehículos, la industria y la quema de residuos. La calidad del aire deficiente tiene efectos negativos en la salud y el medioambiente, causando enfermedades respiratorias, cardiovasculares y dañando los ecosistemas, además de contribuir al cambio climático. Para abordar esta problemática, es necesario implementar políticas y medidas efectivas para reducir las emisiones contaminantes. Algunas acciones que se pueden tomar incluyen mejorar el transporte público, fomentar el uso de vehículos eléctricos, promover la separación de residuos y adoptar energías limpias en la industria. Tanto las autoridades gubernamentales como la sociedad en general deben comprometerse a tomar medidas para mejorar la calidad del aire. Esto implica crear conciencia sobre la importancia de reducir las emisiones y participar activamente en la implementación de acciones que promuevan un ambiente más limpio y saludable. Es esencial establecer una coordinación entre los diferentes actores involucrados, como autoridades locales, organizaciones no gubernamentales, empresas y ciudadanía, para trabajar juntos en la búsqueda de soluciones efectivas. También es necesario contar con sistemas de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire para evaluar el impacto de las medidas implementadas y tomar decisiones informadas sobre acciones futuras. En conclusión, la calidad del aire en la ZMG requiere atención urgente y acciones concretas para reducir las emisiones contaminantes y mejorar la salud de la población y el medio ambiente. Solo a través de un compromiso colectivo y la implementación de políticas efectivas se podrá lograr un aire más limpio y seguro para todos.

### **11.3.1. Sección de Diálogos con el Especialista**

Javier Omar Martínez Abarca respondió a las siguientes preguntas orientadoras desde su perspectiva profesional.

***¿Desde su perspectiva cómo influye la calidad del aire en la salud de los seres humanos?*** De una forma crucial, principalmente para el sistema respiratorio y el cardíaco, aumentando el riesgo de enfermedades cardíacas y respiratorias, así como el cáncer de pulmón, insuficiencia pulmonar y el asma, o en el peor de los casos, la muerte.

***¿En términos generales cómo considera que es la calidad del aire en ZMG?*** Mala, la ZMG sigue en constante expansión, es una de las zonas más contaminadas de México, principalmente por el uso de medios de transporte de combustible fósil y por la industria.

***¿Cuáles son las principales enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire?***

- Asma
- Cáncer de pulmón
- Enfisema pulmonar

***Desde su área de conocimiento, ¿nos puede compartir la importancia de la contaminación del aire en el desarrollo cognitivo del ser humano?*** Es de gran importancia contar con una buena calidad del aire, debido a que la mayoría de los contaminantes que se vierten a la atmósfera son xenobióticos, mismos que tienen la capacidad de mutar los procesos celulares, específicamente el ADN, así que un desarrollo cognitivo adecuado en etapas tempranas depende en gran medida de la calidad del medio en donde se desarrolla el ser humano.

***En el contexto de la salud ambiental, ¿hacia dónde considera que se deben orientar las acciones para mejorar la calidad del aire?***

- Políticas públicas transversales.
- Fortalecer la red de monitoreo atmosférico del Estado.
- Crear la Red de Monitoreo Atmosférico Universitaria (REDUDG).
- Fortalecer el transporte público.
- Crear un Consejo Pro-aire: que involucre industria-sociedad-academia y gobierno.
- Mejorar estrategias de educación ambiental
- Fortalecer incentivos a pequeños productores que emiten descargas continuas a la atmósfera (ladrilleros, alfareros, etc.)
- Mayor recurso a las áreas de medio ambiente de los gobiernos municipales para fortalecer los proyectos de planeación ambiental



La contaminación del aire es causada por diversas fuentes, como la quema de combustibles fósiles, las emisiones de los vehículos y las industrias. Estas emisiones liberan una gran cantidad de sustancias tóxicas y partículas finas que se encuentran en el aire que respiramos. Estas partículas pueden penetrar en nuestros pulmones y causar problemas respiratorios, como asma y enfermedades pulmonares crónicas.

Además de los problemas de salud, la contaminación del aire también tiene un impacto negativo en el medioambiente. Las emisiones de gases de efecto invernadero contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. Esto a su vez provoca fenómenos meteorológicos extremos en las ciudades, como sequías, inundaciones y tormentas más intensas. También afecta a la biodiversidad, ya que muchas especies no pueden adaptarse a los cambios repentinos que produce el clima.

La calidad del aire sigue siendo un tema crucial que no toma importancia en las agendas ambientales de los gobiernos locales, además de que pasa desapercibida por la población, no existe un monitoreo constante o que tenga un alcance eficaz en toda la zona metropolitana de Guadalajara, ya que la Red del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Jalisco (SIMAJ) se ha visto limitada ante la creciente expansión de la ciudad fuera de los límites previstos en los Ordenamientos Territoriales.

Es fundamental que tomemos medidas para reducir la contaminación del aire y construir acciones como la creación de políticas públicas transversales locales. Otra de las formas más efectivas de hacerlo es mediante la adopción de energías renovables, la energía solar y eólica son fuentes limpias de energía que no emiten gases de efecto invernadero. Además, debemos fomentar el uso del transporte público y de vehículos eléctricos, que también ayudan a reducir las emisiones de gases contaminantes.

### **11.3.2. Valentina Davydova**

Ingeniera meteoróloga, con maestría en Ingeniería y otra en Matemáticas Aplicadas; así como un doctorado en Física

Atmosférica por la Universidad Nacional Autónoma de México. Es profesora investigadora Titular en el Instituto de Medioambiente y Comunidades Humanas de la Universidad de Guadalajara, miembro del Sistema Nacional de Investigadores; premiada y reconocida con varias distinciones, entre las cuales destacan la presea “Severo Díaz Galindo”, por su distinguida trayectoria profesional en el campo de la Meteorología. Nos comparte en Notas y Diálogos referentes al problema de calidad del aire, el cual se debe a que, en la zona metropolitana de Guadalajara, la contaminación del aire es complejo, ya que se suma el efecto tanto de fuentes estacionarias como las industrias maquiladoras, productoras de alimentos, tequileras, etcétera. Más las fuentes móviles, especialmente en la zona conurbada; estamos hablando de los municipios aledaños de Guadalajara, que son: Zapopan, Tlajomulco, Tlaquepaque y Tonalá, quienes cuentan con más alta densidad del parque vehicular. Afortunadamente, hay una menor cantidad de vehículos particulares que emiten altas emisiones. Sin embargo, preexiste el transporte público y de carga, los cuales continúan emitiendo altas emisiones.

¿Por qué?

—Porque existen contratos y concesiones, y no un compromiso por parte de los dueños de camiones y autobuses para asegurar la calidad del aire, excepto con las rutas determinadas para transportar a la población en la zona conurbada de Guadalajara. Por lo tanto, la principal cantidad de contaminación también tiene su origen en el transporte público, y en el parque vehicular particular, que pertenece a la población de quienes no cuentan con recursos para comprar el carro del año o al menos uno con una antigüedad de diez años, máximo quince.

¿Por qué?

—Porque la mecánica automotriz de estos vehículos asegura mínimas emisiones, siempre y cuando el auto también se mantenga en buen estado y se realice su mantenimiento en forma y tiempo.

¿Quiénes deben asumir el compromiso de atención?

—Definitivamente, la gestión de la contaminación del área está en manos del gobierno, tanto a escala estatal como municipal y propiamente a nivel ciudadanía. Entonces, la responsabilidad recae entre los tres. El ciudadano adquiriendo el auto que le permite su economía, exigiendo al Estado una mejor calidad de gasolina, incidiendo en la composición que puede significar mejorar la cantidad de emisiones a la atmósfera de cualquier sitio, como a la ciudad de Guadalajara. Así como también el Municipio en incrementar la densidad de arbolado por hectárea, para mejorar la filtración de los aerosoles y algunas otras emisiones que se encuentran en la atmósfera.

Para concluir este aporte, me gustaría hablar seriamente de la falta de atención de los gobiernos, que presentan los problemas de contaminación más altos, ya que no existe un consejo ciudadano que incorpore los tres niveles como el estado, municipio y ciudadanía. Para que se pueda mejorar el diagnóstico y detectar soluciones que aminoren la contaminación, sobre todo en las áreas más pobres de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Se debe poner atención en la red de monitoreo, instalando un comité relacionado con la mejora de la calidad del aire, tal y como el Programa 21 acciones, que fue un esfuerzo a finales de los noventa, donde se trabajó en conjunto con la academia, gobierno y sociedad; se unieron a la iniciativa de la Universidad de Guadalajara. También es indispensable ampliar la cobertura a nuevas zonas en donde no se tienen estaciones de la red de monitoreo, se requieren puntualmente diagnósticos para mejorar las medidas de atención.

### **11.3.3. Abril Rivera**

Ingeniera y Maestra en Ciencias de la Salud Ambiental, es parte del equipo de la Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental. Académica en el Instituto de Medio Ambiente y Comunidades Humanas del Departamento de Ciencias Ambientales en CUCBA, de la Benemérita Universidad de Guadalajara. Participa en proyectos ambientales con apoyo de Sistemas de Información Geográfica, la cual nos responde a las siguientes preguntas, en materia de calidad del aire desde su experiencia.

¿Cuáles son las necesidades para un adecuado monitoreo y diagnóstico?

—Un monitoreo y diagnóstico de la calidad del aire requiere de una infraestructura con una buena base sólida, ya que las estaciones de monitoreo deben de estar ubicadas estratégicamente tanto en zonas urbanas como rurales para ubicar estos datos representativos, no solo se deben considerar equipos o instrumentos de medición de calidad del aire, sino también considerar estaciones meteorológicas, pues estas condiciones meteorológicas también influyen en la calidad del aire. Ser constante en la calibración y mantenimiento de las estaciones de monitoreo para tener unas mediciones más confiables y precisas. Una vez que hayan sido procesados y analizados los datos, se debe involucrar a las instituciones interesadas en los temas de salud pública y medioambiente para así abordar de mejor manera dicha problemática ambiental.

¿Qué compromiso deben tomar las empresas que contaminan ostensiblemente?

—Las empresas contaminantes deberían asumir un compromiso en el cual mitiguen el impacto ambiental, trabajando con prácticas más sostenibles y responsables como:

- a) Estableciendo objetivos específicos para lograr reducir emisiones de gases de efecto invernadero.
- b) Invertir en el uso de tecnologías limpias.
- c) Considerar el participar en actividades relacionadas con responsabilidad social.
- d) Estar dispuesto a rendir cuentas según el desempeño ambiental.
- e) Crear vínculos con el gobierno, ONG o la comunidad de la zona para trabajar de manera conjunta en la problemática ambiental.

¿Cómo los gobiernos pueden orientar acciones para mejorar sus sistemas de vigilancia y sanción para el cumplimiento de la normativa en materia de calidad del aire?

— Algunas acciones que podrían ayudar al cumplimiento de la calidad del aire son: que la infraestructura encargada de la vigilancia de la calidad del aire en México, SEMARNAT, cuente con el apoyo del gobierno económicamente, para brindar la tecnología necesaria, y así las estaciones de monitoreo puedan recopilar estos datos en tiempo real, asegurando que todas las estaciones funcionen de manera óptima.

— Mejorar los sistemas de información ya existentes en los cuales la población pueda acceder de manera accesible y transparente a los datos de calidad del aire.

— Invertir en capacitación para el personal encargado, tanto en los procesos de instalación de equipo, calibración, monitoreo, análisis de datos y divulgación y con este último punto el fomentar la participación de la población, educando y concientizando sobre la importancia de una buena calidad del aire para reducir el impacto negativo que tiene tanto en la salud del ser humano como en el medioambiente.

— Promover el uso de tecnologías limpias para la reducción de emisiones.

— Buscar colaboración con otros países.

#### **11.3.4. Javier Omar Martínez y Silvia León Cortés**

La importancia de la calidad del aire en la salud y en los espacios laborales, representa todo un reto para los empleadores y autoridades, porque significa una oportunidad para mejorar las condiciones ambientales en las que los trabajadores puedan desempeñar mejor su labor profesional, de esta forma existe una mejor respuesta para una salud física y mental, que es más propicia para los trabajadores y los entornos en donde desarrollan su labor. Parte de la problemática del aire se centra en espacios exteriores así como en los interiores de los recintos laborales, se debe incentivar un monitoreo, puesto que gran

parte de la problemática asociada con el bienestar de los trabajadores se relaciona también con la calidad ambiental, ya que en espacios cerrados se pueden concentrar elementos tales como: químicos, gases, vapores, microorganismos, olores y ruidos que afectan el bienestar; por lo tanto, el rendimiento laboral, el avance en metodologías para el análisis y los diagnósticos, pueden ser una prioridad y una estrategia para beneficio de los empleados que representa salud y aumento en la productividad. Publicaciones como esta pueden coadyuvar a desarrollar proyectos para optimizar métodos que diagnostiquen y atiendan la calidad del aire.

## **11.4. Reflexiones Finales**

---

### **11.4.1. Martha Georgina Orozco Medina**

La calidad del aire es un problema multifactorial que requiere de la intervención inter y transdisciplinaria para su abordaje y atención. La condición actual de la calidad del aire tiene su origen en la mala calidad de los combustibles, la deficiencia en los sistemas de combustión, los modelos de producción, las deficientes condiciones de semaforización, de vialidad y los incipientes esquemas de movilidad. El modelo urbano centralizado en una megalópolis como Guadalajara, que integra más de la mitad de la población del estado en el que además de aglutinar industrias, centros educativos, comercios, hospitales y grandes centros comerciales, se está conformando como un nuevo polo de desarrollo tecnológico, lo que está representado que cada vez más se integre un mayor número de personas que tienen demandas de transporte, pero que el equipamiento para la movilidad crece de forma desproporcionada, dotando de vialidades para trasladar cada vez más vehículos y la dotación de transporte masivo no logra atender en la misma proporción las necesidades de la ciudadanía.

Adicionalmente, se tiene un significativo déficit de áreas verdes, el fenómeno de crecimiento vertical no está promoviendo el desarrollo de bosques urbanos o espacios arbolados en parques y jardines, lo cual representa un problema adicional, no solo para la calidad del

aire, sino también en materia de infraestructura, se están colapsando tuberías, y con ello también se incrementan los puntos críticos por inundaciones, complicando el tráfico y la seguridad vial en temporales de lluvias. Mantener, preservar, conservar y promover el cuidado de las áreas de interés para la conservación, como el Bosque La Primavera, la Barranca de Huentitán, el Bosque del Nixticuill, los Bosques urbanos, la salud del arbolado en parques, jardines, camellones y banquetas son ideales que se deben traspasar a acciones concretas, prácticas y tangibles, que permitan que las áreas verdes se conviertan en elementos que contribuyan al filtrar el aire contaminado y la producción de oxígeno tan necesario en el entorno urbano.

El sistema de monitoreo también requiere una actualización en la que se incluya una gama más completa de contaminantes a detectar, además de ser más estrictos en las regulaciones en las industrias para el cumplimiento de la disminución de emisiones, colocación de filtros y mejoras en sus procesos de producción. El Carbono negro debe ser incluido en el monitoreo, puesto que además de tener serias repercusiones en la salud, también se asocia con la contribución al cambio climático por considerarse un gas de importancia al efecto invernadero.

Esquemas como el de desarrollar polos de crecimiento fuera de la zona conurbada de Guadalajara serían una alternativa deseable, esfuerzos como la red Universitaria de la Universidad de Guadalajara, que hace más de 25 años revolucionó de forma drástica la posibilidad de acceder a la educación superior desde localidades del interior del Estado lo cual ha propiciado una gran posibilidad de incrementar los niveles de educación superior y también el crecimiento de otras alternativas de desarrollo económico, acceso a fuentes de empleo y promoción de proyectos de emprendimiento y autoempleo. Con este equipamiento universitario se podrían impulsar mayor número de proyectos tecnológicos y productivos para disminuir la carga productiva en la metrópoli de Guadalajara y con ello atender la creciente problemática de calidad del aire.

El mal manejo de residuos sólidos, también se asocia a la calidad del aire, por lo que insistir en la gestión integral de residuos, debe ser una prioridad.

La profesionalización de especialistas para el diagnóstico, control, monitoreo y tecnologías para la atención a mejorar el aire que respiramos también es una de las prioridades, al menos desde que se inició el programa de Formación de la maestría en Ciencias de la Salud Ambiental, generación tras generación siempre se han realizado tesis en este tema.

Continuar con estudios de percepción de la calidad del aire y comunicación y divulgación de la ciencia para identificar acciones para disminuir la emisión de contaminantes y prevenir efectos de la contaminación, se identificó también, como necesario, el compromiso de los industriales de la mano con la academia, así como de las organizaciones no gubernamentales y el gobierno en los tres niveles, es impostergable.

- Contar con repositorios institucionales que compartan información especializada.

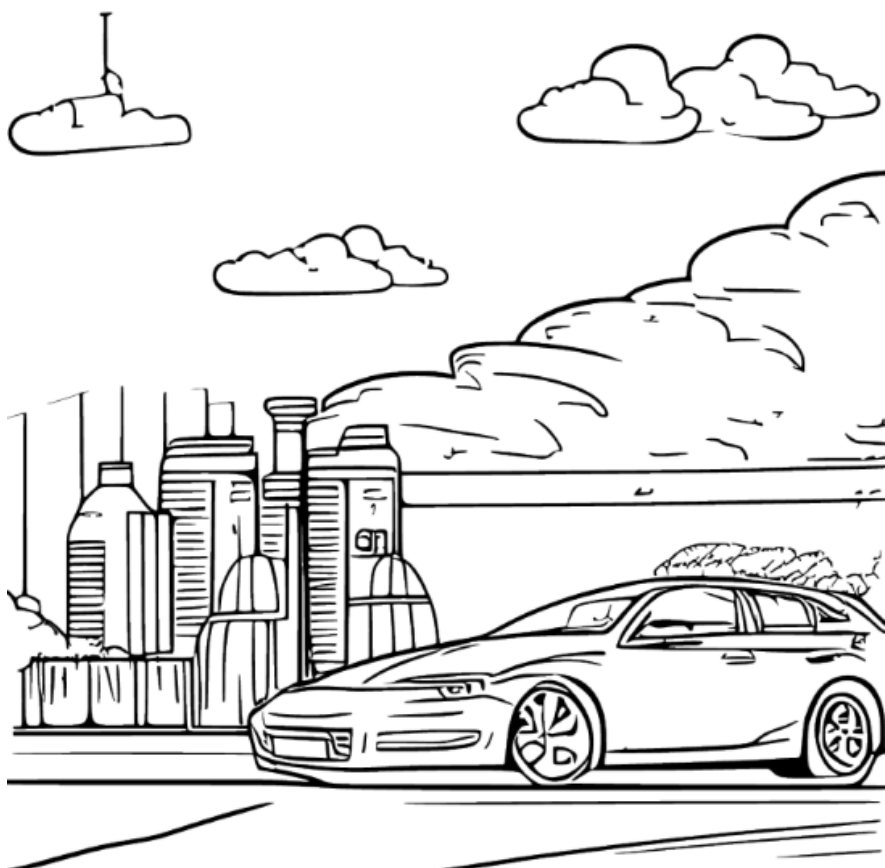
- Publicaciones que incluyan información documental y diálogos como este se suman a los esfuerzos por mejorar la calidad del aire.

- Comités interinstitucionales, como la figura que existía en 1996, COMECA (Comité Metropolitano para la Calidad del Aire) y que continuó por dos administraciones estatales, la cual permitía que una mesa de diálogo se analizaran a fondo las problemáticas y las propuestas alrededor de las estrategias para mejorar la calidad del aire, que se implementaran programas como el plan de invierno, campañas a población abierta como ciclos de conferencias itinerantes en los auditorios de las representaciones gubernamentales y académicas del comité como el programa llamado “Los jueves hablamos de Calidad del Aire”, concursos de fotografía y dibujo infantil, acciones específicas para el control del muérdago, proyectos de vigilancia epidemiológica en coordinación con la Secretaría de Educación Jalisco y la Secretaría de Salud, Diagnóstico de Salud Ambiental en las inmediaciones de las estaciones de monitoreo

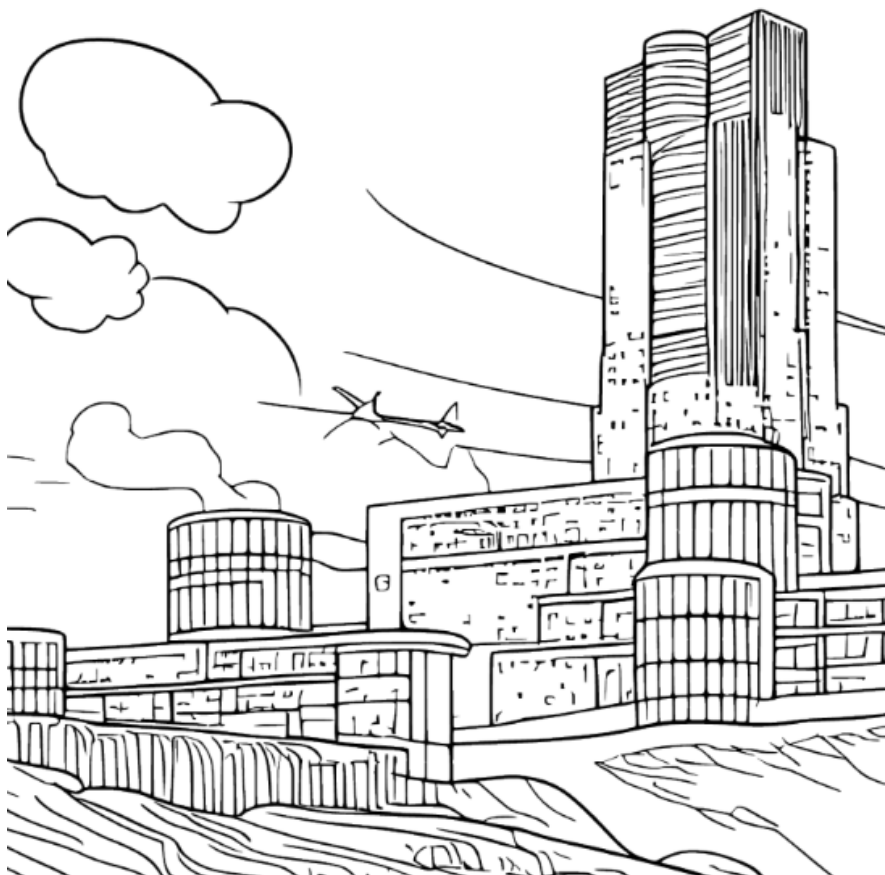


atmosférico, Diagnóstico de percepción de la Calidad del Aire, por citar solo algunos de los proyectos más importantes. Actualización de los proaire en los que se identifiquen los compromisos de cada uno de los protagonistas que contribuyen tanto a mejorar la calidad del aire como a prevenir o revertir hasta donde sea posible los efectos. En general, si se implementan métricas, estrategias, indicadores y programas de evaluación y seguimiento, se puede acceder a esquemas de atención más acordes y congruentes, para aspirar a un aire más limpio en beneficio tanto de la población humana como de los elementos bióticos que conforman los ecosistemas.

## 12. Sección para Colorear







■ Se hizo la búsqueda de imágenes a partir de las siguientes palabras clave agua-juegos, agua-basura y ecosistemas. Se utilizó la aplicación <https://app.colorpop.ai/>



**Editorial**  
**cuarenta letras**

Editorial Cuarenta Letras  
Gaza 1280 Col. Beatriz Hernández  
C.P. 44760 – Guadalajara, Jalisco; México  
TEL. 33 3461 3977 y 33 3448 2286  
[cuarenta.letras@gmail.com](mailto:cuarenta.letras@gmail.com)





En los textos que se comparten en esta publicación, salta a la vista la complejidad de la problemática ambiental y como la actividad humana ha ido permeando en el deterioro de los recursos. Las acciones antrópicas están representando una gran cantidad de problemas que se traducen en el deterioro de la salud humana y de los ecosistemas, de continuar con el modelo de desarrollo, se corre peligro de que se irá haciendo cada vez más difícil optar por una mejor calidad de vida y salud para los habitantes, así como para los procesos biológicos.

Este documento es un compendio de temas diversos en un lenguaje accesible que también llama la atención de autoridades para regular con mayor exigencia las emisiones y que como sociedad tratemos de avanzar en mejores prácticas individuales y comunitarias hacia la salud ambiental.



MAESTRÍA EN CIENCIAS  
DE LA SALUD AMBIENTAL



UNIVERSIDAD DE  
GUADALAJARA



EDITORIAL  
CUARENTA  
LETRAS

ISBN: 978-607-99772-3-8



9 786079 977238