

PLAN DE APRENDIZAJE: CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y SUS CONSECUENCIAS EN LA SALUD HUMANA

Objetivo	<p>Objetivo principal Demostrar la importancia del aire para la salud humana definiendo sus características y principales contaminantes peligrosos.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir que es el aire y sus características. • Describir los principales contaminantes del aire y su impacto en la salud humana. • Desarrollar una actividad donde el estudiante ponga en práctica los conocimientos adquiridos.
Conocimiento previo requerido	En este módulo de enseñanza no se necesitan conocimientos previos sobre el tema ya que en el mismo se pretende crear conciencia en el estudiante sobre la importancia de cuidar el aire y los impactos que puede generar su contaminación.
Indicadores de desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento: el estudiante comprende la importancia de cuidar el aire y los impactos que puede generar su contaminación. • Haciendo: el estudiante hace varias preguntas sobre los temas enseñados y preguntas a compañeros, maestros, y miembros de su familia y comunidad para aprender más. • Siendo: el estudiante identifica que es el aire, sus características, contaminantes y sus posibles efectos en la salud humana. • Aprendiendo a aprender: los estudiantes discuten la lección en grupos pequeños y realizan las actividades propuestas.
Problemas Anticipados y Soluciones	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiantes expresan desinterés: para garantizar la participación de los estudiantes, el material se preparará de forma que su enseñanza sea interactiva y propicie la participación. El módulo no debe ser muy extenso. En caso contrario, dividir la clase en dos sesiones. Indicar desde un inicio que actividades se desarrollaran para llamar la atención del estudiante y aumentar su interés. • Renuencia a participar: esto se puede abordar dividiendo a los estudiantes en grupos más pequeños para las discusiones y preguntando a los estudiantes que les gustaría aprender. • Falta de atención: podría reducirse el tiempo de la sesión magistral y abordar los temas al tiempo que se realiza la actividad.
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido temático detallado para docentes (Antecedentes)

	<ul style="list-style-type: none"> • Diapositivas del contenido temático • Instrucciones de las actividades • Materiales para realizar las actividades (se asume que cada clase tendrá entre 40 y 44 estudiantes) <ul style="list-style-type: none"> ○ Botella plástica (x1) ○ Papel ○ Vasos plásticos (x40x2) ○ Pitillos (x50) ○ Agua
<p>Antecedentes</p>	<p>Introducción</p> <p>El aire es un elemento fundamental para la vida, por lo que su contaminación representa un riesgo para el medio ambiente y la salud de los seres vivos, causando en los humano diversas enfermedades respiratorias y cardiovasculares en el corto y largo plazo (Organización Mundial de la Salud, 2022a). La Organización Mundial de la Salud (2022a) indica que la contaminación atmosférica puede provocar anualmente hasta 4.2 millones de muertes prematuras, de las cuales el 91% ocurren en países de bajos y medianos ingresos. Así mismo, en estos países gran parte de la población aún utiliza biomasa (como madera y residuos agrícolas) y carbón como combustible para cocinar y calentar sus hogares, lo que pone en grave riesgo a unos 2.600 millones de habitantes. Esta contaminación de espacios interiores puede generar enfermedades como cardiopatía isquémica, neumopatía obstructiva crónica, cáncer de pulmón y la muerte prematura de casi 4 millones de personas anualmente (Organización Mundial de la Salud, 2022b). En consecuencia, este módulo busca crear conciencia en los niños entre 6-8 grado de secundaria sobre el aire, sus propiedades e importancia. Así mismo, se describen algunos contaminantes y las posibles consecuencias sobre la salud humana. Se resaltan algunas enfermedades para hacer énfasis en la importancia de vivir en un entorno con aire limpio a través de juegos y dinámicas.</p> <p>El aire y sus características</p> <p>El aire es una mezcla más o menos homogénea de gases que rodea la Tierra formando capas que constituyen la atmósfera, la cual está contenida por la fuerza de gravedad (Equipo editorial Etecé. 2023;</p>

Nuestraesfera.cl., 2014). Sus propiedades físicas corresponden a las del estado gaseoso de la materia: es transparente en la mayoría de los casos; no tiene volumen definido; tiene baja densidad; ejerce presión sobre los objetos (presión atmosférica) y es sensible a la temperatura (a mayor temperatura se expande y asciende, y viceversa) (Equipo editorial Etecé, 2023). Su constitución varía según la presencia en mayor o menor medida de contaminantes. Aproximadamente el aire posee la siguiente composición volumétrica:

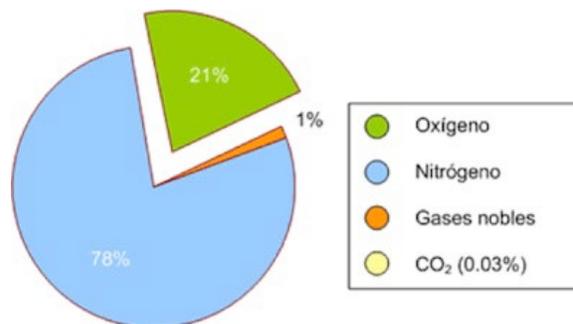


Figura 1. Composición volumétrica del aire (Nuestraesfera.cl., 2014).

Entre los gases nobles presentes en el aire están el neón, kriptón, xenón o argón y puede contener en menor cantidad gases tóxicos como metano, monóxido de carbono y amoníaco, que lo contaminan producto de las actividades antrópicas (Equipo editorial Etecé, 2023). Los siguientes procesos cíclicos mantienen el balance entre estos gases (Nuestraesfera.cl., 2014).

- El nitrógeno (componente principal de las proteínas presentes en todos los seres vivos) se regenera por medio de su incorporación a las cadenas alimenticias y su posterior devolución a la atmósfera (excrementos).
- El oxígeno (esencial para la respiración de seres vivos), se recicla a través de la fotosíntesis realizada en bosques y en el fitoplancton marino, principalmente.
- El dióxido de carbono es regenerado a partir de la respiración, el volcanismo o la combustión de materias como la madera.

Aunque se puedan regenerar estos gases, la composición y calidad del aire puede alterarse debido a las actividades antrópicas como la tala indiscriminada de árboles y la contaminación de los mares,

reduciendo la disponibilidad del oxígeno atmosférico (Nuestraesfera.cl., 2014). Así mismo, la actividad industrial aumenta la cantidad de dióxido de carbono disponible, alterando el ciclo del carbono–nitrógeno.

Entre las funciones del aire están el contener y trasladar los gases necesarios para la respiración y la fotosíntesis de las plantas, y el vapor de agua necesario para el ciclo hidrológico vital. Además, la atmósfera (aire) retiene el calor de la Tierra actuando como un regulador térmico. Sin esto los días alcanzarían más de 75°C y las noches estarían a más de 130°C bajo cero. Por otro lado, el aire es una fuente de energía renovable usada para generar energía eólica por medio de turbinas de viento (Equipo editorial Etecé, 2023; Nuestraesfera.cl., 2014).

ACTIVIDAD 1: EL AIRE ES UNA SUSTANCIA (Ver Documento de Actividades).

Contaminantes del aire

La contaminación del aire es una mezcla de sustancias peligrosas de origen humano (vehículos de combustión) y natural (erupciones volcánicas) que representa un peligro para la salud. Esta puede no verse en ocasiones, pero su olor penetrante puede percibirse y tomarse como una alerta. La contaminación del aire es la causa principal de la lluvia ácida (lluvia más ácida de lo que debería ser afectando suelos y aguas). La quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo, gas natural y gasolina usados en centrales eléctricas, casas, automóviles y aviones, contaminan el aire. Al quemar algo, sustancias químicas y partículas son liberadas en el aire, que combinados con la humedad forman las lluvias ácidas (U.S. Environmental Protection Agency, 2008).

Por otra parte, los riesgos para salud incluyen enfermedades respiratorias, enfermedades cardiovasculares; diabetes mellitus; obesidad; y trastornos reproductivos, neurológicos y del sistema inmunitario (National Institute of Environmental Health Sciences, 2022). La exposición a la contaminación del aire es tan nociva para la salud que la Organización Mundial de la Salud (OMS) la clasificó en el 2013 como cancerígena para el ser humano. Entre las

diferentes fuentes de contaminación del aire están las emisiones por el tráfico de vehículos motorizados, la cual contiene la mayoría de los elementos de la contaminación antrópica del aire. Estos son (National Institute of Environmental Health Sciences, 2022):

- Ozono troposférico: es un gas atmosférico llamado esmog cuando se encuentra a nivel del suelo. Se crea por la reacción química de sustancias contaminantes emitidas por automóviles, centrales eléctricas, calderas industriales, refinerías y otras fuentes con la luz solar.
- Gases nocivos: emitidos por vehículos motorizados y productos derivados de procesos industriales, incluyen el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno (NOx) y los óxidos de azufre (SOx).
- Material particulado (MP): originadas por emisiones industriales, vehículos, humo de cigarrillos y quema de materia orgánica. El MP está compuesto de sustancias químicas como sulfatos, nitratos, carbono o polvos minerales.
- Compuestos orgánicos volátiles (COV): se llaman volátiles porque se vaporizan a temperatura ambiente y orgánicos porque contienen carbono. Los COV se liberan durante la combustión de la gasolina y el gas natural, y son emitidos por pinturas, artículos de limpieza, pesticidas y materiales artesanales como el pegamento.
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP): son compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno. Se producen por la combustión, procesos industriales (como la fabricación de productos de hierro, acero y caucho) y la generación de energía. Los HAP también se encuentran en el material particulado y 15 HAP de los 100 que están esparcidos en el medio ambiente, son carcinógenos.

Los contaminantes atmosféricos peligrosos o tóxicos, son contaminantes que se sabe o se sospecha que pueden causar cáncer u otros efectos graves irreversibles o incapacitantes para la salud (U.S. Environmental Protection Agency, 2022a). La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos cuenta con una lista de 188 contaminantes atmosféricos peligrosos de los cuales la mayoría son COV. Esta lista incluye por ejemplo el benceno (químico industrial y componente de la gasolina), cloruro de metileno (disolvente y

decapante de pintura), asbesto, tolueno y metales como cadmio, mercurio, cromo y compuestos de plomo (U.S. Environmental Protection Agency, 2022b). Según sus efectos, las toxinas se pueden clasificar de la siguiente manera (Airnow.gov, s.f.):

- Mutágenos (provocan mutaciones en el material genético, como la dioxina, el ozono, las sales de plomo, el benceno y el cloruro de vinilo).
- Carcinógenos (sustancias químicas que inducen cánceres como el asbesto, el benceno, el berilio y el cromo).
- Toxinas del desarrollo (o teratógenos, son toxinas que dañan directamente al feto como el plomo, mercurio orgánico, el alcohol y los cigarrillos. Algunos pueden también afectar el cuerpo durante los primeros años de vida).
- Neurotoxinas (afectan el sistema nervioso. Algunos ejemplos son el cianuro, el plomo y algunas formas de mercurio).
- Hepatotoxinas (afectan el hígado y pueden causar ictericia, muerte celular, cirrosis y cáncer. El tetracloruro de carbono es un ejemplo)
- Toxinas pulmonares (afectan los pulmones causando irritación y constricción de las vías respiratorias, necrosis, edema, fibrosis y cáncer, tales como el asbesto, el arsénico y la radiación).
- Agentes que causan disfunción reproductiva (disminuyen la fertilidad y la posibilidad de que el embrión sobreviva o causar efectos teratogénicos. Un ejemplo es la radiación).
- Agentes que son agudamente tóxicos (causan un efecto adverso después de una sola exposición a corto plazo. El formaldehído es un ejemplo y causa irritación en los ojos, la piel y las vías respiratorias).
- Agentes que son crónicamente tóxicos (requieren exposiciones prolongadas o repetidas para causar un efecto adverso, como el asbesto).

Impactos a la salud por la contaminación del aire

Según el Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental (National Institute of Environmental Health Sciences, 2022) la contaminación del aire puede afectar la salud humana generando:

- Enfermedades Respiratorias

	<p>El enfisema, el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) son enfermedades respiratorias que pueden desarrollarse por la contaminación del aire, la cual a su vez que afecta el desarrollo de los pulmones. Específicamente, el MP y el óxido de nitrógeno están relacionados con la bronquitis crónica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades Cardiovasculares La exposición diaria a corto plazo de mujeres posmenopáusicas a los óxidos de nitrógeno se relaciona con un mayor riesgo de derrame cerebral hemorrágico. Así mismo, la contaminación del aire relacionada con el tráfico se vincula a niveles reducidos de colesterol bueno, aumentando el riesgo de desarrollar una enfermedad cardiovascular, y a trastornos hipertensivos en las mujeres embarazadas que pueden desembocar en parto prematuro, bajo peso al nacer, enfermedades y muerte de madres y bebés. Además, el MP fino puede afectar la función de los vasos sanguíneos y acelerar la calcificación en las arterias. • Cáncer El cáncer de mama está relacionada a diversas causas como la contaminación del aire por transporte y sustancias tóxicas transportadas por el aire (como el cloruro de metileno usado en productos en aerosol y removedores de pintura). Además, la exposición al benceno puede causar leucemia y está asociado con el linfoma no Hodgkin. El cáncer de pulmón está asociado al uso del carbón para la generación de energía. <p><i>ACTIVIDAD 2: RESPIRA, RESPIRA (Ver Documento de Actividades).</i></p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Referencias

- AirNow.gov, U.S. EPA. (s.f.). *Properties of Air. Air Quality Workshop for Teachers: A Toolkit for Facilitators*. Recuperado el 6 de febrero de 2023, de https://www.airnow.gov/sites/default/files/2020-10/properties_of_air.pdf.
- Equipo editorial Etecé. (2023, enero 23). *Aire*. Enciclopedia Humanidades. Recuperado el 6 de febrero de 2023, de <https://humanidades.com/aire/>.
- National Institute of Environmental Health Sciences. (2022, marzo 28). *La contaminación del aire y su salud*. U.S. Department of Health and Human Services, National

- Institutes of Health. Recuperado el 6 de febrero de 2023, de <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/enfermedades/contaminacion/index.cfm>
- Nuestraesfera.cl. (2014, marzo 24). *El aire, sus características y funciones*. Recuperado el 6 de febrero de 2023, de <http://nuestraesfera.cl/zoom/el-aire-sus-caracteristicas-y-funciones/>
- Organización Mundial de la Salud. (2022a, diciembre 19). *Contaminación del aire ambiente (exterior)*. Recuperado el 6 de febrero de 2023, de [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)
- Organización Mundial de la Salud. (2022b, julio 27). *Contaminación del aire doméstico y salud*. Recuperado el 6 de febrero de 2023, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2008, abril). *Learning about acid rain. A teacher's guide for grades 6 through 8*. Recuperado el 6 de febrero de 2023, de <https://www.epa.gov/sites/default/files/2017-03/documents/teachersguide.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2022a, diciembre 19). *What are Hazardous Air Pollutants?* Recuperado el 6 de febrero de 2023, de <https://www.epa.gov/haps/what-are-hazardous-air-pollutants>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2022b, diciembre 19). *Initial List of Hazardous Air Pollutants with Modifications*. Recuperado el 6 de febrero de 2023, de <https://www.epa.gov/haps/initial-list-hazardous-air-pollutants-modifications>