Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental

Contenido

Presentación 3

Introducción 5

1. El problema de la Contaminación Atmosférica 7

1.1 Antecedentes históricos 7

- La experiencia chilena

1.2. La Atmósfera 10

1.3. La contaminación atmosférica 12

1.4. Origen de los contaminantes 13

- Fuentes biogénicas
- Fuentes antropogénicas

1.5. Clasificación de los contaminantes 15

- Contaminantes Primarios
- Contaminantes Secundarios

1.6. Rol de la combustión en la contaminación atmosférica 17

1.7. Principales contaminantes de la atmósfera: Orígenes e impactos en la salud y el medio ambiente 18

- Material Particulado (MP)
- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de nitrógeno (NOx)
- Óxidos de azufre (SOx)
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)
- Plomo (Pb)
- Ozono troposférico (O_3)

1.8. Efectos de los contaminantes sobre los ecosistemas 22

- La lluvia ácida
- Destrucción de la Capa de Ozono
- Smog fotoquímico
- Efecto invernadero

1.9. Condicionantes geográficos y climáticos 25

- Anticiclón del Pacífico
- Vientos de circulación atmosférica planetaria
- Vientos de circulación local
- Inversión térmica

1.10. Las ciudades más contaminadas 29

- En el mundo
- En Chile

1.11. Políticas Públicas 32

- El Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire y la Red de Monitoreo
- Normas de emisión de contaminantes
- Normas de Calidad Ambiental
- Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA)
- Decretos de episodios críticos: Alertas, preemergencias y emergencias ambientales

2. La Ciudadanía y la contaminación del aire 39

2.1. Nuestro aporte como ciudadanos 39

2.2. El impacto en los ciudadanos 39

2.3. Buenas Prácticas 39

2.4. Para mitigar la contaminación atmosférica 41

3. Un Proyecto de Educación Ambiental aplicado a la enseñanza de la Calidad del Aire 43

- Propuesta de Actividades asociadas al Proyecto

3.1. Desde nuestros cerros 47

3.2. Un récord preocupante. 50

3.3. Activando mi mente y mi cuerpo 53

3.4. Creamos un pulmón verde 57

3.5. ¿Cómo y desde cuándo contaminamos el ambiente en que vivimos? 63

3.6. Nos representamos la contaminación del aire 69

3.7. Ways to control air pollution together! 72

3.8. La polémica de los partidos de fútbol y los asados a carbón 77

3.9. ¿Qué podemos hacer para ayudar a descontaminar el aire de nuestra ciudad? 81

3.10. ¿Cómo se produce la lluvia ácida? 86

4. Glosario de Términos 95

- Fuentes de Información

Presentación

Cuando hablamos de calidad del aire no solo pensamos en que el cielo está opaco, en redes de monitoreo, en la gestión de episodios críticos o en la composición de los contaminantes, sino también y en un sentido más profundo, hablamos de proteger la salud de la población y del mejoramiento de la calidad de vida de los casi 10 millones de compatriotas que están afectados por este problema, y que viven en las principales ciudades del Centro y Sur de nuestro país. Incluso, según la Organización Mundial de la Salud, (OMS, 2004), la contaminación atmosférica es responsable de al menos 4 mil muertes prematuras a nivel nacional

Sin embargo, nuestro trabajo para saldar esta deuda con la población ha sido arduo. Entre el año 2014 y hasta el 2018, habremos desarrollado una Estrategia Atmosférica que nos permitirá disponer de 14 nuevos planes de descontaminación para las zonas más afectadas (Huasco, Andacollo, Ventanas, Región Metropolitana, Rancagua, Curicó, Talca y Maule, Chillán y Chillán Viejo, Gran Concepción, Los Ángeles, Temuco y Padre Las Casas, Valdivia, Osorno, y Coyhaique). Esto significa que un 82% de la población estará cubierta por un plan de descontaminación que nos faculta para implementar medidas estructurales específicas en cada zona afectada, tendientes a mejorar las condiciones ambientales de esas comunidades. Así, podremos aplicar mejoras en el transporte público y privado, regular el uso de leña para calefacción domiciliaria, elaborar normas más exigentes para la actividad industrial, y contar con herramientas que nos permitan enfrentar episodios críticos de manera inmediata.

Para la implementación de estos planes de descontaminación, contamos con una basta y moderna red de monitoreo de la calidad del aire, cuyas estaciones nos posibilita contar con información en línea y que está disponible para cualquier ciudadano.

Todos estos avances requieren de la participación activa de la población para lograr su éxito, y en este aspecto, el rol que juega la educación es fundamental, ya sea desde la formación que se imparte en la escuela o en la universidad, hasta aquella que obtiene la sociedad civil por medio del involucramiento como un actor social capaz de vivir con responsabilidades individuales y colectivas tendientes a la recuperación de la calidad ambiental.

Nos alegra poner a disposición de los profesores y de los educadores ambientales en general, este material educativo que contiene herramientas para ser trabajadas al interior del aula y buenas prácticas para que la población haga su aporte a mejorar la calidad del aire que respiramos.

Pablo Badenier Martínez
Ministro del Medio Ambiente

Introducción

Los objetivos que propone el desarrollo sustentable dejaron de ser una opción de cada país para pasar a ser un imperativo cuya urgencia es una voz común en millones de personas. No existen diferencias a la hora de exigir un mundo más justo, equitativo e inclusivo; que conjugue adecuadamente el desarrollo económico, social y cultural con los de protección del medio ambiente.

Si bien desde la prehistoria de la humanidad la transformación de la naturaleza ha sido una constante, no es desconocido que la historia de la gravedad de los impactos sobre el entorno natural ha ido creciendo junto al avance tecnológico y los nuevos descubrimientos. La Revolución Industrial con el surgimiento de los modos de producción económicos modernos, marca un antes y un después en la huella de impactos ambientales a nivel planetario.

La Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, del año 1972, celebrada en Estocolmo, proclamó la defensa y mejoramiento del medio ambiente para las generaciones presentes y futuras como un objetivo urgente para la humanidad.

Posteriormente, en el año 1977, la Declaración de la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental organizada por la UNESCO, en cooperación con el Programa de las Naciones Unidades para el Medio Ambiente (PNUMA), celebrada en Tbilisi, señaló que "para lograr este objetivo la educación era fundamental en la creación de conciencia y un mejor entendimiento de los problemas que afectan al medio ambiente, debiendo ser impartida a personas de todas las edades, a todos los niveles, en el marco de la educación formal y no formal, de manera permanente, con la capacidad de reaccionar rápidamente a los cambios producidos en el mundo y debiendo responder a las necesidades regionales y locales".

El informe Nuestro Futuro Común de 1987, elaborado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y presidida por Gro Harlem Brundtland[1], llegó a la conclusión de que el actual desarrollo económico de las sociedades conducía al aumento de la pobreza y a la depredación del ambiente. Se reconocía que la explotación de recursos naturales, los cuales son limitados y escasos, se estaba llevando a una velocidad tal, que no permitía la regeneración natural de éstos.

Finalmente, a raíz de aquel diagnóstico, se llegó a la concepción del desarrollo sustentable como aquel "que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades". De esta forma, implica una conjugación y compatibilización de objetivos relacionados con el desarrollo económico, el cuidado de la salud y la calidad de vida de las personas, con la protección de nuestro medio ambiente.

La educación constituye una de las principales herramientas para fomentar el desarrollo sustentable, puesto que a través de ella se pueden generar profundos cambios en los patrones culturales tanto a nivel de las sociedades como de los individuos. El ex Director de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) Koichiro Matsuura[2] en el informe Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005 – 2014, declaraba que:

"La educación, en todas sus formas y todos sus niveles, no es sólo un fin en sí mismo, sino también uno de los instrumentos más poderosos con que contamos para inducir los cambios necesarios para lograr un desarrollo sostenible".

---

1 Gro Harlem Brundtland Nació el año 1939 en Oslo, Noruega. Fue la primera mujer que alcanzó el cargo de Primer Ministro en su país. Fue Directora General de la Organización Mundial de la Salud y en el decenio de 1980 obtuvo reconocimiento internacional abogando por el principio del desarrollo sostenible en la presidencia de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (la "Comisión Brundtland"), que elaboró el informe titulado "Nuestro futuro común".

2 Koichiro Matsuura nació en Tokio en 1937. Fue Director General de la UNESCO, entre 1999 y 2009

Nuestro país así lo entiende y a través del Ministerio del Medio Ambiente se implementa la Política de Educación para el Desarrollo Sustentable (2009), asignándole un rol fundamental en la construcción de una sociedad más respetuosa con su entorno y en la generación de los cambios que se necesitan.

El desarrollo sustentable es una tarea de todas y todos y no lo alcanzaremos únicamente a través de la creación de más normas y organismos. También se requiere contar con una ciudadanía informada, con capacidad de entender y revelar las problemáticas ambientales de nuestros territorios y con voluntad para actuar individual y colectivamente en la gran tarea de crear y disfrutar de un mejor lugar para vivir, tanto para las generaciones actuales como las que vendrán, con perspectiva de futuro y responsabilidad social.

La guía se estructura en tres capítulos secuenciales. El primero aborda la problemática de la contaminación del aire, desde una perspectiva histórica, geográfica y científica. Luego se describe la situación de las ciudades con mayor contaminación del aire en el mundo y en nuestro país. Este capítulo finaliza dando cuenta de los instrumentos de política pública para enfrentar el problema a lo largo del país. El segundo capítulo vincula la problemática con la ciudadanía, ofreciendo listados de buenas prácticas para contribuir desde las personas y los hogares a una menor emisión de contaminantes. Finalmente, el tercer y último capítulo presenta un proyecto de educación ambiental y calidad del aire, trabajado desde el currículum escolar, de carácter transversal, que persigue lograr una mayor integración de los establecimientos educacionales con su entorno, incluyendo un conjunto de actividades para el trabajo docente.

1 El problema de la Contaminación Atmosférica

1.1 Antecedentes históricos

En la actualidad, la gran mayoría de las personas asocia la contaminación de la atmósfera con el desarrollo industrial, el aumento del parque automotriz o el uso de combustibles como leña para calefacción. Sin embargo este problema ha existido en nuestro planeta desde su conformación, asociado a eventos naturales tales como choque de meteoritos, erupciones volcánicas, incendios forestales, tormentas de polvo y arena.

Aparte de estas causas asociadas a fenómenos naturales, la aparición y el desarrollo de la especie humana en el planeta han implicado un progresivo aumento en la emisión de contaminantes a la atmósfera, empeorando la calidad del aire en muchas ciudades del planeta, donde se concentra gran parte de la población humana.

Con el paso del tiempo, a medida que las sociedades se fueron desarrollando y ampliando sus necesidades de producción y consumo, se explotaron otros recursos naturales y energéticos, que diversificaron y ampliaron las fuentes de la contaminación .

En la siguiente figura se muestra una escala de tiempo que señala un conjunto de acontecimientos significativos de desastres asociados a fenómenos de alta contaminación inducidas por la actividad humana, que han resultado emblemáticos para la toma de conciencia de la humanidad respecto de los riesgos asociados a la mala calidad del aire, sus nocivos efectos sobre la salud de las personas y la necesidad de actuar para combatirla.

Figura 1 Acontecimientos mundiales de contaminación del aire

Fuente: Ingeniería Ambiental, segunda edición. J. Glynn Henry y Gary W. Heinke.

La experiencia chilena

El problema de la mala calidad del aire se constata ya en los relatos de la época colonial, asociado al humo proveniente de fogatas, quemazones, incendios, polvo en suspensión y basurales en las principales ciudades de nuestro país. La preocupación de quienes la denunciaban se insertaba en el ámbito de la sanidad y la higiene pública. En enero de 1813, al inicio de la Patria Vieja, consta en las actas del Cabildo de Santiago la denuncia de que toda la atmósfera alrededor de la ciudad "estaba cargada de un humo espeso y caliente que causa notable variación en el temperamento" y se solicitaba a la Junta de Gobierno para que prohibiera "las quemazones de los campos inmediatos" a la ciudad, haciendo presente "los graves daños que hacen a la poblaciones estos abusos de los agricultores."[3]

Durante la primera mitad del siglo XX, los primeros especialistas comienzan a preocuparse de la problemática en Santiago, la cual se acentúa día a día producto del explosivo crecimiento demográfico de la ciudad y así como de la continua ampliación de su área urbana.

Es recién en la segunda mitad del siglo pasado cuando el problema de la contaminación atmosférica, se convierte e instala como una preocupación permanente, llegando a niveles tales en las décadas de los 70 y 80 que incluso se habló de "tendencias al urbanicidio."[4]

La gestión de la calidad del aire se inició con medidas de comando y control, como fue la dictación del Decreto 144 del Ministerio de Salud, en 1961. Dicho decreto estableció "normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza"; sin embargo, no estableció límites de concentraciones, dejando esta potestad al Ministerio de Salud.

Las primeras mediciones sobre la calidad del aire en Chile datan del año 1964[5]. En 1976, se instala y entra en funcionamiento la primera red de vigilancia de calidad del aire en la fundición Chagres, en el valle de Catemu, en la región de Valparaíso.

Sabías que...

La contaminación del aire y los esfuerzos por controlarla no son un fenómeno reciente. Las primeras actividades relacionadas con dicho control datan del siglo XIII. En 1272, el Rey Eduardo I de Inglaterra, trató de despejar los cielos llenos de humo sobre Londres al prohibir el uso del carbón, originando las primeras ordenanzas de control de la contaminación. Luego, durante el reinado de Ricardo II (1377-1399), y más tarde durante el reinado de Enrique V (1413-1422), se tomaron medidas para reglamentar y restringir el uso del carbón. Una de las primeras publicaciones de las que se tiene conocimiento y que trata de la contaminación del aire es un panfleto publicado en 1661 por orden real de Carlos II: "Fumifugium; o cómo disipar las inconveniencias del aire y el humo de Londres; junto con algunas soluciones propuestas con toda humildad", escrito por John Evelyn, miembro fundador de la Royal Society.

Posteriormente, en 1978, mediante la Resolución 1.215 del Ministerio de Salud[6], se definieron concentraciones máximas para algunos contaminantes, como partículas en suspensión, anhídrido sulfuroso, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos expresados como ozono y dióxido de nitrógeno, originándose así la primera norma de calidad del aire en el país.

3 Citado de Armando de Ramón (2007): "Santiago de Chile (1541-1991): Historia de una sociedad urbana"
4 Ver artículo en Memoria Chilena: "La contaminación atmosférica de Santiago"
5 Las primeras estaciones de monitoreo de calidad de aire, se realizaron siguiendo el diseño de la Organización Panamericana de la Salud, para determinar índices de ennegrecimiento por material particulado y de acidez por gases.
6 http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1029027

En 1986, se instaló una nueva red de vigilancia de la calidad del aire en Chuquicamata, en la región de Antofagasta.

En 1988, el Ministerio de Salud creó la Red de Monitoreo Automático de la Calidad del Aire y Variables Meteorológicas en la Región Metropolitana, la Red MACAM, por sus siglas.
En este contexto, se evidenció que la Región Metropolitana, lugar de mayor concentración de la población chilena, registraba graves problemas de contaminación del aire y serios riesgos sobre las condiciones de salud de las personas. Ello motivó a que en el año 1990 se creara la Comisión Especial de Descontaminación para la Región, que actuaría como organismo responsable de las primeras medidas de control implementadas para la ciudad.

Continuando con el desarrollo de nuevas redes de vigilancia de la calidad del aire en zonas industriales de fundiciones y refinerías de cobre, en los años 1992 y 1993, se instalan en las localidades de Paipote y Potrerillos, en la región de Atacama; de Ventanas, en la región de Valparaíso; y de Caletones, en la región de O´Higgins.

Más tarde, en 1994, tras la promulgación de la Ley 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente, se intensifica la gestión para enfrentar la contaminación y mejorar la calidad del aire, estableciéndose para ello distintos instrumentos de gestión, que además de normas de emisión, incluyeron, entre otros, los planes de prevención y descontaminación.

Posteriormente, con la entrada en vigencia del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en 1997, aumentó el número de estaciones de monitoreo para el seguimiento y control de las emisiones, especialmente desde fuentes fijas industriales, termoeléctricas y mineras, asociadas a las exigencias que estableció el SEIA en la evaluación de proyectos que tenían impacto ambiental.

En el año 2005, comenzó a implementarse el Sistema de Información Nacional de calidad de aire (SINCA)[7] , que concentra toda la información disponible de las estaciones de monitoreo de calidad del aire en Chile, para que cualquier persona pueda consultar por el estado del aire.

7 Portal web que entrega información al público sobre calidad de aire en todo el país. (http://sinca.mma.gob.cl)

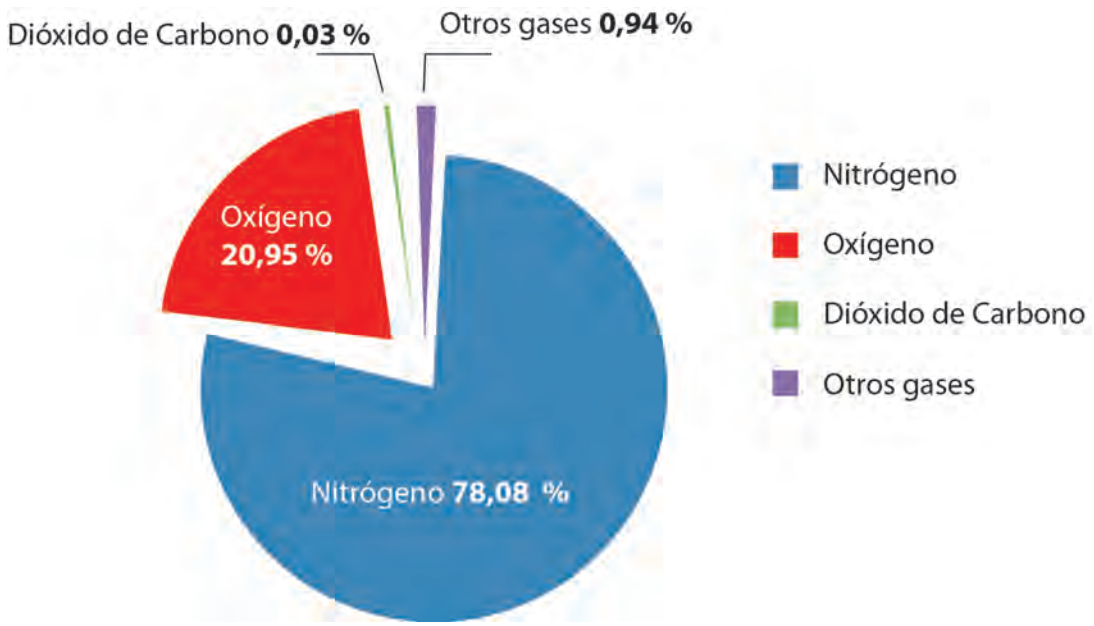
1.2 La Atmósfera

Para entender más a fondo el problema de la contaminación del aire, sus orígenes, sus efectos y sus dinámicas de funcionamiento, se hace primero necesario estudiar el medio en que se instala: La atmósfera es la primera capa gaseosa que envuelve a nuestro planeta, con un espesor aproximado de 10.000 kilómetros. En ella se producen todos los fenómenos climáticos y meteorológicos que afectan al planeta, regula la entrada y salida de energía terrestre, y por ende su temperatura, y es el principal medio de transferencia del calor. Está constituida por una mezcla de gases entre los que se encuentran el Nitrógeno (N_2), el Oxígeno (O_2), el Dióxido de Carbono (CO_2), además de otros gases en cantidades minúsculas, tales como el argón, helio, neón y ozono. En las capas bajas de la atmósfera se encuentran el vapor de agua e impurezas en forma de polvo.

¿Sabías qué?

Los planes de descontaminación y prevención comenzaron a adoptarse en Chile en el año 1993 con el objetivo de reducir la concentración de los contaminantes en el aire y así cumplir con las normativas de calidad del aire. El primer plan desarrollado corresponde al de Puchuncaví y Quintero en la Región de Valparaíso, durante ese año. Luego, se continuó con el de Paipote en 1995, el de Caletones en 1998, el de Potrerillos y el de María Elena y Pedro de Valdivia, ambos en 1999, y así sucesivamente hasta hoy en día.

Figura 2 Composición de la atmósfera



La siguiente tabla muestra la composición en volumen de la atmósfera:

Tabla 1: Gases que componen la atmósfera

Componente	Fórmula química	Porcentaje en volumen
Nitrógeno	N_2	78.1%
Oxígeno	O_2	21.0%
Dióxido de Carbono	CO_2	0.0350%
Argón	Ar	0.9300%
Vapor de agua	H_2O	0 - 4%
Neón	Ne	0.0018%
Helio	He	0.0005%
Kriptón	Kr	0.0001%
Hidrógeno	H_2	0.0001%
Ozono	O_3	0.0001%
Xenón	Xe	0.0001%
Metano	CH_4	0.0002%

La atmósfera a su vez puede ser dividida en diferentes capas en función al comportamiento de la temperatura en relación a su altura respecto de la superficie terrestre. Las capas que la constituyen son:

Tropósfera: Es la más cercana a la superficie terrestre, donde se forman las nubes y se desarrollan diversos procesos atmosféricos tales como las lluvias y los frentes. La temperatura del aire disminuye con la altura. En esta capa se acumula la mayor parte del vapor de agua y el CO_2.

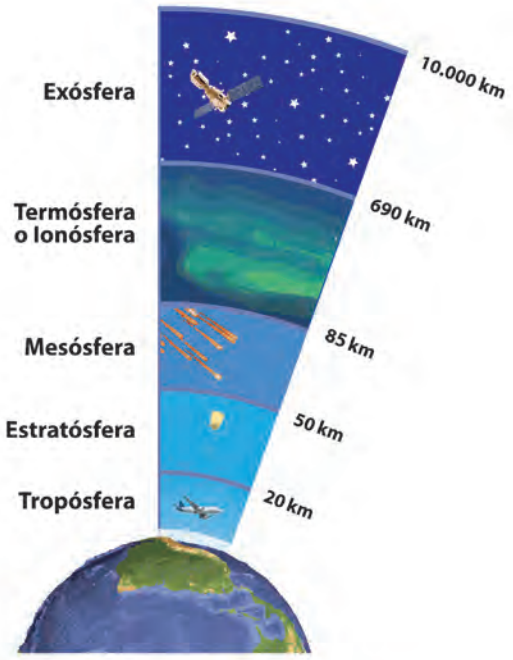
Estratósfera: En esta capa la temperatura comienza a aumentar con la altura, fenómeno que se le atribuye a la presencia del ozono (O_3), puesto que es el gas que absorbe los rayos ultravioleta. Tanto la formación como la destrucción del ozono, se hace por reacciones fotoquímicas.

Mesósfera: Es una capa en que la temperatura vuelve a disminuir con la altura debido a la disminución de la concentración de ozono.

Termósfera o Ionósfera: En ésta la temperatura aumenta nuevamente con la altura. La presencia de partículas electrizadas da lugar a la presencia de capas ionizadas que tienen la propiedad de reflejar las ondas radio-eléctricas

Exósfera: Constituye la zona de transición entre nuestra atmósfera y el espacio exterior, contiene la mayor parte del ozono atmosférico y absorbe gran parte de la radiación ultravioleta.

Figura 2 Composición de la atmósfera



1.3 La contaminación atmosférica

Como hemos visto, la preocupación por la contaminación del aire viene de muchos años atrás. Está directamente relacionada con nuestros estilos de vida modernos, de cómo se construyen y planifican las ciudades, de la ineficiencia en la producción de los productos que consumimos y de los servicios que requerimos para nuestro confort, de las formas en que nos transportamos de un lugar a otro y de las fuentes energéticas que empleamos para calefaccionar e iluminar nuestros hogares y trabajos.

La Ley 19.300, de 1994, de Bases Generales del Medio Ambiente define, en su artículo 2, letras c) y d), indica lo siguiente:

- Contaminación, como la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente;

- Contaminante: todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

De aquí se deriva una definición para la contaminación atmosférica como la siguiente:

"La presencia en el aire de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos en concentraciones o niveles tales que puedan constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental".

1.4 Origen de los contaminantes

Los contaminantes pueden ser originados mediante procesos naturales y también por la acción y actividades de la humanidad. Es por ello que según la naturaleza de la fuente emisora pueden ser clasificadas en biogénicas o antropogénicas.

Fuentes biogénicas

Corresponden a los eventos de contaminación producidos por fenómenos propios de la naturaleza. Entre éstos se encuentran las erosiones, los incendios forestales, las erupciones volcánicas, la descomposición de la vegetación y tormentas de polvo.

Fuentes antropogénicas

Estas corresponden a actividades o intervenciones que realizan las personas, siendo la principal causa la combustión de materiales, sea ésta originada por las industrias, los vehículos o en el hogar. Esta clasificación tiene a su vez una subdivisión en tres grupos: las fuentes fijas, las fuentes móviles y las fuentes fugitivas.

Las fuentes fijas corresponden a aquéllas situadas en un lugar físico particular, definido e inamovible. Considera las emisiones generadas por la quema de combustibles producto de actividades industriales y residenciales.

Las fuentes móviles corresponden a aquellas fuentes que sí pueden desplazarse: A éstas se asocian las emisiones de gases en tubos de escape, desgaste de frenos y neumáticos de distintos tipos de transporte motorizado, como automóviles, camiones, buses y motocicletas.

Las fuentes fugitivas, comprenden emisiones que no son canalizadas por ductos, chimeneas u otros sistemas hacia el exterior, tales como aquellas provenientes del tránsito de vehículos por calles sin pavimentar, de la construcción y las demoliciones, entre otras.

Sabías que...

La producción de gases y partículas contaminantes puede ser mucho mayor cuando procede de fuentes naturales -como por ejemplo erupciones volcánicas o incendios forestales- que cuando se origina por fuentes antropogénicas.

Las primeras son de carácter relativamente más transitorio. La contaminación atmosférica inducida por las sociedades humanas, en cambio, es más persistente en el tiempo.

Sobre todo en algunas estaciones del año, se manifiesta de manera continua en ciudades que cuentan con malas condiciones de ventilación u otras dificultades para la distribución y dispersión de los contaminantes que ellas mismas emiten.

En estos casos, los contaminantes aumentan sus niveles de concentración en el aire que se respira, provocando más daño a la salud de las personas y los ecosistemas.

La contaminación atmosférica en las zonas urbanas puede empeorar considerablemente la calidad del aire que se respira en los espacios interiores, como hogares, oficinas y lugares cerrados en general. Especialmente, cuando se encuentran cercanos a alguna fuente de contaminación.

Y a la inversa, desde los espacios interiores se puede contribuir a la contaminación atmosférica de las ciudades. Esto es muy común en el centro y sur del país, donde la mayoría de los hogares utilizan la leña como combustible para calefacción y en algunos casos para cocinar. Asi, esta práctica no sólo genera un impacto intradomiciliario, sino que también afecta la calidad del aire de sus propias ciudades.

Como hemos visto, la calidad del aire es dinámica y responde a las distintas fuentes de contaminación existentes en un momento (actividades económicas, procesos y tecnologías de combustión, composición de los combustibles utilizados, entre otros). Pero, como veremos más adelante en la sección 1.9, también depende de las condiciones y factores climáticos y geográficos de la región, ciudad o zona afectada. Y, por supuesto, de la eficacia de las medidas de restricción y control implementadas por las correspondientes autoridades ambientales.

1.5 Clasificación de los contaminantes

Los contaminantes de la atmósfera consisten en una gran variedad de gases, vapores y partículas, cuya presencia y cantidad afecta a las personas, las plantas, los animales y los materiales.[8]

Según sea el origen de los contaminantes, éstos pueden clasificarse en dos grandes grupos -los primarios y los secundarios-, para así estudiar mejor su origen, distribución y tratamiento o prevención.

Sabías que...

Dentro de las múltiples fuentes antropógenicas que contribuyen a la contaminación atmosférica se encuentra:

- Uso de combustibles fósiles como el carbón, el gas, el petróleo y sus derivados.
- Quemar leña como medio de calefacción y cocina en los hogares
- Emplear productos químicos de manera directa o indirecta tales como los Clorofluorocarbonos (CFC). Estos se encuentran en aerosoles de espray, en refrigeradores antiguos, en fertilizantes químicos para cuidar tus plantas o cosechas agrícolas.
- Deforestar bosques.
- Quemar rastrojos agrícolas
- Efectuar tronaduras en la industria minera.
- Construir grandes obras como edificios, puentes, caminos.

8 Las cantidades o concentraciones de contaminantes que resultan perjudiciales para la salud de las personas o al medio ambiente son regulados en nuestro país por normas de calidad ambiental. Más adelante encontrarás toda la información necesaria, incluyendo las cantidades delimitadas para cada contaminante.

Contaminantes Primarios

Son aquellos que proceden directamente de las fuentes de emisión, tales como artefactos de calefacción domiciliarios, chimeneas industriales y tubos de escape de automóviles.

Contaminantes Secundarios

Son aquellos que se originan en el aire a raíz de reacciones químicas que pueden ocurrir entre dos o más contaminantes primarios, o entre contaminantes primarios y elementos propios de la atmósfera.

Tabla 2 Principales contaminantes primarios y secundarios presentes en el aire

Contaminantes Primarios	Contaminantes Secundarios
Óxidos de carbono (CO)	O_3 (troposférico)
Compuestos nitrogenados (NOx, NH_3, N_2O)	Hidrocarburos oxidados
Compuestos azufrados (SO_x, SO_2)	Aerosoles orgánicos secundarios
Material Particulado (MP_{10} y $MP_{2,5}$)	Sulfatos
Hidrocarburos	Nitratos
Metales	Material Particulado secundario

Contaminación primaria y secundaria.

1.6 Rol de la combustión en la contaminación atmosférica

La combustión es una reacción de oxidación rápida que libera energía mediante la transformación química del combustible. Como es sabido, toda combustión requiere un combustible, un comburente y la energía de activación que permita alcanzar la temperatura de inflamación.

- El combustible es cualquier material que en presencia de oxígeno y aplicándole una energía de activación es capaz de arder. Como ejemplos tenemos el carbón, el gas, el petróleo y sus derivados; y toda materia orgánica como leña, madera, papel o cartón.
- El comburente es la sustancia que permite que el combustible pueda arder. Si bien existen varios comburentes, el que tenemos más a disposición en todo el planeta y más presente en la atmósfera es el oxígeno.
- La energía de activación es el aporte energético que desencadena y permite alcanzar la temperatura de inflamación correspondiente a la temperatura mínima a la cual el combustible puede arder.

La combustión puede clasificarse en completa o incompleta, dependiendo del grado de eficiencia en la oxidación total del combustible. Entre los factores que determinan la eficiencia de combustión se encuentra la disponibilidad de oxígeno, la pureza o calidad del combustible, el grado de humedad de éste, y las temperaturas de combustión, entre otros.

La combustión completa ocurre cuando el combustible se quema y transforma íntegramente, en presencia suficiente de oxígeno y en condiciones óptimas, generando como productos: energía, dióxido de carbono y agua.

La combustión incompleta ocurre cuando el combustible no se quema totalmente por falta de oxígeno y por condiciones inadecuadas produciendo otros productos secundarios tales como el monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, dióxido de carbono, energía, agua, cenizas finas (hollín), e hidrocarburos no quemados, entre otros.

Al desarrollar tantas actividades a nivel de industria, construcción, transporte y hogares, más y más combustiones se generan, emitiendo mayores cantidades de estos gases y compuestos químicos, los cuales van alterando la composición de la atmósfera llegando a desestabilizarla, contaminarla y generar problemas ambientales y a la salud de las personas.

1.7 Principales contaminantes de la atmósfera: Orígenes e impactos en la salud y el medio ambiente

- ## Material Particulado (MP)

Estas partículas se encuentran principalmente en zonas urbanas y provienen de centrales térmicas, procesos industriales, tráfico de vehículos, combustión residencial de leña para calefacción y carbón e incineradores industriales.

El material particulado (MP) se clasifica según su diámetro, característica de la cual depende la intensidad de sus impactos. En Chile se utilizan dos métricas para clasificarlo: partículas de diámetros menores a 10 micrones conocidas como MP_{10} y de diámetros menores a 2,5 micrones conocidas como $MP_{2,5}$. Este último es el contaminante más dañino para la salud y que genera mayores niveles de mortalidad prematura en la población.

Las principales fuente de emisiones de $MP_{2,5}$ en Chile, especialmente en las ciudades del sur de Chile, se deben al uso extensivo de leña para la calefacción de los hogares. El problema se agrava cuando los contenidos de humedad en la leña son altos y cuando las estufas son de baja eficiencia o tienen un mal funcionamiento.

Daño en la salud humana y al medio ambiente

Por su tamaño, estas partículas son capaces de ingresar al sistema respiratorio, provocando potenciales daños a sus órganos principales. Mientras menor sea su diámetro, mayor será el potencial de daño a la salud humana. Las partículas de $MP_{2,5}$ penetran hasta los alvéolos pulmonares e ingresan directamente al torrente sanguíneo, aumentando los riesgos de mortalidad prematura.

El general, el MP puede también dañar a las plantas, inhibir el crecimiento de la vegetación y corroer materiales.

- ## Monóxido de carbono (CO)

Este gas es producto de la combustión incompleta de los combustibles al existir una cantidad insuficiente de oxígeno, dando como resultado CO en vez de CO_2. Los vehículos a motor y los procesos industriales son responsables de aproximadamente el 80% de estas emisiones a la atmósfera. Sin embargo, también se produce al interior del hogar por la combustión residencial de leña para calefacción, cocinas, humo de cigarrillo y calefones.

Daño en la salud humana y el medio ambiente

Tiene efectos perjudiciales, ya que altas concentraciones de monóxido de carbono pueden causar cambios fisiológicos y patológicos y, finalmente, la muerte. Principalmente el daño que produce es que el CO sustituye al oxígeno en la sangre formando la carboxihemoglobina (COHb), lo que produce un menor transporte de oxígeno en la sangre, una disminución de las funciones neuroconductuales, menor peso en niños recién nacidos y retardo en el desarrollo postnatal.

Al parecer, el monóxido de carbono no tiene efectos perjudiciales sobre la superficie de los materiales. Se han hecho experimentos que han demostrado que el CO no produce efectos dañinos en plantas a concentraciones por debajo de 100 ppm, teniendo en cuenta que rara vez las concentraciones ambientales de este contaminante pueden alcanzar este nivel, ni siquiera en cortos períodos.

- ## Óxidos de nitrógeno (NOx)

Estos gases se producen durante el quemado de maderas y combustibles fósiles, como gasolina, carbón y gas natural.

Entre los óxidos del gas nitrógeno (NOx) se incluyen:

- **Óxido nítrico (NO).**
- **Dióxido de nitrógeno (NO_2).**
- **Trióxido de nitrógeno (NO_3).**
- **Óxido nitroso (N_2O).**
- **Pentóxido de nitrógeno (N_2O_5)**

El sector transporte constituye la fuente principal de emisión de NOx. El mayor desplazamiento en vehículos particulares por parte de la población en las grandes ciudades y el crecimiento sostenido del parque automotriz son una de las causas más importantes del aumento de las emisiones de este contaminante.

Cabe tener presente que los vehículos con motor a diesel, emiten una mayor cantidad de contaminantes, que aquéllos a gasolina, por lo que también es relevante considerar la composición del parque automotriz.

Daño en la salud humana y el medio ambiente

Los NOx son responsables de importantes efectos sobre la salud y el medio ambiente, como problemas respiratorios o daño pulmonar, enfermedades en pulmones y bronquios, mayor susceptibilidad a las infecciones, daño celular, irritación ocular y pérdida de las mucosas.

El NO_2 puede reaccionar con la humedad presente en la atmósfera para formar ácido nítrico que puede ser causa de corrosión de las superficies metálicas y detener el crecimiento de plantas.

- ## Óxidos de azufre (SOx)

El dióxido de azufre (SO_2) y trióxido de azufre (SO_3) son los óxidos dominantes del azufre presentes en la atmósfera. Son producto de la combustión de combustibles fósiles, principalmente derivados del petróleo y carbón. Los óxidos de azufre pueden acelerar la corrosión de los materiales al formar primero ácido sulfúrico en la atmosfera o sobre la superficie de los metales

En Chile las emisiones de SOx producto de la generación energética aumentaron a mediados de la década de 2000, cuando el carbón comenzó a reemplazar el gas natural. No obstante, disminuyeron en la segunda a mediados de esta década debido a la mayor rigurosidad en los controles de las emisiones exigidos por los permisos medioambientales para las nuevas centrales eléctricas.

Daño en la salud humana y medio ambiente

Estos gases pueden alterar el funcionamiento de los bronquios, producir daño pulmonar y a las vías respiratorias, irritación ocular y paros cardíacos en personas.

Concentraciones altas de SO_2 puede conducir a lesiones crónicas en plantas, mientras que producen daño al medio ambiente al inhibir el crecimiento de vegetación.

- ## Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Las emisiones de estos compuestos proceden de distintas fuentes, como el transporte, industrias de disolventes, minería, vertederos, entre otros, además de fuentes biogénicas como la vegetación. Muchos de estos compuestos interactúan con otros componentes para producir niebla y contaminación por aerosoles en presencia de radiación solar.

Daño en la salud humana

Estos compuestos pueden producir irritación de ojos, garganta y pulmones, así como inhibición del crecimiento de las plantas. También se asocia a una mayor probabilidad de desarrollar leucemia y otros tipos de cáncer.

- ## Plomo (Pb)

Este contaminante proviene de la combustión de gasolinas con plomo, de la minería y fundiciones y de la incineración de residuos. El plomo puede depositarse en el agua y alimentos que consumimos, por lo que puede ser absorbido por nuestro cuerpo

Daño en la salud humana

Elevados niveles de plomo en la sangre derivan en problemas hematológicos, daño al sistema nervioso central, disturbios gastrointestinales, problemas a los riñones y es perjudicial en el desarrollo mental de los niños.

- ## Ozono troposférico (O_3)

Se trata del principal componente del esmog fotoquímico y uno de los más fuertes agentes oxidantes. El ozono se forma en la tropósfera y de la acción de ésta en las moléculas de ozono en la estratósfera, como producto de la reacción entre los NOx, los COV y los hidrocarburos (HC) en presencia de radiación solar.

Las fuentes de hidrocarburos y NOx en las zonas urbanas son primordialmente los vehículos.

Daño en la salud humana

Su toxicidad ocurre en un continuo, en que a mayores concentraciones se generan efectos más nocivos.

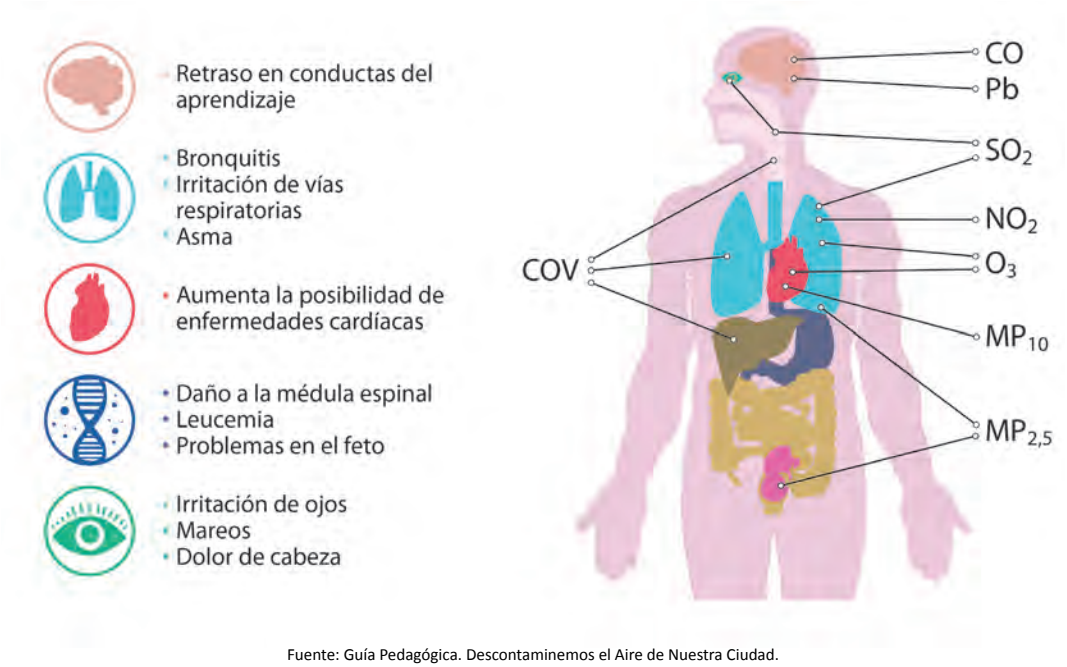
Provocan tos y dolores de cabeza, irritación de ojos, nariz y garganta, incremento de la mucosidad, estertores, cierre de las vías respiratorias, dolores de tórax, languidez, malestar y náuseas, con aumento en la incidencia de ataques asmáticos. También puede agravar enfermedades crónicas del corazón.

Tabla 3 Principales Contaminantes generados por distintas fuentes de actividad

	Contaminantes						
Fuentes de Actividad	**Material Particulado**	**Monóxido de Carbono**	**Óxidos de Nitrógeno**	**Óxidos de Azufre**	**Compuestos Orgánicos Volátiles**	**Plomo**	**Ozono Tropos-férico**
Centrales térmicas	✓	✓	✓	✓	✓		
Tráfico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calefacción doméstica a leña	✓	✓	✓	✓	✓		
Refinado de petróleo			✓	✓	✓		
Minería	✓					✓	
Manufacturas metálicas	✓					✓	
Incineración de residuos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Agricultura	✓						

Basado en Kiely, Gerard (1999): "Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión"

Figura 3 Efectos en la salud según contaminantes atmosféricos



Fuente: Guía Pedagógica. Descontaminemos el Aire de Nuestra Ciudad.

1.8. Efectos de los contaminantes sobre los ecosistemas

Existen diversos impactos en la calidad de la atmósfera asociados a la emisión de contaminantes en la superficie terrestre que repercuten y tienen efecto en el funcionamiento de los ecosistemas. Algunos son de alcance más global y otros más locales. A continuación se detallan algunos de ellos:

- ### Lluvia ácida

Este término se refiere a cualquier forma de precipitación, sea húmeda (lluvia, nieve o niebla) o seca (polvo o humo), que tiene niveles más altos de acidez debido a la alta cantidad de componentes ácidos que contiene. La lluvia ácida tiene un pH inferior a 5.6, pudiendo llegar hasta niveles tan bajos como 2.5 o 1.5.

La lluvia ácida se produce porque las combustiones de carbón y derivados del petróleo generan dióxidos de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NOx). Estos componentes reaccionan con la humedad de la atmósfera y se convierten en ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3), respectivamente. Estos compuestos químicos dan el carácter ácido a la precipitación, la que cae sobre el suelo y las plantas produciendo efectos nocivos.

De esta manera, los ecosistemas se ven fuertemente afectados. La lluvia ácida, al entrar en contacto

Sabías que...

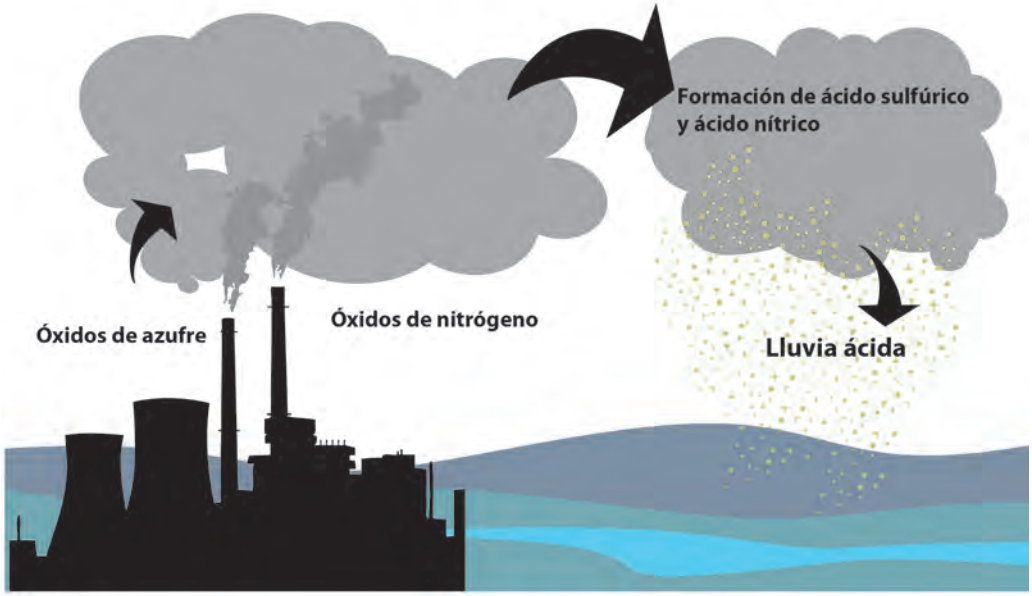
La lluvia naturalmente es ácida. Su pH puede ser hasta de 5,6 debido a que el CO_2 presente en el aire reacciona con el agua de lluvia formando un ácido débil (el ácido carbónico). Esta lluvia es benéfica, ya que ayuda a disolver algunos minerales presentes en el suelo que son necesarios para los animales y las plantas. Cuando el pH de la lluvia es menor a 5,6 se dice que ésta es ácida y tiene efectos perjudiciales.

con los suelos, disuelve elementos minerales básicos como potasio, magnesio y calcio, acidifica los terrenos y permite la infiltración de metales tóxicos que pueden llegar a aguas subterráneas.

También causa daño directo en las hojas de los vegetales, provocando pequeñas lesiones que alteran la acción fotosintética. Con ello, las plantas pierden la capacidad de alimentarse y de seguir viviendo.

Por otro lado, los lagos y ríos se acidifican provocando la disminución de especies tanto vegetales como animales, ya que muchas de ellas son sensibles a las variaciones de pH.

La lluvia ácida también acelera la corrosión en edificios, estatuas y monumentos. Los compuestos químicos que contiene pueden provocar que la pintura se desprenda o estropear monumentos y edificaciones construidas con mármol o caliza al disolver sus componentes.



- ## Destrucción de la Capa de Ozono

El ozono troposférico (O_3) es un contaminante secundario de origen fotoquímico que se encuentra cercano a la corteza terrestre (en la tropósfera, de ahí su nombre). Es un gas altamente irritante, que puede causar problemas bronquiales serios, como se mencionó anteriormente. Sin embargo, este contaminante no debe ser confundido con el ozono estratosférico que forma la Capa de Ozono, y que se genera de forma continua en las capas altas de la estratósfera. Este nivel de ozono concentrado cubre y protege nuestro planeta actuando como un potente filtro solar que evita el paso de una porción de la radiación ultravioleta proveniente del Sol llamada radiación ultravioleta UV-B que puede resultar dañina.

Si bien este gas se produce naturalmente, existen agentes de destrucción del ozono que han sido creados por el hombre. Uno de estos compuestos son los clorofluorocarbonos (CFC) que se utilizan en aerosoles y en tecnologías de refrigeración, los cuales aceleran el proceso de descomposición del ozono. Los rayos UV rompen los CFC en la estratósfera liberando átomos de cloro, los cuales destruyen a las moléculas de ozono; por lo que dificultan su regeneración disminuyendo su presencia en la estratosfera

Sin este efecto filtrante de la capa de ozono, aumenta la radiación ultravioleta que llega a nivel del suelo. Si la radiación UV no es absorbida en las cantidades adecuadas, puede causar impactos negativos en variadas especies. En las personas, la exposición a UV-B aumenta los riesgos de cáncer de piel, de cataratas, avejenta la piel y debilita el sistema inmunológico. También puede disminuir el crecimiento de plantas y afectar a organismos unicelulares y sistemas acuáticos.

Sabías que...

El agujero de ozono en la Antártica se ha producido por la progresiva acumulación de clorofluorocarbonos. Estos compuestos se acumulan especialmente por las condiciones atmosféricas que se presentan en el lugar. En cada primavera austral (septiembre a noviembre) el agujero de ozono alcanza grandes dimensiones, cubriendo incluso la Región de Magallanes completa.
El aumento en el tamaño del agujero de ozono se debe a las características especiales de la Antártica. Desde mayo a septiembre se produce un remolino de viento (vórtice) sobre el polo sur que mantiene aislado el aire en su interior. Dentro del remolino se produce una gran baja de temperatura, donde se crean nubes estratosféricas de agua y ácido nítrico. Además, dentro de estas nubes polares, se producen reacciones químicas que liberan cloro. Con la llegada de la primavera austral, aumenta la luz solar y las moléculas de cloro se activan destruyendo el ozono dentro del vórtice. A fines de noviembre el vórtice se abre y la masa de aire carente de ozono se libera.

- ### Smog fotoquímico

Éste se origina por la combinación del aire con contaminantes durante un período de altas presiones. Este tipo de esmog se desarrolla en prácticamente todas las grandes ciudades del mundo, especialmente en aquéllas con mucho tráfico, soleadas y con poco movimiento de las masas de aire.

El esmog fotoquímico se forma a partir de las reacciones entre la luz solar y los óxidos de nitrógeno (NOx) y/o compuestos orgánicos volátiles (COVs). Estas reacciones provocan la formación de ozono (O_3) o dióxidos de azufre (SO_2), y otros contaminantes secundarios como formaldehído y cetonas.

Este tipo de esmog se intensifica cuando aparte del tráfico intenso y la producción industrial que emiten NOx y COVs a la atmósfera, se presenta un período de inversión térmica que impide la circulación del aire. Este fenómeno lo analizaremos en la página 27.

La producción de esmog fotoquímico oscurece la atmósfera dejando un aire teñido de color marrón rojizo, cargado de componentes dañinos para la salud de las personas y del medio ambiente. Aparte de ensuciar el aire y entregarle un aspecto de niebla, causa daños sobre zonas forestales y agrícolas cercanas a las ciudades.

- ### Efecto invernadero

La Tierra cuando recibe la radiación solar no absorbe toda la energía que proviene del Sol, sino que refleja parte de ella de vuelta a la atmósfera, donde se encuentra con gases que retienen de manera natural la energía proveniente del sol y mantienen el planeta más caliente de lo que estaría en su ausencia. Como resultado de este efecto, la Tierra se mantiene lo suficientemente templada como para permitir la vida en su superficie y en sus océanos.

La radiación térmica emitida desde la superficie del planeta es absorbida por los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera; los que son irradiados en todas las direcciones, incluyendo la devolución hacia la superficie y la atmósfera inferior. Se estima que si no se produjera este fenómeno la temperatura media de la tierra sería más de 30° celsius inferiores a los promedios actuales.

Aparte de este efecto invernadero natural, las sociedades humanas están intensificando el fenómeno, principalmente a través de la quema de combustibles fósiles y la tala de bosques. Al adicionar a la atmósfera mayores concentraciones de gases con efecto invernadero se obtiene como resultado un progresivo calentamiento de la temperatura media en la superficie del planeta.

Mientras la concentración natural de los gases de efecto invernadero en la atmósfera se ha establecido a lo largo de millones de años, las emisiones antropogénicas están alterando este equilibrio en apenas unas décadas.

1.9. Condicionantes geográficos y climáticos

La contaminación atmosférica es originada por los contaminantes que son emitidos por las distintas fuentes o actividades que se han descrito anteriormente. Sin embargo, la concentración de contaminantes está a su vez condicionada por factores naturales como la geografía y el clima.

Estos tienen una significativa incidencia en la calidad del aire en determinadas localidades, para distintas estaciones del año, puesto que afectan las condiciones de dispersión de los contaminantes emitidos desde la superficie. Analicemos en detalle el caso de nuestro país.

Chile presenta cuatro unidades de relieve o estructuras morfológicas principales, que juegan un rol significativo en la determinación de la calidad del aire en los principales asentamientos humanos: las planicies costeras, la cordillera de la costa, la depresión intermedia y los valles interiores, y la cordilllera andina.

La población del país se concentra en las zonas costeras y en los valles interiores, principalmente en las áreas urbanas. Las diferencias geográficas entre estas dos zonas inciden, como veremos, de manera significativa en la capacidad de concentración de contaminantes emitidos por las ciudades, en uno u otro caso.

Estas estructuras morfológicas son determinantes en la calidad del aire. Las zonas de emplazamiento de una ciudad en una superficie rodeada por montañas, como en el caso de la depresión intermedia, situada entre las cordilleras costera y andina, influye en la dispersión de los contaminantes, ya que estos están limitados al área cercada o cerrada por el relieve. Dependiendo del tamaño de la geoforma, los contaminantes tendrán mayor o menor espacio para dispersarse y disminuir su concentración. En las zonas costeras, en cambio, se presentan mejores condiciones de ventilación para la dispersión de los contaminantes emitidos en la superficie.

Analicemos cuatro condicionantes geográficas y climáticas que explican diferencias significativas en la concentración de contaminantes en las ciudades, para las distintas zonas del país.

- ## Anticiclón del Pacífico

Las condiciones de estabilidad climática y el déficit de precipitaciones en extensos sectores del centro del país y fundamentalmente en el extremo norte, se explican por la presencia del centro de altas presiones subtropicales del Pacífico Sur, ubicado entre los 30º y 40º de latitud sur (aproximadamente entre La Serena y Valdivia).

El Anticiclón del Pacífico origina un clima cálido en verano y frío en invierno. Durante las épocas invernales, los sistemas frontales del Pacífico Sur generan precipitaciones en las zonas centro y sur. En el norte, en cambio, en las partes bajas y de desierto interior prácticamente no existen precipitaciones.

- ## Vientos de circulación atmosférica planetaria

Otro factor condicionante es la acción del viento. La existencia y sus movimientos obedecen a la dinámica de la circulación atmosférica del planeta.

Dentro de ese esquema, las altas presiones subtropicales producen los vientos provenientes del oeste, del suroeste y del noroeste. Aquellos que se dirigen al sur son los Bravos del Oeste (Westerlies) y los que van al norte, los Alisios. La importancia de estos vientos radica en el transporte de masas de aire de diferentes características de temperatura y humedad, que producen precipitaciones de carácter frontal.

En el norte y centro del país, durante las estaciones de primavera y verano, dominan los vientos sur y suroeste, en cambio en los periodos de otoño e invierno dominan los vientos del norte y noroeste.

Desde Chiloé hasta las Islas Diego Ramírez imperan, en toda estación, los vientos constantes del oeste, que azotan con gran intensidad la región patagónica.

El Frente Polar tiene gran influencia en el extremo sur del territorio, por cuanto corresponde a un sector de grandes trastornos y severos conflictos atmosféricos con abundantes precipitaciones, debido al encuentro de masas de aire cálido (Bravos del Oeste) y de aire frío de origen polar.

- ## Vientos de circulación local

Además de los vientos de circulación atmosférica planetaria ya mencionados, existen vientos locales generados por la radiación solar recibida, los cuerpos de agua, el relieve y el calentamiento desigual de estos entre el día y la noche. De acuerdo a estas interacciones se conocen los vientos de valle-montaña y los vientos tierra-mar.

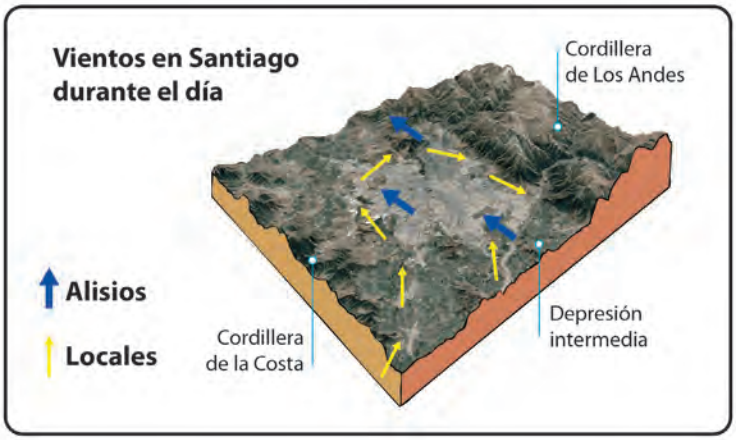
Los vientos de valle-montaña se generan porque dependiendo de cómo avancen los rayos solares durante el transcurso del día, estos inciden de forma desigual en las laderas de las montañas y en los valles, generando diferencias de temperaturas. En el caso de las laderas de solana (aquellas de exposición norte, que reciben una mayor radiación solar) se calientan más rápidamente que las de umbría (exposición sur) y los fondos de valles insertos entre cordones montañosos, por lo

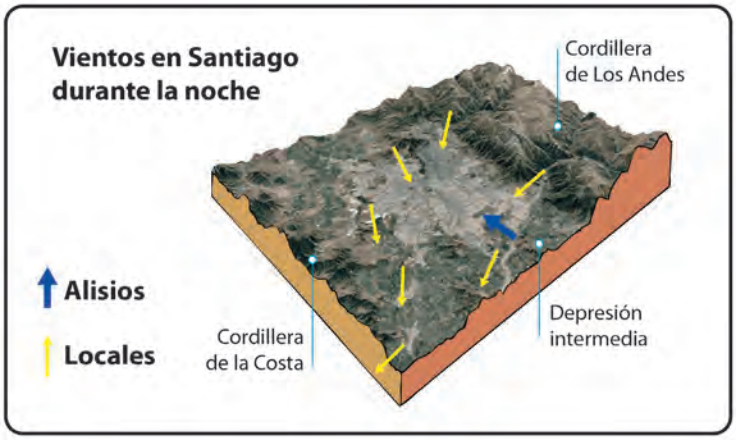
Sabías que...

Producto de los vientos de valle y montaña, en muchas ciudades los contaminantes viajan hacia el oriente durante el día y se desplazan hacia el poniente durante la noche?

que durante el día el viento sube desde el valle hacia las partes más altas de la montaña y durante la noche el viento baja en dirección inversa, ya que las laderas se enfrían más rápido que el valle.

Este viento que es de componente oriental (de este a oeste proveniente de la Cordillera de los Andes), se le conoce como el Puelche (en las zonas de Biobío, Malleco y Cautín) y el Raco (en el Valle del Maipo).



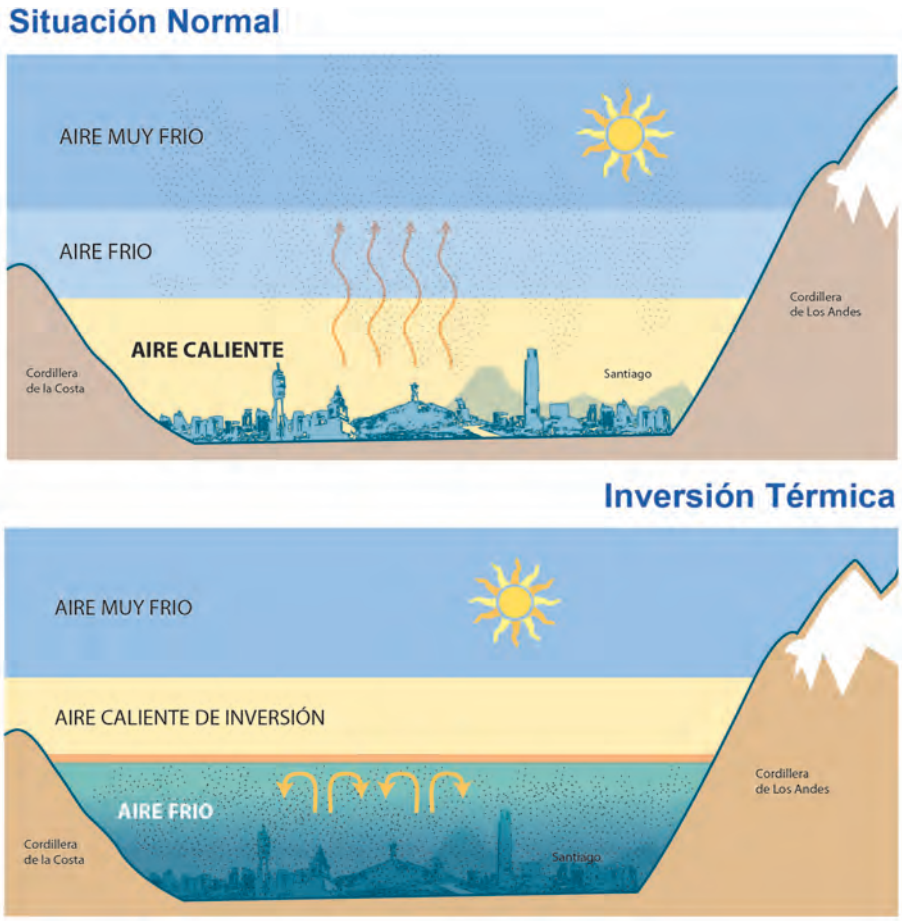


Los vientos tierra-mar o terral, se producen por las diferencias de temperatura y presión entre el continente y el océano. Durante el día se producen brisas de mar que se dirigen desde el océano hacia el continente, y durante la noche las brisas van desde el continente hacia el océano. Este efecto es muy notorio en la época de verano en la zona costera.

- ## Inversión térmica

Como hemos visto, en condiciones normales de la tropósfera, las masas de aire cálido asociados a la superficie terrestre se enfrían al ascender. La inversión térmica se presenta cuando se interpone una masa de aire más caliente que obstaculiza este tránsito, provocando una especie de barrera que no permite que el aire frío que se encuentra bajo ésta, pueda subir, dificultando la dispersión de los contaminantes emitidos desde la superficie.

Hechas estas consideraciones geográficas y climáticas, podemos explicar por qué las ciudades chilenas ubicadas en la depresión intermedia son más propensas a registrar problemas de contaminación atmosférica, especialmente en los meses de invierno.



Por una parte, la capa de inversión térmica se presenta a una menor altura, lo que reduce la dilución de contaminantes en dirección vertical. Por otra, los vientos alisios o planetarios se debilitan, generándose períodos de calma que pueden durar varios días. Y a esto se suma el encajonamiento propio de las zonas urbanas respecto de los cordones montañosos circundantes, lo que reduce las posibilidades de dispersión lateral de los contaminantes. Se generan así las condiciones propicias para su concentración en los períodos más fríos.

Sabías que...

La atmósfera se comporta de manera adiabática, esto significa que el aire al ascender se enfría y al descender se calienta.

Las masas de aire frío son más pesadas que las masas de aire caliente, puesto que las primeras se encuentran más compactas, ocupando un menor volumen y siendo más densas. Por el contrario, las masas de aire caliente ocupan un mayor volumen y por ende son menos densas. De esta manera cuando ocurre el fenómeno de inversión térmica, masas de aire frío se encuentran bajo masas de aire cálido, y por el hecho de ser más pesadas, no pueden ascender empeorando las condiciones de ventilación de las cuencas o valles por lo que los contaminantes atmosféricos quedan atrapados por estas "barreras".

1.10 Las ciudades más contaminadas

• En el Mundo

A mediados del año 2016, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó una base de datos con registros de mediciones y estimaciones de concentraciones promedio anual del $MP_{2,5}$ y MP_{10}. para distintas ciudades del planeta.

Los mayores niveles de contaminación por material particulado se registran en ciudades asiáticas y africanas, como se puede apreciar en la siguiente tabla.[9]

Tabla 4 Las 10 ciudades más contaminadas del mundo por MP_{10}

País	Ciudad	Concentración promedio anual µg/m³	Año registro
Nigeria	Onitsha	594	2009
Pakistán	Peshawar	540	2010
República Islámica de Irán	Zabol	527	2012
Pakistán	Rawalpindi	448	2010
Nigeria	Kaduna	423	2013
Nigeria	Aba	373	2009
Arabia Saudita	Riyadh	368	2014
Arabia Saudita	Al Jubail	359	2014
Afganistán	Mazar-e Sharif	334	2009

Fuente: Base de Datos OMS 2016

Nota: La norma de emisión chilena establece como límite de MP_{10} a concentraciones promedios anuales de 50 µg/m3

Tabla 5: Las 10 ciudades más contaminadas del mundo por $MP_{2,5}$

País	Ciudad	Concentración promedio anual µg/m³	Año registro
República Islámica de Irán	Zabol	217	2012
India	Gwalior	176	2012
India	Allahabad	170	2012
Arabia Saudita	Riyadh	156	2014
Arabia Saudita	Al Jubail	152	2014
India	Patna	149	2013
India	Raipur	144	2012
Camerún	Bamenda	132	2012
China	Xingtai	128	2014
China	Baoding	126	2014

Fuente: Base de Datos OMS 2016

Nota: La norma de emisión chilena establece como límite de $MP_{2,5}$ a concentraciones promedios anuales de 20 µg/m³

9 La Base de datos entregada por la OMS no contiene la información de todas las ciudades del mundo. Muchas de ellas, incluso algunas de las más contaminadas, no recogen información ni notifican la calidad del aire.

• En Chile

De acuerdo al informe de evaluación ambiental de Chile 2016, elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), las emisiones de la mayoría de los principales contaminantes atmosféricos han ido en aumento desde 2005.

Las emisiones de $MP_{2,5}$, MP_{10} y de monóxido de carbono (CO) se incrementaron cerca de un 10% entre 2005 y 2011, mientras que las emisiones de óxidos de azufre (SOx), descendieron un 25% entre 2007 y 2011.[10]

El mismo informe señala en cuanto a ciudades o regiones que:

- El 44% de éstas supera el límite anual de MP_{10} y el 15% excedió el límite diario del contaminante.
- A su vez, el 67% superó el umbral anual de $MP_{2,5}$ y el 77% hizo lo mismo con su respectivo límite diario.

Como veremos en el capítulo siguiente, la preocupación actual del país por controlar los contaminantes atmosféricos y mejorar la calidad del aire, se ha centrado en el $MP_{2,5}$ y el MP_{10}, por ser los que más afectan la salud de las personas.

Dentro del listado entregado por la OMS durante el año 2016, la ciudad latinoamericana

Sabías que...

Si comparas los niveles de las ciudades más contaminadas a nivel mundial con las de nuestro país presentadas en cuadros anteriores podrás notar que los niveles relativos de contaminación atmosférica son bastante menores.

Ambas series de datos miden la concentración de contaminantes en micrógramos por metro cúbico (**µg/m³**).

10 Esta se atribuye a la reducción de emisiones de las siete fundiciones de cobre chilenas, que históricamente fueron responsables de la mayoría de estas, mediante la implementación de planes de control que conllevaron a una mayor eficiencia dentro de las fundiciones.

más contaminada por $MP_{2,5}$ fue Coyhaique. De acuerdo a estos datos, las concentraciones de este contaminante se encuentran por sobre la norma anual en un 220%. Así, durante el año 2016 esta ciudad fue declarada zona saturada por $MP_{2,5}$ y se ha iniciado la elaboración de un Plan de Descontaminación Atmosférica.

También destacan dentro de las primeras 10 ciudades latinoamericanas más afectadas, Padre las Casas y Osorno (posición 7, superando la norma en 75%), Temuco y Andacollo (posición 10, superando la norma en un 55%).

En cuanto al MP_{10} dentro de las 10 ciudades latinoamericanas más contaminadas se encuentran Coyhaique y Rancagua (posición 7 superando en un 50% la norma) y Andacollo (en la posición 9 excediendo la norma en un 34%).

Tabla 6: Las ciudades más contaminadas de Chile por $MP_{2,5}$ y MP_{10}

Ciudad	Concentración promedio anual (µg/m³)	
	$MP_{2,5}$	MP_{10}
Coyhaique	64	75
Padre las Casas	35	64
Osorno	35	54
Temuco	31	50
Andacollo	31	67
Rancagua	30	75
Santiago	29	64
Valdivia	29	47
Curicó	27	51
Talca	25	49
Rengo	23	49
Maule	22	42
San Fernando	20	43
Talagante	19	41
Copiapó	19	47
Quilpué	18	40
Valparaíso	16	34
Arica	15	33
Coquimbo	14	31
Viña del Mar	13	34
Antofagasta	12	40
Huasco	11	25
Punta Arenas	5	12

Fuente: Base de Datos OMS 2016

Excede la Norma

1.11 Políticas Públicas

En la actualidad se cuenta con diversos instrumentos de gestión de la política pública ambiental para enfrentar la problemática de la contaminación atmosférica a lo largo del país. Veamos cuáles son.

• El Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire y la Red de Monitoreo

El Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA) del Ministerio del Medio Ambiente es un portal que contiene información de calidad del aire de todo el país, a través de la cual se evalúa su estado según lo establecido en las normas primarias de calidad ambiental, analizando los registros de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional (EMPR).[11]

Este sistema centralizado entrega información sobre las mediciones de calidad del aire realizadas en tiempo real y presenta un seguimiento histórico de los datos recolectados a través de 197 estaciones de monitoreo distribuidas a lo largo del país, de propiedad pública y privada. Estas han sido instaladas siguiendo las exigencias establecidas en resoluciones de calificación ambiental, como mecanismo de seguimiento de los impactos de proyectos o planes de descontaminación, como es el caso de las fundiciones de minerales.

11 Para que una estación sea catalogada como EMPR debe cumplir con todas las condiciones establecidas en el Decreto 59/1998, Decreto 112/2002, Decreto 113/2002. Decreto 114/2002 y Decreto 115/2002, todos del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

En las ciudades que presentan mayores niveles de contaminación, se han implementado redes de monitoreo para contar con datos rápidos y exactos respecto al nivel de partículas y gases presentes en sectores y horas específicas.

Las primeras mediciones de calidad de aire en Chile datan del año 1964. Posteriormente, en el año 1976 se instala una "Red de Vigilancia de Calidad del Aire" y, en 1988, la red automática MACAM, para la Región Metropolitana. A partir de estas fechas, el número de estaciones de monitoreo fue aumentado progresivamente.

La Red MACAM III es la Red Oficial de Monitoreo Automático de la Calidad del Aire y variables Meteorológicas con que cuenta la Región Metropolitana, creada con el objetivo de mejorar la calidad de las mediciones y disponer de manera eficaz la información relativa al comportamiento de los contaminantes críticos. Esta red cuenta actualmente con estaciones emplazadas en las comunas de Independencia, La Florida, Las Condes, Santiago, Pudahuel, Cerrillos, El Bosque, Cerro Navia, Puente Alto, Talagante y Quilicura. Registra en tiempo real las concentraciones de $MP_{2,5}$, MP_{10}, SO_2, NO_2, CO y O_3, a la vez que evalúa también variables meteorológicas, tales como la velocidad y dirección del viento, temperatura y radiación solar.

Desde comienzos del año 2012, el Ministerio del Medio Ambiente se ha hecho cargo de la administración de todas las redes públicas que existían en el país, las que antes eran administradas por el Ministerio de Salud (Red SIVICA, que abarcaba desde la Región de Coquimbo a la de Aysén, sin contar la Región Metropolitana) y por la Seremi de Salud de la Región Metropolitana (la Red MACAM III).

Desde comienzos del año 2012, el Ministerio del Medio Ambiente se ha hecho cargo de la administración de todas las redes públicas que existían en el país, las que antes eran administradas por el Ministerio de Salud (Red SIVICA, que abarcaba desde la Región de Coquimbo a la de Aysén, sin contar la Región Metropolitana) y por la Seremi de Salud de la Región Metropolitana (la Red MACAM III).

• Normas de emisión de contaminantes

Establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, siendo medida en el efluente (o a la salida) de la fuente emisora, en forma de concentración o de emisión másica.

Por ejemplo medir la contaminación a la salida de una chimenea industrial o de gases en el tubo de escape de un automóvil.

• Normas de Calidad Ambiental

Establecen límites para elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos, o combinación de ellos en el ambiente. Por ejemplo, una cierta cantidad o concentración de un compuesto en la atmósfera como lo puede ser el $MP_{2,5}$.

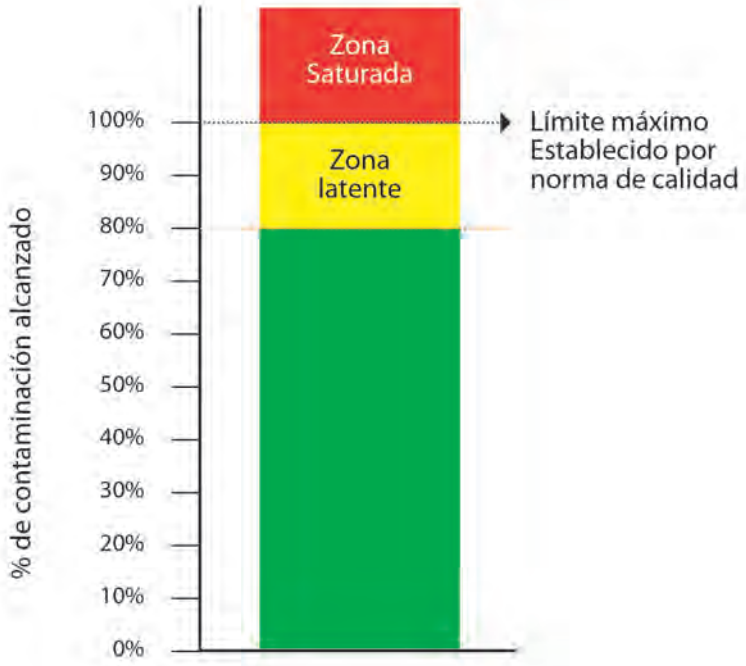
Las normas de calidad se clasifican en primarias o secundarias. Las primeras se enfocan en los contaminantes que constituyen un riesgo para la vida o la salud de la población. Las normas secundarias, en cambio, abordan los contaminantes que afectan la calidad del medio ambiente.

A partir de las normas de calidad podemos determinar la clasificación de una zona de acuerdo al nivel de contaminación que ésta presenta.

Una **Zona Latente** es aquélla en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental.

En cambio, una **Zona Saturada** es aquélla en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.

Figura 4 Esquema para entender los conceptos de Zonas Latentes y Zonas Saturadas



• Planes de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA)

Los planes de prevención son instrumentos de gestión ambiental que, para una zona latente, busca evitar que las normas ambientales de calidad sean sobrepasadas

Y los planes de descontaminación apuntan a que, en zonas saturadas, se reduzca la presencia de contaminantes a los niveles fijados por las respectivas normas.

Hoy en Chile contamos con 15 PDA vigentes: En la actualidad, dos de ellos se encuentran en revisión (para la Región Metropolitana y el complejo industrial Ventanas).

Tabla 6 Planes de Descontaminación Atmosférica vigentes

Planes de descontaminación	Fecha de entrada en vigencia	Contaminantes	
		Estado Latencia	Estado Saturación
Chillán y Chillán Viejo	2016	MP_{10} (anual)	$MP_{2,5}$ y MP_{10} (diarios)
Talca y Maule	2016		MP_{10} (diario y anual)
Osorno	2016		$MP_{2,5}$ y MP_{10} (diarios y anuales)
Coyhaique	2016		MP_{10} (diario y anual)
Temuco y Padre Las Casas	2015		$MP_{2,5}$ (anual)
Andacollo	2014		MP_{10} (diario y anual)
Valle central VI región	2013		MP_{10} (diario y anual)
Tocopilla	2010		MP_{10} (anual)
Región Metropolitana	2010	NO_2	MP_{10} (diario y anual) CO O_3
Chuquicamata	2001	SO_2 (anual)	MP_{10} (anual) SO_2 (diaria)
María Elena y Pedro de Valdivia	1999		MP_{10} (diario y anual)
Potrerillos	1999		MP_{10} (diario) SO_2 (diario y anual)
Fundición Caletones	1998		MP_{10} (diario) SO_2 (anual)
Paipote	1995		SO_2 (anual)
Ventanas	1993		SO_2 (anual)

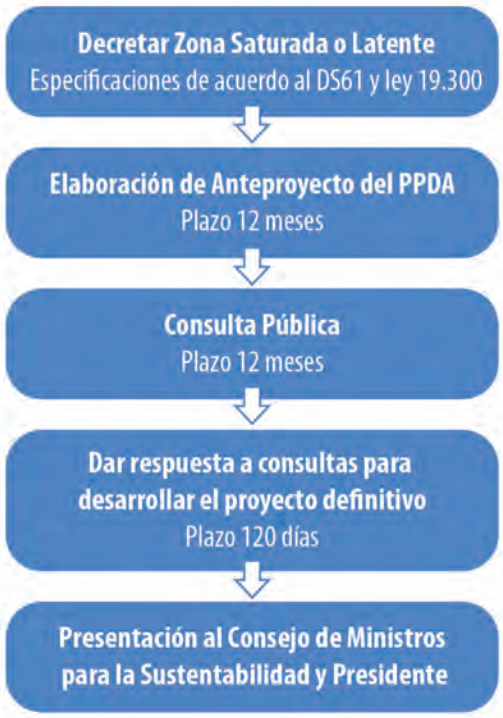
Gracias a la Estrategia de Descontaminación Atmosférica 2014 – 2018, se han elaborado cinco de estos planes para ciudades de la zona sur, que soportan las mayores concentraciones de material particulado en el país. En paralelo, se tiene planificada la entrada en vigencia de siete planes adicionales, correspondientes a:

- Región Metropolitana: $MP_{2,5}$ diario: estado saturado
- Quintero, Puchuncaví (ex Ventanas): $MP_{2,5}$ anual:estado saturado y $MP_{2,5}$ diario y MP_{10} anual: estados latentes)
- Huasco: MP_{10} anual: estado latente
- Los Angeles: $MP_{2,5}$ diario: estado saturado
- Valdivia: $MP_{2,5}$ y MP_{10} diarios: estados saturados
- Gran Concepción: $MP_{2,5}$ diario: estado saturado
- Curicó: $MP_{2,5}$ y MP_{10} diarios: estados saturados

De esta manera, la estrategia permitirá que el 87% de la población del país esté protegida para combatir la contaminación por material particulado.

• Elaboración de un Plan de Descontaminación

El proceso para la elaboración de un Plan de Descontaminación Atmosférica es relativamente complejo. Se inicia con la declaración de una zona saturada o latente mediante la dictación de un decreto supremo que llevará la firma del Ministro del Medio Ambiente. Este contiene la determinación precisa del área geográfica que abarca, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.



Para decretar la zona se requiere la existencia de un monitoreo de tres años para la norma anual y de un año para la norma diaria. El proceso posterior de formulación del Plan se rige de acuerdo a lo establecido por el decreto Decreto Supremo Nº 39, del Ministerio del Medio Ambiente, de 2013.

Una vez que se inicia el anteproyecto existe un plazo de 12 meses para aprobarlo y someterlo a una consulta pública por 60 días. Luego, para desarrollar el proyecto definitivo e incorporar las observaciones levantadas en el proceso de consulta pública, existe un plazo de otros 120 días.

El proyecto definitivo debe ser aprobado posteriormente por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad[12], para luego ser ingresado al trámite de toma de razón en la Contraloría General de la República.

12 El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, es presidido por el Ministro del Medio Ambiente e integrado por los Ministros de Agricultura, de Hacienda, de Salud, de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Energía, de Obras Públicas, de Vivienda y Urbanismo, de Transportes y Telecomunicaciones, de Minería y Desarrollo Social.

• Episodios críticos: Alertas, preemergencias y emergencias ambientales

Un episodio crítico de contaminación del aire se declara cuando se superan los valores que estén establecidos en la respectiva norma de calidad primaria del aire.

Estas normas definen los niveles de concentraciones que dan origen a episodios críticos (niveles 1, de alerta; 2 de preemergencia; y 3, de emergencia ambiental).

Para simplificar el concepto de episodio crítico, se utiliza el ICAP (Índice de Calidad del Aire por Partículas), que lleva a una escala estándar el valor promedio de las concentraciones de los $MP_{2,5}$ y MP_{10}, de acuerdo a lo que establece la norma para cada contaminante.

Sabías que...

Puedes informarte de la calidad del aire de tu ciudad o región **www.sinca.mma.gob.cl**

Los episodios críticos se decretan mediante un **modelo estadístico** de pronóstico diario, cuando la calidad del aire y las condiciones atmosféricas de ventilación son desfavorables y pueden significar una exposición de las personas a altos índices de contaminación respecto de las normas de calidad del aire, señaladas en el siguiente cuadro

Calidad del aire	Episodio Crítico	Índice Calidad del Aire por Partículas	Concentración MP_{10} [µg/m³N 24 hrs]	Concentración $MP_{2,5}$ [µg/m³N 24 hrs]
Bueno		0 – 99	0 - 149	0 – 50
Regular		100 - 199	150 - 194	51 – 79
Malo	Alerta Ambiental	200 - 299	195 - 239	80 – 109
Crítico, Peligroso	Preemergencia Ambiental	300 – 499	240 - 329	110 – 169
Excede	Emergencia Ambiental	500 o +	330 o +	170 o +

Respecto del procedimiento establecido para la declaración de episodios críticos, la zona afectada debe contar con un PDA o PPDA, que permita implementar una Gestión de Episodios Críticos o GEC.

Con la entrada en vigencia de los nuevos planes de descontaminación, además de los ya vigentes, durante el año 2016 hubo Gestión de Episodios Críticos con aplicación de medidas de contingencia asociadas al MP_{10} y al $MP_{2,5}$ en el Valle Central de la región de O'Higgins (MP_{10}), Talca - Maule (MP_{10}), Chillán y Chillán Viejo (MP_{10} y $MP_{2,5}$), Temuco y Padre Las Casas (MP_{10} y $MP_{2,5}$), Osorno (MP_{10} y $MP_{2,5}$), Coyhaique y su zona circundante (MP_{10}) y en la Región Metropolitana (MP_{10}).

Complementariamente, desde el año 2015, se comenzó a utilizar el instrumento de Alerta Sanitaria del Ministerio de Salud, que ha permitido aplicar medidas de contingencia por $MP_{2,5}$ a aquellas ciudades que fueron declaradas saturadas por el Ministerio del Medio Ambiente y que se encuentran en proceso de elaboración de sus PDA.

Ministerio del
Medio
Ambiente
GUÍA
DE CALEFACCIÓN
NTABLE 2016
Región Metropolitana

2 Ciudadanía y contaminación del aire

En Marzo de 2016, el Ministerio del Medio Ambiente publicó los resultados de la Segunda Encuesta Nacional de Medio Ambiente. En ésta se refleja que el 33% de la población indica que el principal problema que le afecta es la contaminación del aire. A esto podemos sumarle a un 8% que señala el exceso de automóviles, puesto que generan ruido, contaminación y atochamiento; otro 8% que indica a la contaminación en general, y un 3% que prioriza la contaminación industrial.

Así, podemos decir que para el 52% de los encuestados, el principal problema ambiental que los afectan está directamente relacionado con la contaminación del aire.

2.1. Nuestro aporte como ciudadanos

Como ya sabes, una de las principales fuentes de contaminación asociada a las personas es la combustión. Ésta se encuentra presente en muchas de nuestras actividades, de manera directa: al encender un fósforo o el motor de un vehículo, al utilizar el calefont y utilizar la cocina a gas, al calefaccionar el hogar con leña o quemar carbón para hacer un asado. O bien, de forma indirecta: al encender la luz, prender algún artefacto electrónico o al transportarte en algún vehículo motorizado.

2.2 El impacto en los ciudadanos

Ya hemos visto que la contaminación atmosférica genera riesgos y ocasiona problemas a la salud de las personas, plantas y animales.

Por otra parte afecta los ecosistemas y altera algunas dinámicas de su funcionamiento. Claros ejemplos de esto son la producción de lluvia ácida, el agotamiento de la capa de ozono y la generación de smog fotoquímico. Además contribuye al cambio climático aportando gases de efecto invernadero a la atmósfera.

La suma de estos factores afecta la calidad de vida general de la población, especialmente a niños y ancianos que habitan en zonas urbanas.

2.3 Buenas Prácticas

Atendiendo a este pequeño listado, podremos aportar como ciudadanos a disminuir la contaminación atmosférica, contribuyendo a limpiar nuestro aire y a restablecer el equilibrio con nuestro hogar, la Tierra:

Vehículos y transporte

- Prefiere caminar o movilizarte en bicicleta.
- Prefiere el transporte público.
- Comparte tu auto con otras personas.
- Elige modelos de vehículos económicos en consumo de combustible (aproximadamente 20 km/L).
- A la hora de comprar un automóvil, infórmate sobre el rendimiento de éste y sus emisiones de gases.
- Mantén tu vehículo en buenas condiciones, cumple con todas las revisiones técnicas, chequea el consumo de combustible y las emisiones que éste genera.
- Adquiere vehículos dotados de catalizador.
- Respeta las restricciones vehiculares cuando corresponda.

Hábitos de higiene en nuestra casa o lugar de trabajo

- Ventila los espacios diariamente: dormitorios, oficinas, etc.
- Evita el humo de cigarro en ambientes cerrados.
- Evita la humedad del ambiente. No pongas teteras sobre estufas y evita secar la ropa al interior de la casa.
- Para el aseo del hogar, usa paños húmedos, realiza aseo profundo periódicamente ya que pisos y murallas acumulan polvo.
- Evita levantar polvo al barrer, humedece el piso o riega un poco el suelo antes de hacerlo.
- No dejes en el patio de tu hogar o lugar de trabajo tierra suelta o polvos expuestos a la atmósfera. Planta pasto y pavimenta terrenos de tierra.

Sabías que...

Una persona respira entre 5 y 6 litros de aire por minuto, por lo que al día inhala entre 7,2 y 8,6 metros cúbicos. Preocuparte de la calidad del aire que estás respirando debe ser un deber prioritario y fundamental.
Por ello es importante que comprendas lo que es la contaminación del aire, las causas que la originan y sus consecuencias en el medio ambiente y en la salud de las personas, cuál es la calidad del aire que estás respirando en tu localidad, dónde puedes informarte sobre ésta, cuáles son las medidas y restricciones y cómo puedes aportar a disminuir la contaminación y ser un agente de cambio.
Infórmate, Participa de procesos que pueden definir la calidad de tu vida y del aire que respiras, y **Haz valer tu derecho**. Recuerda que la Constitución declara y asegura que todas y todos **Tenemos el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación**.

Calefacción

En invierno:

- Al comprar calefactores certificados fíjate que estos tengan el sello de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).
- Si te calefaccionas con estufas a gas debes mantener algún tipo de ventilación en la habitación.
- Sella puertas y ventanas con cintas adhesivas, masillas, silicona u otros, así evitarás pérdidas de calor.
- Evita el uso de parafina como medio de calefacción, prefiere gas natural o electricidad.

Si utilizas calefactores o cocinas a leña:

- Lo primero es que si puedes, cambia tu actual calefactor por uno de menores emisiones y de mayor eficiencia, privilegiando el uso de combustibles alternativos como gas, electricidad, briquetas, derivados del petróleo, pellet, entre otros.
- Usa siempre leña seca (menor a 25% de humedad), comprada a comerciantes establecidos
- Al comprar leña, asegúrate que esté seca, guárdala separada del suelo, en un lugar bajo techo, ventilado y sin humedad.
- Use siempre leña picada, no quemes troncos enteros. Así se produce una adecuada mezcla del combustible con el aire, generando una correcta combustión.
- Inicia el fuego sólo con papel y astillas secas.

- Mantén el tiraje completamente abierto al menos durante 10 minutos después de iniciar el fuego o efectuar una recarga de leña.
- Revisa constantemente la salida de humo por el cañón. Abre el tiraje de tu calefactor para mantener una llama viva. Nunca cierres completamente el tiraje de tu estufa.
- Evita que en tu cañón se forme una capa de creosota y hollín, ya que aumenta el riesgo de inflamación, disminuye la capacidad de calefacción y contaminas más.
- Exige tu boleta al momento de comprar leña, con ella puede hacer valer su derecho como consumidor al cambio del producto o la devolución del dinero si no quedas conforme con la compra.

Otros

- Planta un árbol cerca de tu casa o arma tu propio huerto, todas las plantas por fotosíntesis convierten el dióxido de carbono atmosférico (CO_2) en oxígeno (O_2). Así ayudas a purificar el aire.
- Evita el uso del fuego para el control de heladas y eliminación de rastrojos en el campo.
- No quemes desechos, basura domiciliaria, ni hojas, ya que estas generan y propagan material particulado en suspensión.
- Prefiere carnes asadas con gas o electricidad en lugar de carbón. En caso que utilices carbón, al encender el fuego para tus asados, no utilices cera ni parafina.
- Promueve el uso de energías renovables no convencionales en casa, como la energía solar y eólica.

2.4 Para mitigar la contaminación atmosférica

El Programa de Recambio de Calefactores

Este programa de subsidio implementado por el Ministerio de Medio Ambiente tiene por objetivo reducir las emisiones de los artefactos a leña antiguos, ineficientes y altamente contaminantes, como lo son las estufas hechizas y las salamandras, a través de su reemplazo por calefactores más eficientes y sustentables.

Para hacer uso de este beneficio, las personas deben entregar su antiguo calefactor o cocina e instalar y utilizar el nuevo calefactor eficiente en sus viviendas. Los sistemas de calefacción a los que se puede optar pueden ser: calefactor a parafina, pellet o gas.

Este programa constituye una medida estructural de los Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PDA) y es parte de la "Estrategia de Planes de Descontaminación Atmosférica 2014-2018"

3 Un Proyecto de Educación Ambiental aplicado a la enseñanza de la Calidad del Aire

La Ley N° 20.370, General de Educación, define la educación como el proceso de aprendizaje permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo espiritual, ético, moral, afectivo, intelectual, artístico y físico, mediante la transmisión y el cultivo de valores, conocimientos y destrezas.

A su vez, La Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, define a la educación ambiental como un proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio ambiente circundante.

La educación ambiental constituye un aporte para la formación del pensamiento crítico en los estudiantes y adultos, la puesta en valor del territorio local identificado como espacio de aprendizaje y apropiación cultural para pensar y reflexionar de manera global y actuar de manera local.

En nuestro sistema educacional actual, la educación ambiental no constituye una asignatura propiamente tal, sino que está formulada de manera transversal en los Objetivos Fundamentales de la formación de nuestros estudiantes. Los conocimientos de ecología y medio ambiente se incorporan en unidades de sectores de aprendizaje específicos como Ciencias Naturales, Biología y Química. No obstante, el sistema admite que la educación ambiental pueda ser incorporada en los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) y en los Proyectos Curriculares Institucionales (PCI), como parte de su quehacer formativo de los estudiantes. Cada establecimiento educacional constituye una comunidad educativa, que deja su impronta y define su sentido de pertenencia a través de su PEI, estableciendo la misión y la visión de futuro de la institución materializada en el ideal de formación de futuras personas y ciudadanos.

El proyecto de educación ambiental y calidad del aire que presentamos a continuación, se diseñó para ser incorporado en la planificación docente de establecimientos que declaren en su PEI, la preocupación por el medio ambiente. Y para aquellos que están en proceso de revisión y manifiesten interés por introducir esta temática en su futuro PEI. El proyecto diseñado se vincula directamente con los objetivos del Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE), el cual es coordinado por los Ministerios del Medio Ambiente y de Educación. Este tiene como propósito fomentar la incorporación de variables ambientales en los establecimientos educacionales en tres ámbitos: pedagógico, gestión escolar y la relación de la comunidad educativa con el entorno.

El SNCAE promueve la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación, promoción y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia nacional sobre la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental. El sistema otorga una certificación a los establecimientos que implementen metodologías y/o estrategias adecuadas a su entorno socioambiental, acreditación que se da en tres niveles: Básico, Medio y Excelencia. Pueden postular a él todos los establecimientos educacionales del país.

La aplicación de nuestro proyecto de educación ambiental y calidad del aire en los establecimientos pertenecientes al SNCAE, les permitiría mejorar los puntajes válidos para su evaluación y posterior

certificación, pudiendo así subir de nivel. Al respecto, cabe tener en cuenta que el SNCAE certifica a los establecimientos de acuerdo a una serie de contenidos vinculados con líneas de acción definidas para los tres ámbitos señalados. Como se aprecia en el cuadro siguiente, el proyecto que presentamos puede impactar la calificación en diversos aspectos.

Ámbitos	**Líneas de Acción**	**Contenido**
Curricular-Pedagógico	Integración Curricular	Estrategia de trabajo con objetivos de aprendizaje transversales
		Estrategia de trabajo de aula
		Actividades Complementarias
		Integración de la familia al proceso educativo
		Integración de contenidos de pertinencia socio-ambiental local
	Práctica pedagógica	Educación al aire libre
		Innovación pedagógica
Gestión	Gestión ambiental	Eficiencia energética
		Eficiencia hídrica
		Manejo sustentable de los residuos sólidos domiciliarios
		Producción vegetal sustentable y conservación de la biodiversidad
		Hermoseamiento del recinto
	Gestión escolar	Inclusión de la sustentabilidad ambiental en el PEI
		Comité ambiental
		Principios de responsabilidad ambiental
Relaciones con el entorno	Conexión con la realidad ambiental y comunitaria	Diagnóstico referencial socio-ambiental del entorno costruido y natural
		Red de contactos
	Acciones ambientales	Difusión ambiental y promoción de la sustentabilidad
		Obras de mejoramiento ambiental local

Nuestro proyecto de educación ambiental y calidad del aire, se basa en el desarrollo programado de un conjunto de actividades en el tiempo, orientadas a grupos curso que van desde los niveles de 6° básico hasta 2° medio. El objetivo central es que los estudiantes puedan comprender y actuar responsablemente respecto de la problemática de la calidad del aire, con sentidos de pertinencia en los distintos territorios del país y, de manera preferente, en aquellas localidades cuya problemática de contaminación atmosférica sea más riesgosa para la salud de sus habitantes y sus ecosistemas.

Nuestro proyecto se desarrolla en las salas de clases y más allá del aula, en los patios de la escuela y fuera de ellas, en entornos naturales o en el espacio público. Adopta un enfoque multidisciplinario y transversal, en el cual participan docentes de distintas asignaturas, en un trabajo que supone una eficaz coordinación tanto en su diseño y planificación, como en su ejecución y evaluación.

Las actividades que proponemos se relacionan con objetivos de aprendizaje y transversales para diversas asignaturas. Describen una serie de acciones que se sugieren a los educadores para

facilitar su planificación docente, la preparación de clases y las evaluaciones para la asignatura que imparten.

En la medida que las actividades se concatenen, y no sean meros proyectos individuales y de una sola asignatura, se debieran producir sinergias en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, en su acumulación de conocimiento y en su integración con el entorno.

El proyecto, como veremos, se puede desplegar a través de la siguiente secuencia de actividades,

Nombre de la Actividad	Asignatura	Nivel
Observando la calidad del aire desde nuestros cerros	Ciencias Naturales y Biología	6º Básico 7º Básico
Un record preocupante	Ciencias Naturales, Química y Física	6º Básico 7º Básico
Activando mi cuerpo y mi mente	Educación Física	6º Básico 7º Básico
Creamos un pulmón verde	Ciencias Naturales y Biología	6º Básico 7º Básico
¿Cómo y desde cuándo contaminamos el ambiente en que vivimos?	Historia, Geografía y Ciencias Sociales	7º Básico
Nos representamos la contaminación del aire	Matemáticas	8º Básico
Ways to control air pollution together!	Inglés	8º Básico
La polémica de los partidos de futbol y los asados a carbón	Historia, Geografía y Ciencias Sociales	8º Básico
¿Qué podemos hacer para ayudar a descontaminar el aire de nuestra ciudad?	Lenguaje y comunicación	2º Medio
¿Cómo se produce la lluvia ácida?	Química	2º Medio

El proyecto se acomoda más aún si el establecimiento también considera la preocupación por el medio ambiente como un eje transversal en sus planes de mejoramiento educativo (PME). Esto es muy relevante respecto de la potencial obtención de recursos para la implementación del proyecto.

En este sentido, cabe tener en cuenta los beneficios que ofrece la Ley N° 20.550, de Subvención Escolar Preferencial (SEP), que otorga financiamiento a los establecimientos del sector público y gran parte de los particulares subvencionados del país y que define los tipos de gasto que se pueden realizar con estos recursos.

Estos recursos deben orientarse a acciones contempladas en el Plan de Mejoramiento Educativo (PME) del establecimiento, pudiendo ser utilizados por los sostenedores y los equipos directivos para diferentes propósitos tales como:

- La contratación de nuevos docentes, psicopedagogos y asistentes de la educación;
- La contratación de profesionales para mejorar capacidades técnico pedagógicas y elaborar guiones metodológicos de uso del material educativo existente;

- La contratación de servicios externos de capacitación, asesoría, monitoreo y evaluación pertenecientes al Registro de Asistentes Técnicos Educativos (ATE)
- El incremento de remuneraciones e incentivos al desempeño
- El financiamiento de jornadas de trabajo y capacitación para docentes, padres y apoderados, equipo directivo
- La compra de textos, guías, videos, software, computadores, internet
- La implementación de bibliotecas escolares y de aula
- El financiamiento del transporte, las colaciones y otros costos asociados para asistir con los alumnos a actividades fuera del establecimiento.
- La adquisición de implementos deportivos, recreativos o musicales, el arriendo de espacios para actividades deportivas o culturales.
- La mantención de materiales, equipos y mobiliario.

En definitiva, el proyecto de educación ambiental y calidad del aire aquí propuesto genera incentivos a los establecimientos incorporados al SNCAE o interesados en certificarse; y podrá ser financiado en sus distintos componentes con los recursos provenientes de la Ley SEP, siempre y cuando este financiamiento esté asociado a su PME. Y, desde luego, cuando exista interés de parte de los sostenedores y la comunidad educativa en implementarlo.

Propuesta de Actividades asociadas al Proyecto

3.1. Desde nuestros cerros

Eje: Ciencias Naturales (Biología y Química).
Nivel: CN06 y CN07, 6° y 7° Básico.
Duración: Jornada completa.

Objetivos de aprendizaje (OA) relacionados:

OA 16; 6° Básico. Eje Ciencias de la Tierra y el Universo: Describir las características de las capas de la Tierra (atmósfera, litósfera e hidrósfera) que posibilitan el desarrollo de la vida y proveen recursos para el ser humano, y proponer medidas de protección de dichas capas.

OA 13; 7° Básico. Eje Química: Investigar experimentalmente y explicar el comportamiento de gases ideales en situaciones cotidianas, considerando: Factores como presión, volumen y temperatura. Las leyes que los modelan. La teoría cinético-molecular.

Objetivo de aprendizaje de habilidades (OAH):

OAH a; Identificar preguntas simples de carácter científico, que permitan realizar una investigación y formular una predicción de los resultados de ésta, fundamentándolos.

Objetivos de aprendizaje transversales (OAT):

OAT; Involucran en el ciclo de la Educación Básica, las distintas dimensiones del desarrollo -físico, afectivo, cognitivo, socio-cultural, moral y espiritual-, además de las actitudes frente al trabajo y al dominio de las tecnologías de la información y la comunicación. Bajo el marco del proyecto educativo, esta actividad propone integrar conocimientos y diversas habilidades en los estudiantes a través de una experiencia práctica y en contacto con el entorno.

Objetivos de aprendizaje de actitudes (OAA):

OAA A; Demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural.

OAA C; Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, desarrollando conductas de cuidado y protección del ambiente

.

Objetivos de aprendizaje de la actividad:

Definir y describir el fenómeno de la contaminación atmosférica, observando y caracterizando las capas de la Tierra (atmósfera, litósfera e hidrósfera) que posibilitan el desarrollo de la vida y proveen recursos para el ser humano. Y proponer medidas de protección de dichas capas.

Observar y formular preguntas. La observación es un aspecto fundamental para el aprendizaje de fenómenos e ideas en ciencias. Al observar, los estudiantes conocen y se plantean preguntas o problemas que los motivan a realizar una investigación científica. Se relaciona íntimamente con la curiosidad y el asombro de aprender de las ciencias naturales. Asimismo, basado en conocimientos científicos, el estudiante genera argumentos para poder plantear predicciones a las preguntas de investigación, e identifica y estudia las variables del problema.

Actividades de aprendizaje.	Recursos de aprendizaje
Antes de comenzar con esta actividad es importante que el docente solicite autorización a los padres e informe en qué consistirá la jornada, detallando los objetivos que se desean cumplir. Se debe informar a padres y estudiantes que para el día de la salida se recomienda usar ropa adecuada según condición climática: calzado o zapatillas con suela antideslizante, 1 litro de agua por persona, gorro y protector solar. Asimismo, se recomienda traer colación saludable, con preferencia frutas frescas y frutos secos, evitando el uso de bebidas gaseosas y comida chatarra. El docente comienza la clase informando a los estudiantes sobre la jornada que tendrá lugar en un cerro de la ciudad, que pueda ser recorrido por senderos pedestres seguros. Se recomienda invitar al profesor de educación física para complementar la caminata con diversos ejercicios de calentamiento y activación de la musculatura. El docente explica que la actividad tiene como propósito acercar a los estudiantes a los espacios naturales, generando conexión con su entorno, a través de una experiencia de apertura de los sentidos. También, despertar voluntades de aprender y explorar. Anuncia que durante la jornada tendrán la oportunidad de visualizar desde las alturas la contaminación de su ciudad. En clase el docente explica el concepto de inversión térmica y los factores que influyen para que éste fenómeno ocurra. Por ejemplo, en una ciudad ubicada en una cuenca con muy poca ventilación como Santiago, se puede observar la capa de smog claramente en otoño o invierno. Durante el transcurso del día se puede visualizar que la capa de smog concentrada no puede elevarse debido a que el aire es más frío y denso en la parte inferior cercana al suelo por tanto, el smog queda atrapado cerca de éste. Se debe puntualizar que este fenómeno ocurre especialmente en invierno. Con la llegada al cerro, se darán las recomendaciones previas antes de iniciar la marcha, tales como; caminar en hilera, apagar teléfonos y aparatos tecnológicos, respetar el entorno, animales y plantas, no botar basura y caminar en silencio. Una vez entregada las indicaciones se realizará un pequeño ejercicio de elongación para activar la musculatura y evitar accidentes. Luego el profesor de educación física, a través de una secuencia de ejercicios, activa cada una de las extremidades del cuerpo a modo de evitar lesiones durante el trascurso de la caminata. El calentamiento y activación de musculatura no debe durar más de 10 minutos. Comienzan la jornada utilizando el senderismo como herramienta para generar condiciones de percepción y conexión de los estudiantes con el entorno, facilitando así el desarrollo posterior de la actividad de percepción de la contaminación de su ciudad potenciando una relación más responsable de los jóvenes con el medio ambiente, a través de la observación del medio que los rodea. Durante la caminata se potenciará el aprendizaje y descubrimiento que radica en el contacto directo que niños y niñas tendrán con el entorno, a través de la experiencia de sus sentidos vitales, del tacto, el movimiento y el equilibrio, que favorecerán considerablemente las redes y conexiones internas de cada alumno.	Cuaderno Lápiz Paleógrafo y plumones

Se conducirá la caminata hasta llegar a un gran mirador, de tal manera que puedan observar el paisaje y reconocer los aspectos más notorios que existen respecto de sus ciudades o barrios. En base a eso se irán generando reflexiones. Luego el docente invita a visualizar el fenómeno de la inversión térmica explicado en el aula y la contaminación atmosférica que se presenta en la zona observada. Finalmente se realiza una dinámica dividiendo el grupo en 2, donde cada grupo con la ayuda de un paleógrafo y plumones va escribiendo aspectos que les parece interesante de analizar de acuerdo a lo observado. Una vez terminado el ejercicio escrito, se reúne todo el curso para compartir opiniones y sacar conclusiones de la jornada. La idea es focalizar la discusión en las responsabilidades que tenemos los ciudadanos en la generación del problema, así como cuestionar algunas de nuestras prácticas habituales.	

Evaluación:

Se sugiere evaluar si el estudiante:

- Valora las salidas a entornos naturales y fuera del aula.
- Participa en diálogos y reflexiones colectivas.
- Comprende e identifica el fenómeno de inversión térmica y su relación con la contaminación atmosférica.
- Respeta el entorno natural visitado.

3.2. Un récord preocupante.

Eje: Asignatura: Ciencias Naturales.
Nivel: CN06, 6° Básico.
Cruce curricular con la unidad 1 de 6° Básico: Las capas de la tierra y los distintos tipos de suelo. Las relaciones de interdependencia entre los seres vivos y el suelo en que habitan. La fotosíntesis. (48 horas)
Duración de la actividad: 8 - 10 horas.

Objetivos de aprendizaje (OA) relacionados:

CN06; OA 03: Analizar los efectos de la actividad humana sobre las redes alimentarias.

CN06; OA 16: Describir las características de las capas de la Tierra (atmósfera, litósfera e hidrósfera) que posibilitan el desarrollo de la vida y proveen recursos para el ser humano, y proponer medidas de protección de dichas capas.

Objetivos de aprendizaje habilidades (OAH):

Habilidades y procesos de investigación científica: observar y plantear preguntas, procesar y analizar la evidencia, evaluar y comunicar.

Objetivo de aprendizaje transversales (OAT):

Este eje trata sobre la Tierra, su composición y los cambios que ocurren en ella y cómo estos afectan a su superficie. En este marco, se espera que los alumnos conozcan el tiempo atmosférico, las capas de la Tierra y sus movimientos, y que sean capaces de relacionarlos a través del análisis de una situación cotidiana.

A partir del análisis de una pregunta contingente se busca potenciar las actitudes, en términos de posturas personales, frente a objetos, ideas o personas, que propician determinados tipos de comportamientos o acciones.

Objetivos de aprendizaje de actitudes (OAA):

OAA A: Demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural.

OAA B: Manifestar un estilo de trabajo riguroso y perseverante para lograr los aprendizajes de la asignatura.

OAA C: Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, desarrollando conductas de cuidado y protección del ambiente.

OAA E: Manifestar compromiso con un estilo de vida saludable a través del desarrollo físico y el autocuidado.

Objetivos de aprendizaje de la actividad:

Identificar preguntas simples de carácter científico, que permitan realizar una investigación y formular una predicción de los resultados de ésta, fundamentándolos.

Clasificar fuentes de emisión de contaminantes del aire, en primarias y secundarias.

Relacionar contaminantes del aire con las fuentes de emisión que los producen.

Reconocer la posible existencia de contaminantes del aire en su comunidad.

Valorar la importancia del conocimiento para desarrollar conductas de cuidado y protección del medio ambiente.

Actividades de aprendizaje Horas pedagógicas: 8 – 10 horas	Recursos de aprendizaje.
El docente: Pregunta a los estudiantes si están de acuerdo con la siguiente idea: *"Si los principales emisiones de contaminación del aire en una ciudad son las fuentes móviles que funcionan a combustión interna de derivados del petróleo, los sistemas de refrigeración y calefacción por calderas, la producción industrial y quema de basura ilegal, uno podría postular que mientras más grande es la ciudad, mayor es la contaminación atmosférica", y luego…* Presenta el titular comunicado por el diario virtual El Mostrador el 13 de mayo 2016: ***"Chile líder en contaminación: informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) nombra a Coyhaique como la ciudad con más polución en el aire de Latinoamérica,*** con los niveles más altos de partículas finas de suspensión en el aire", y pregunta a los estudiantes: ¿Por qué creen que el aire está tan contaminado en Coyhaique si la población actual es de aproximadamente 63.000 habitantes, cifra que está muy por debajo de las principales ciudades de Chile? Muestra fotografías de fuentes de emisión de contaminantes. Explica las fuentes de emisión primaria y secundaria. Enumera principales contaminantes relacionados con las fuentes de emisión.	Imágenes de la presente guía: fuentes de emisión de contaminantes y listado de contaminantes de la atmósfera. Sus orígenes y efectos en la salud y medio ambiente. Encuesta sobre fuentes de contaminación para ser aplicada en la comunidad, elaborada por los estudiantes.
Los estudiantes: Investigan a través de diversas fuentes de información: ¿Qué son estas partículas finas relacionadas con la contaminación del aire en Coyhaique? ¿Cuáles son las fuentes de emisión de estas partículas finas? ¿Qué otros contaminantes producen esas fuentes de emisión? ¿Qué alteraciones o enfermedades producen en el ser humano? Investigan en su comunidad a través de una encuesta breve ¿Qué fuentes de emisión de contaminantes del aire se pueden identificar en su ciudad o comuna? ¿Qué contaminantes conocen los encuestados? ¿Si saben los efectos sobre la salud humana y los ecosistemas? Explican a través de dibujos y diagramas, el ingreso de los contaminantes del aire a través del sistema respiratorio, su distribución por el sistema circulatorio hacia órganos como el cerebro (sistema nervioso). Organizan la información recabada en una tabla intencionada para la reflexión (ver modelo de tabla). Comunican el resultado de su indagación a través de póster y elaboran propuestas para reducir las emisiones de contaminantes del aire identificado. Por ejemplo; frente al uso de leña húmeda por la comunidad.	Selección de sitios webs por parte del docente. Lápices Cuaderno Plumones Papel Kraft Cartulinas

Modelo de tabla de organización de información:

Fuente de emisión primaria en mi ciudad:	Contaminante relacionado con la fuente de emisión:	Efecto en mi salud y la de mi comunidad:	Soluciones que se proponen para reducir las emisiones:
1.			
2.			
3.			
Fuente de emisión secundaria en mi ciudad:	Contaminante relacionado con la fuente de emisión:	Efecto en mi salud y la de mi comunidad:	Soluciones que se proponen para reducir las emisiones:
1.			
2.			
3.			

Evaluación:

Se sugiere evaluar si el estudiante:

- Diferencia fuentes de emisión primaria y secundaria.
- Relaciona las fuentes de emisión con el contaminante que produce.
- Propone soluciones para reducir las emisiones identificadas en su entorno o comunidad.

Antecedentes para docentes:

El primer capítulo de la presente *"Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental"*.

Bibliografía de consulta:

- Raúl G. E. **Morales** (Editor). 2006. Contaminación atmosférica urbana. Episodios críticos de contaminación ambiental en la ciudad de Santiago. Primera edición. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 327 pp.
- Juan **Grau**. 2003. Contaminación del Aire y Ruido. Análisis y soluciones de las contaminaciones de la Atmósfera, acústica, visual, electromagnética, olfativa y radioactiva. Ediciones Oikos Ltda. Tercera edición. Santiago. Chile. 256 pp.
- Bernard J. **Nebel** y Richard T. Wright. 1999. Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Pearson Prentice Hall Hispanoamericana S. A. Sexta Edición. México. 720 pp.

3.3. Activando mi mente y mi cuerpo

Eje: Educación Física.
Nivel: 6° y 7° Básico.
Duración de la actividad: 2 horas.

Objetivo de aprendizaje (OA) relacionado:

OA11; Practicar actividades físicas y/o deportivas, demostrando comportamientos seguros y un manejo adecuado de los materiales y los procedimientos, como: realizar un calentamiento específico individual o grupal; usar ropa adecuada para la actividad; cuidar sus pertenencias; manipular de forma segura los implementos y las instalaciones.

Objetivos de aprendizaje de habilidades (OAH):

Aplicar, combinar y ajustar las habilidades motrices específicas de locomoción, manipulación y estabilidad.

Desarrollar la resistencia cardiovascular, la fuerza muscular, la velocidad y la flexibilidad para alcanzar una condición física saludable, considerando: Frecuencia. Intensidad. Tiempo de duración. Tipo de ejercicio (correr, andar en bicicleta, realizar trabajo de fuerza, ejercicios de flexibilidad, entre otros).

Objetivos de aprendizaje de actitudes (OAA):

OAA B; Demostrar disposición a mejorar su condición física e interés por practicar actividad física de forma regular.

OAA D; Demostrar disposición a participar de manera activa en la clase.

OAA H; Demostrar disposición al esfuerzo personal, superación y perseverancia.

OAA A; Valorar los efectos positivos de la práctica regular de actividad física en la salud.

OAA B; Demostrar disposición a mejorar su condición física e interés por practicar actividad física de forma regular.

OAA C; Demostrar confianza en sí mismos al practicar actividad física.

OAA E; Promover la participación equitativa de hombres y mujeres en toda actividad física y deporte.

OAA F; Respetar la diversidad física de las personas, sin discriminar por características como altura, peso, color de piel o pelo, etc.

Objetivos de aprendizaje transversales (OAT):

Se pretende que desarrollen resistencia, fuerza, flexibilidad y velocidad, las que tendrán efectos positivos en su condición física. También, que practiquen actividad física de forma segura y responsable, involucrando hábitos de higiene, posturas corporales correctas, uso de ropa adecuada e hidratación..

Se espera que resuelvan en forma autónoma problemas de tiempo y espacio en las actividades deportivas.

Objetivos de aprendizaje de la actividad:

Ofrecer una respuesta alternativa a las necesidades educativas de los estudiantes y de los profesores en días de altos índices de contaminación atmosférica, para los que se recomienda no realizar ejercicios físicos al aire libre.

Con esta práctica no sólo se buscar ejercitar el cuerpo si no que también ayuda a remediar situaciones de estrés y conflictos entre compañeros, propender a relaciones personales respetuosas, que contribuyan a mejorar la convivencia escolar y el autoconocimiento.

Los adolescentes que se sienten abrumados por las presiones de este tipo pueden sufrir problemas de autoestima y estrés. El yoga puede ser una herramienta fundamental para mejorar la autoimagen y la confianza en sí mismos, proporcionándoles una gran cantidad de beneficios que se describen a continuación:

- Tonifica, estimula y rejuvenece todos los músculos y nervios del cuerpo estirándolos y revitalizándolos.
- Dota de flexibilidad a las articulaciones de las piernas y favorece el riego sanguíneo.
- Aumenta la capacidad de resistencia de todo el organismo tonificando todos los órganos internos.
- Aumenta la autoestima.
- Elimina la tensión.

Actividades de aprendizaje **Horas pedagógicas:** 2 horas	Recursos de aprendizaje
El docente: Explica a los alumnos por qué no se debe realizar deporte fuera del aula en días donde los índices de contaminación son elevados, informando que el aire que respiramos está compuesto por un 20% de oxígeno y un 80% de otros gases (entre ellos, los que resultan dañinos, producto de la contaminación). Para funcionar, los pulmones deben filtrar el aire y rescatar el oxígeno. Dado que al hacer ejercicios el cuerpo requiere más oxígeno, los pulmones deben filtrar más cantidad de aire por minuto. Si ese aire contiene contaminantes, la acumulación de toxinas en este filtro es mayor, por lo que el pulmón se ensucia más rápido y las acumula. Por lo tanto, practicar deporte en días de alerta ambiental es como llenar un auto con bencina sucia.	Fotografías de días con altos índices de contaminación.
Con este panorama ¿debemos renunciar a una vida deportiva hasta que se arregle el aire? No. Basta con tomar precauciones. Entre ellas, escoger una hora del día con menor presencia de contaminantes en el sector o seleccionar una rutina de ejercicios más pasiva, como el yoga, pilates o la meditación. El objetivo es evitar agitarse demasiado. Sin embargo, hay que tener presente que la contaminación del aire puede afectar aun cuando estás en un gimnasio.	Power point para exponer material de apoyo explicativo.
Se abre el espacio a la reflexión colectiva, de esta manera los estudiantes puedan exponer sus puntos de vista y compartirlos a sus compañeros.	Ropa cómoda, zapatillas y medio litro de agua por estudiante.
En la siguiente hora de clase el docente invita a practicar ejercicios pasivos dentro del aula, despejando la sala de tal manera que todos formen un circulo siguiendo el siguiente protocolo:	
Ejercicio de relajación y calentamiento: Seleccionando algunos ejercicios de la práctica de yoga, se invita a los estudiantes a sentarse con las piernas cruzadas, para que luego cierren los ojos y comiencen a respirar de forma lenta y controlada, tomando conciencia cada vez más del acto de respirar, dejando que los pensamientos pasen sin involucrarse con ellos ni con ninguna emoción, de esta manera comenzaran lentamente a relajarse. 10 minutos.	Radio para música de relajación mientras se ejerce la practica
Luego el docente pide a los estudiantes que tomen conciencia de cada una de las partes de su cuerpo. Con la mente, recorren la frente, el cuello, los hombros, hasta llegar a los pies, sintiendo, tensando y aflojando cada parte. 10 minutos dedicados a este simple ejercicio serán suficientes para comenzar a realizar el ejercicio físico propuesto.	

Ejercicio físico, saludo al Sol:

El docente invita a los estudiantes a:

Ponerse de pie, con los pies y las piernas juntas, la columna estirada y relajada. Inhalar profundamente y exhalar llevando las palmas de las manos juntas frente al pecho.

Inhalar y subir los brazos estirados. Doblar ligeramente la parte superior del tronco hacia atrás, con el cuello relajado y empujando el pubis hacia delante, mientras mantienen las piernas estiradas.

Exhalar y doblarse hacia adelante, con la espalda totalmente recta, el pubis hacia atrás y la cabeza entre los brazos hasta que los dedos de las manos toquen el suelo (si no se llega, flexionar las rodillas). A continuación, hay que intentar tocar las rodillas con la frente, pero sin forzar y manteniendo las piernas rectas. En esta posición, contraer el abdomen para expulsar todo el aire, mientras dirigimos la mirada al ombligo.

Inhalar y estirar la pierna derecha hacia atrás, apoyando la rodilla y su empeine en el suelo, con los brazos bien estirados, las manos planas en el suelo alineadas con el pie delantero (izquierdo), con la pierna izquierda flexionada presionando el muslo contra el estómago y el pecho. Al final del movimiento, el peso del cuerpo descansa en las dos manos, el pie izquierdo y la rodilla derecha.

Retener el aliento, enderezar la pierna derecha y colocar las dos piernas juntas, con las manos planas en el suelo y los brazos estirados. Levantar las caderas y bajar la cabeza para formar una V invertida.

Exhalar y flexionar los brazos lentamente, con los codos muy pegados a los costados. Apoyar en el suelo primero las rodillas, luego el pecho y finalmente la barbilla de tal forma que, al final de la postura, sólo tocan el suelo la punta de los pies, las rodillas, el pecho, las manos y la barbilla. Las caderas y el abdomen quedan ligeramente levantados del suelo.

Inhalar y levantar el cuerpo desde la cintura estirando los brazos que siguen con los codos flexionados junto a los costados, con las manos presionando el suelo y alineadas con los hombros, las nalgas contraídas y los hombros hacia abajo.

Repetir esta serie 7 veces.

Fotografías de días con altos índices de contaminación.

Power point para exponer material de apoyo explicativo.

Ropa cómoda, zapatillas y medio litro de agua por estudiante.

Radio para música de relajación mientras se ejerce la practica

Evaluación: Se recomienda una autoevaluación por parte de los estudiantes

Antecedentes para el docente

- http://www.estudiodeyoga.es/EstudiodeYoga/Curso_Yoga_files/tonigarcia.pdf
- http://media.axon.es/pdf/78790.pdf
- http://yogaesmas.com/ebook-yoga-para-principiantes/Yoga-para-principiantes.pdf
- http://www.meds.cl/noticias-y-actualidad/detalle/la-practica-deportiva-con-contaminacion-ambiental
- http://www.edufi.ucr.ac.cr/pdf/trans/Contaminaci%F3n%20y%20ejercicio.pdf

3.4. Creamos un pulmón verde

Eje: Ciencias Naturales.
Nivel: 6° básico.
Unidad 1: Las capas de la Tierra y los distintos tipos de suelo. Las relaciones de interdependencia entre los seres vivos y el suelo en que habitan. La fotosíntesis. (48 horas pedagógicas).

Asimismo, puede relacionarse con la unidad 1 de 7° básico (Biología).

Duración de la actividad: 10 horas.

Propósito:

La actividad se relaciona curricularmente con el propósito de la unidad 1 de sexto básico, en lo referente a propender a que los estudiantes comprendan que entre los seres vivos existen relaciones de interdependencia con el suelo en el hábitat terrestre; y que los organismos fotosintetizadores como plantas, algas y microorganismos, aportan energía a otros seres vivos que participan en el mismo ecosistema. La idea es poner en valor el rol fundamental del proceso de la fotosíntesis en las cadenas alimentarias y redes tróficas.

Conocimientos previos:

- Estados físicos de la materia.
- Características y localización de la corteza, manto y núcleo terrestre.
- Distribución del agua en la Tierra.
- Componentes del hábitat que hacen posible el desarrollo de la vida.
- Relaciones simples entre diversos organismos de un hábitat en aspectos como la alimentación (cadena alimentaria).

Objetivos de aprendizaje (OA) relacionados:

CN06 OA 01: Explicar, a partir de una investigación experimental, los requerimientos de agua, dióxido de carbono y energía lumínica para la producción de azúcar y liberación de oxígeno en la fotosíntesis, comunicando sus resultados y los aportes de científicos en este campo a través del tiempo.

CN06 OA 02: Representar, por medio de modelos, la transferencia de energía y materia desde los organismos fotosintéticos a otros seres vivos por medio de cadenas y redes alimentarias en diferentes ecosistemas.

CN06 OA 03: Analizar los efectos de la actividad humana sobre las redes alimentarias.

CN06 OA 16: Describir las características de las capas de la Tierra (atmósfera, litósfera e hidrósfera) que posibilitan el desarrollo de la vida y proveen recursos para el ser humano, y proponer medidas de protección de dichas capas.

CN06 OA 17: Investigar experimentalmente la formación del suelo, sus propiedades (como color, textura y capacidad de retención de agua) y la importancia de protegerlo de la contaminación, comunicando sus resultados.

CN06 OA 18: Explicar las consecuencias de la erosión sobre la superficie de la Tierra, identificando los agentes que la provocan, como el viento, el agua y las actividades humanas.

Objetivos de aprendizaje de habilidades (OAH) relacionados:

CN06 OAH a: Identificar preguntas simples de carácter científico, que permitan realizar una investigación y formular una predicción de los resultados de ésta, fundamentándolos.

CN06 OAH b: Planificar y llevar a cabo investigaciones experimentales y no experimentales de manera independiente: en base a una pregunta formulada por ellos u otros; identificando variables que se mantienen, que se cambian y que dan resultado en una investigación experimental; trabajando de forma individual o colaborativa; obteniendo información sobre el tema en estudio a partir de diversas fuentes y aplicando estrategias para organizar y comunicar la información.

CN06 OAH c: Medir y registrar datos en forma precisa con instrumentos de medición, especificando las unidades de medida, identificando patrones simples y usando las TIC cuando corresponda.

CN06 OAH d: Seleccionar materiales e instrumentos, usándolos de manera segura y adecuada identificando los riesgos potenciales.

CN06 OAH e: Formular explicaciones razonables y conclusiones a partir de la comparación entre los resultados obtenidos en la experimentación y sus predicciones.

CN06 OAH f: Comunicar y representar evidencias y conclusiones de una investigación, utilizando modelos, presentaciones, TIC, informes, entre otros.

CN06 OAH g: Reflexionar, comunicar y proponer mejoras en sus investigaciones, identificando errores y aspectos a mejorar en sus procedimientos.

Objetivos de aprendizaje transversales (OAT):

Este eje trata sobre la Tierra, su composición y los cambios que ocurren en ella y cómo estos afectan a su superficie. En este marco, se espera que los alumnos conozcan el tiempo atmosférico, las capas de la Tierra y sus movimientos, y que sean capaces de relacionarlos a través del análisis de una situación cotidiana.

A partir del análisis de una pregunta contingente se busca potenciar las actitudes, en términos de posturas personales, frente a objetos, ideas o personas, que propician determinados tipos de comportamiento o acciones.

Objetivos de aprendizaje de actitudes (OAA):

CN06 OAA A: Demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural.

CN06 OAA B: Manifestar un estilo de trabajo riguroso y perseverante para lograr los aprendizajes de la actividad (asignatura).

CN06 OAA C: Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, desarrollando conductas de cuidado y protección del ambiente.

Objetivos de aprendizaje de la actividad:

Se sugiere evaluar si el estudiante:

- Selecciona información teórica y práctica sobre los tipos de cultivo para árboles nativos necesarias para implementar un proyecto de siembra y mantención de las especies en su comunidad escolar.
- Desarrolla metodología para el cultivo de especies vegetales nativas y planificar las actividades de siembra.

- Planifica y desarrolla un proyecto de continuidad de la siembra y mantención de especies nativas en el establecimiento escolar y en su entorno comunitario.
- Valora la importancia de los árboles, otros vegetales y microrganismos como productores de oxígeno y reguladores de nuestro ecosistema.
- Valora la vegetación nativa y en particular los árboles como parte de la naturaleza y beneficios para todos los seres vivos.
- Valora la importancia de cultivar árboles nativos en nuestras ciudades,y su contribución a la mejora en la calidad del aire.

Actividades de aprendizaje Horas pedagógicas: 10 horas (total aproximado)	Recursos de aprendizaje
El docente: Expone fotografías de daños ambientales por actividades humanas como el uso de vegetación nativa para actividades de subsistencia o la tala industrial de bosques nativos e introducidos, contrastando con fotografías de la construcción de parques urbanos, utilizando el ejemplo de la transformación del cerro San Cristóbal en Santiago en 1917.. Explica la relevancia que tienen los bosques y las selvas en el equilibrio de los ecosistemas locales y planetarios. Explica la importancia de preservar aquellas especies que son nativas, considerando la tendencia a la deforestación y la fragmentación de hábitats en Chile y el mundo en las últimas décadas. Realiza una breve lectura: *"Aunque en 1870, Benjamín Vicuña Mackenna había señalado la posibilidad de convertir el cerro San Cristóbal en un gran pulmón para la ciudad de Santiago, esta tarea recién se vino a concretar desde 1916 en adelante. Esto debido a que el cerro, en sus orígenes, era un terreno muy árido, en el que funcionaban canteras de las que sacaron piedras para la construcción del Puente Cal y Canto y el Palacio de La Moneda. En 1916 Alberto Mackenna y el senador Pedro Bannen dirigieron una campaña destinada a lograr la adquisición de los terrenos. Así, el 28 de Septiembre de 1917 se promulgó la Ley Nº 3295 a través de la cual se expropió el cerro a privados y se destinó a la formación de un gran parque público. En 1921 se inició un programa de forestación y la construcción de canales de regadíos y caminos. Tres años más tarde, se inauguró el funicular con la presencia del presidente de la República Arturo Alessandri y en 1931, el zoológico de Santiago. Durante la década de los sesenta se continuó con el desarrollo del cerro como parque público, con la construcción de la piscina Tupahue y la Plaza México. Hoy, es conocido como el Parque Metropolitano de Santiago y con 722 hectáreas de extensión, es uno de los parques urbanos más grande del mundo".* Fuente: "Cerro San Cristóbal" **http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-95160.html**	Fotografías de localidades antes y después de la tala de bosques (de la región o ciudad considerada). Fotografías del Cerro San Cristóbal antes y después de su transformación en el Parque Metropolitano de Santiago. Si existe caso en su región o ciudad, utilizar fotografías históricas recopiladas de su comunidad. Texto breve de la historia de la creación del Parque Metropolitano de Santiago. Proyector multimedia (Data show) Cuaderno Lápices

El docente consulta a los estudiantes si se podría realizar un proyecto a escala de la comunidad escolar. Y qué se necesitaría para planificar una mejora de la calidad del entorno y desarrollarla en el tiempo.

Luego, invita a la reflexión colectiva respecto a la creación de parques y jardines urbanos, promoviendo la siembra y cuidado de árboles nativos.

Finalmente, explica la importancia que tendría para la comunidad escolar o sus alrededores la siembra y cultivo de árboles nativos para mejorar la calidad del aire y el desarrollo de la comunidad.

Los estudiantes:

Recopilan información sobre:

¿Qué es un árbol?

¿Qué es un árbol nativo y uno introducido?

¿Cuáles son las partes de un árbol?

¿Cuál es la sección del árbol relacionada con la fotosíntesis?

¿Qué es la fotosíntesis?

¿Cuáles son los productos de la fotosíntesis?

¿Cuáles son los requerimientos y factores para que un vegetal pueda realizar de forma óptima la fotosíntesis?

Necesidades y cuidados de un árbol o un conjunto de árboles en un jardín

¿Cómo y cuándo se planta un árbol nativo?

Las diferentes actividades económicas que han causado y causan daños al paisaje arbolado y a la calidad del aire del entorno.

Las consecuencias negativas de la sobreexplotación de recursos naturales (tala de bosques nativos) y producción de bosques de especies introducidas para la actividad forestal.

Reflexionan y comunican sus opiniones sobre la relación entre personas y árboles, como partes de un ecosistema. Y la importancia de crear un pequeño bosque en el establecimiento, para que lo puedan disfrutar sus actuales y futuros estudiantes.

Taller: Cultivo de árboles nativos como nuevo pulmón verde

Los estudiantes:

Producen una bitácora de sus actividades siguiendo indicaciones y procedimientos (ver orientaciones agroecológicas).

Siembran y mantienen cultivos de árboles nativos.

Seleccionan especies nativas para producir un pequeño pulmón verde en la comunidad.

Rúbrica para evaluar investigación experimental (modificada para la actividad)

Bitácora y fichas con los apuntes sobre la tipos de cultivo y métodos de siembra recopilados por los estudiantes sobre:

- Tipo de siembra
- Mezcla de sustrato
- Llenado de bolsa.
- Distanciamiento de siembra.
- Profundidad de la semilla.
- Forma de riego.
- Cuidados posteriores (exposición de sol, frecuencia de riego)
- Tiempo de germinación.

Materiales de vivero

Orientación Agroecológica para el docente:

Se entrega información básica para las actividades prácticas en cuanto a materiales y metodologías agroecológicas para un vivero.

Materiales:

- Bolsa de vivero de 15 x 15.
- Una bolsa de tierra de hoja y humus como fertilizante natural.
- Guantes de vivero.
- Semilla de árbol nativo de acuerdo a la época y estación del año (en primavera se recomienda quillay, hualo, peumo)
- Regadera pequeña de jardín.
- Pala pequeña de jardín.
- Sustratos tierra de hoja y humus.

Metodología:

Se mezcla en el interior de una bolsa de vivero hasta llenarla por completo dos tipos de sustratos: 50% tierra de hoja y 50% de humus.

Luego, de manera delicada se toman dos semillas del árbol nativo y se introducen a una profundidad de 2 a 3 veces el tamaño de la semilla, a una distancia de 1 centímetro entre una y otra.

Se riega a modo de lluvia hasta humedecer toda la superficie de tierra.

Se explica a los estudiantes los cuidados posteriores que debe tener cada uno con su siembra: riego diario la primera semana y luego día por medio hasta el tercer mes.

Se explica que pasados tres meses deben plantar el árbol germinado en un sector del establecimiento o en los alrededores de este, para su trasplante final.

Para ello se debe considerar el siguiente método:

Incorporar agua en la bolsa para que continúe compactada la tierra en las raíces. Esto debe hacerse una noche antes.

Una vez seleccionado el sector de trasplante, debe considerarse que el tamaño del hueco que se hará en la tierra, debe ser al doble en ancho y hondo con respecto a la bolsa. Por ejemplo, si el árbol se encuentra dentro de una bolsa de 15 centímetros de diámetro por 20 de altura, entonces deberá cavar un hueco de 30 centímetros de ancho por 40 centímetros de profundidad.

Cuando está listo el hueco para plantar el árbol, deberá cuidadosamente cortar la bolsa que contiene al árbol, y evitar romper el pan de tierra que contiene a las raíces.

Se procede a plantar el árbol y se vigila que el cuello de la raíz (zona donde ésta se une al tallo) no quede enterrado sino a ras de suelo. Si adicionan tierra mejorada o abono (sugerimos orgánico), éste debe ponerse en la base del hoyo antes de plantar el árbol, formando una franje de 5 a 10 centímetros..

Procurar que el árbol quede recto. Se recomienda colocar un tutor a fin de protegerlo, ayudando a que crezca verticalmente. Para esto basta con enterrar entre una y tres estacas, dependiendo del tamaño del árbol, las que se recomienda atarlas a este con cintas bien ajustadas.

Completar el hueco con el árbol ubicado en la tierra. Es necesario que el sustrato que servirá para rellenar esté totalmente libre de basura o piedras. Si tiene tierra en forma de terrón deberá romperse previamente.

Con el pie o el mango de la pala compactar suevamente la tierra recién incorporada y realizar una olla alrededor que permita la retención de agua de lluvia o riego.

Aplicar un riego abundante.

Recordar regarlo periódicamente durante el primer año, especialmente en temporada de verano, eliminando las malezas generadas por la humedad en su entorno.

Evaluación:

Se sugiere evaluar si el estudiante:

- Identifica los elementos bióticos y abióticos que integran un ecosistema.
- Reconoce la función de los árboles como consumidores de dióxido de carbono y productores de oxígeno.
- Desarrolla formas de cultivo y métodos de siembra.
- Comunica sus ideas y opiniones sobre la interacción entre los factores que influyen en el ecosistema.
- Valora la importancia del cultivo de especies nativas.
- Asume responsabilidades e interactúa en forma colaborativa y flexible en los trabajos en equipo, aportando y enriqueciendo el trabajo común.
- Reconoce la importancia de seguir normas y procedimientos para llevar a cabo la experiencia.
- Manifiesta interés en aportar al desarrollo posterior del proyecto de cultivo de árboles nativos.

Antecedentes para el docente:

- Memoria Chilena. Cerro San Cristóbal.

  http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-95160.html

3.5. ¿Cómo y desde cuándo contaminamos el ambiente en que vivimos?

Sector: Historia, Geografía y Ciencias Sociales
Nivel: 7° básico. Eje temático: Ser humano y medio.

Cruce curricular con la unidad 1: Complejización de las primeras sociedades: de la hominización al surgimiento de las civilizaciones (36 horas).

Duración de la actividad: 8 -10 horas.

Objetivos de aprendizaje (OA) relacionados:

OA 21: Reconocer procesos de adaptación y transformación que se derivan de la relación entre el ser humano y el medio, e identificar factores que inciden en el asentamiento de las sociedades humanas (por ejemplo, disponibilidad de recursos, cercanía a zonas fértiles, fragilidad del medio ante la acción humana, o la vulnerabilidad de la población ante las amenazas del entorno).

OA 22: Reconocer y explicar formas en que la acción humana genera impactos en el medio y formas en las que el medio afecta a la población, y evaluar distintas medidas para propiciar efectos positivos y mitigar efectos negativos sobre ambos.

OA 23: Investigar sobre problemáticas medioambientales relacionadas con fenómenos como el calentamiento global, los recursos energéticos, la sobrepoblación, entre otros, y analizar y evaluar su impacto a escala local.

Objetivos de aprendizaje de habilidades (OAH):

Pensamiento temporal y espacial: analizar elementos de continuidad y cambio.

Análisis y trabajo con fuentes de información: seleccionar fuentes de información según confiabilidad, relación con el tema y el tipo de información.

Aplicar habilidades de pensamiento crítico: Formular preguntas significativas e inferencias, fundamentar opiniones, comparar puntos de vista, evaluar alternativas de solución, establecer relaciones de multicausalidad.

Comunicación: Participar en conversaciones grupales y debates. Comunicar los resultados de sus investigaciones de forma oral, escrita y por otros medios.

Objetivos de aprendizaje transversales (OAT):

Que comprendan diversos ambientes naturales existentes en nuestro país, con énfasis en que los estudiantes reconozcan las oportunidades y dificultades que estos pueden presentar y las formas en que han podido ser aprovechados y superados por las personas.

Finalmente, se espera que los estudiantes tomen conciencia de los desastres naturales que han afectado a Chile, a nivel nacional y regional, a lo largo de su historia, y que comprendan la influencia que esto ha tenido en el desarrollo del país en distintos aspectos.

En esta unidad se privilegia el uso de mapas, imágenes, medios audiovisuales y de información estadística sencilla para ilustrar y comunicar los fenómenos estudiados.

Objetivos de aprendizaje de actitudes (OAA):

OA G: Demostrar interés por conocer el pasado de la humanidad y el de su propia cultura, y valorar el conocimiento histórico como una forma de comprender el presente y desarrollar lazos de pertenencia con la sociedad en sus múltiples dimensiones (familia, localidad, región, país, humanidad, etc.).

OA H: Desarrollar actitudes favorables a la protección del medioambiente, demostrando conciencia de su importancia para la vida en el planeta y una actitud propositiva ante la necesidad de lograr un desarrollo sustentable.

Objetivo de aprendizaje de actitudes (OAA): Ciencias Naturales

Mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, disfrutando del crecimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad.

Esforzarse y perseverar en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden.

Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.

Manifestar una actitud de pensamiento crítico, buscando rigurosidad y replicabilidad de las evidencias para sustentar las respuestas, las soluciones o las hipótesis.

Usar de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de evidencias, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y la privacidad de las personas.

Demostrar valoración y cuidado por la salud y la integridad de las personas, evitando conductas de riesgo, considerando medidas de seguridad y tomando conciencia de las implicancias éticas de los avances científicos y tecnológicos.

Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, y manifestar conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos en favor del desarrollo sustentable y la protección del ambiente.

Demostrar valoración e interés por los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico y reconocer que desde siempre los seres humanos han intentado comprender el mundo.

Objetivos de aprendizaje de la actividad:

Se sugiere evaluar si el estudiante:

- Identifica causas y consecuencias de la contaminación atmosférica.
- Reconoce y valora la investigación científica para encontrar soluciones a la contaminación del aire.
- Describe los cambios del entorno natural en la actualidad en su ciudad y región.
- Propone cambios de actitudes individuales y sociales para mejorar la calidad de vida en su comunidad.
- Identifica la diversificación del uso de recursos naturales durante la historia humana.
- Reflexiona sobre: ¿Desde cuándo es que contaminamos el ambiente en que vivimos?

Actividades de aprendizaje N°1: **Observación de video: Contaminación en Chile** **Ejercicio individual y discusión grupal.** **Horas pedagógicas: 2 - 4 horas (en total aproximado)**	**Recursos de aprendizaje**
El docente: Entrega guía de observación individual de material audiovisual para reconocer y seleccionar información relevante. Presenta material audiovisual para estimular la reflexión y el compromiso emocional de los estudiantes con la problemática ambiental en diferentes lugares de Chile. Organiza a los estudiantes en grupos de discusión de cinco integrantes para redactar una breve síntesis a partir de la información contenida en el video. **Los estudiantes:** Identifican causas y consecuencias de la contaminación atmosférica, anotando en su cuaderno sus observaciones. Organizan información en orden secuencial para redactar una explicación de los mensajes comunicados en el video. Sintetizan información recopilando las anotaciones de diferentes compañeros redactando la información de lo más general a lo más particular. Reconocen y ejemplifican problemáticas ambientales en Chile. Manifiestan curiosidad e interés por la calidad del aire en su ciudad y región. Valoran la investigación científica para encontrar soluciones a la contaminación del aire. Proponen cambios de actitudes individuales y sociales para mejorar la calidad de vida en su comunidad.	Guía de observación de videos informativos. Material audiovisual (video): *Contaminación en Chile* (duración 27 minutos aproximadamente). Proyectos multimedia Computador Parlantes Cuaderno Lápices

Actividad de aprendizaje N°2: Observación del documental: Los orígenes de la humanidad (en grupos). Horas pedagógicas: 4 – 8 horas (en total aproximado)	Recursos de aprendizaje
El docente: Entrega guía de observación grupal de documental para reconocer y seleccionar información relevante. Asigna al azar, una de las cinco partes del documental, conformando grupos de igual número de integrantes. Organiza a los estudiantes en grupos de discusión, solicitándoles que elaboren una presentación multimedia (power point o prezi), a partir de la información recopilada del capítulo asignado, dando 5 minutos para la exposición de cada integrante.. **Los estudiantes:** Reconocen la progresión de la humanidad desde grupos sociales nómades cazadores y recolectores, hasta la conformación de complejas organizaciones urbanas sedentarias. Identifican la diversificación del uso de recursos naturales durante la exploración y explotación del entorno natural a lo largo de la historia humana.. Reconocen la importancia de la organización social en el interior de un grupo humano.	Guía de observación de documental. Rúbrica de evaluación de presentación oral. Material audiovisual (documental): Los orígenes de la humanidad (en cinco partes). Para esto revisar antecedentes para el docente y ciudadanía). Proyectos multimedia Computador Parlantes Cuaderno Lápices

Evaluación:

Se sugiere evaluar si los estudiantes:

- Explican cómo los factores de disponibilidad de recursos y la cercanía de zonas fértiles, inciden en la relación ser humano-medio, reconociendo aspectos positivos y negativos de estos factores.
- Identifican impactos que la Revolución agrícola del Neolítico provocó sobre el medio reconociendo elementos de continuidad y cambio con el presente.
- Caracterizan algunas medidas que buscan mitigar efectos negativos en el territorio, tanto a escala local como global, generando un juicio fundamentado respecto de ellas.
- En base a ejemplos, discuten cómo el calentamiento global, la generación de energía y el crecimiento demográfico generan problemas a escala global, que inciden en la calidad del ambiente a nivel local.
- Investigan sobre los recursos energéticos utilizados a nivel mundial y las problemáticas asociadas a ellos en la actualidad, reconociendo oportunidades y amenazas.
- Analizan problemáticas medioambientales a escala local, por medio de diversas fuentes, evaluando el impacto en los ecosistemas.

Antecedentes para el docente:

- Ecovida Club. (Publicado el 26 nov. 2015). **Impacto Ambiental del Hombre** National Geographic [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=jNmkU7CDE80

- Documentalia. (Publicado el 12 de febrero 2016). ¿Cómo el clima determinó la historia? Parte 1 [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=xbQ3jkfkeVw (09 de noviembre 2016).

- Documentalia. (Publicado el 16 de febrero 2016). ¿Cómo el clima determinó la historia? Parte 2 [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=GwvXahCBp_4 (09 de noviembre 2016).

- Hispania TV. (Publicado el 21 mayo de 2014). **Chile: Contaminación ambiental** [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=6rtbq6dHhW0 (09 de noviembre 2016).

- Gerardo Rojas. (Publicado el 24 junio 2012). **Contaminación en Chile** [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=Lvq7kJA2Bh8 (09 de noviembre 2016).

- Oceana Chile. (Publicado el 24 julio 2012). **"Contaminación en Ventanas" Capítulo del programa de televisión Reporteros de Canal 13** [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=pq_NCC_CkpY (09 de noviembre 2016).

- Jordan Lagos. (Publicado el 3 marzo 2013). **3/5 Los orígenes de la Humanidad-Homo Sapiens (La odisea de la especie II) - La conquista del mundo** [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=mxxcnHqSbpg

- Jordan Lagos. (Publicado el 11 mayo 2013). **4/5 Los orígenes de la Humanidad-Homo Sapiens La odisea de la especie II) - El dominio de la natural** [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=iVi-7nQXbbk

- Jordan Lagos. (Publicado el 4 marzo 2013). **5/5 Los orígenes de la Humanidad.**

3.6. Nos representamos la contaminación del aire

Sector: Matemáticas
Nivel: 8° básico
Eje temático: Probabilidad y Estadística.
Habilidad: Representar.
Duración: 4 horas.

Propósitos:

Representar tiene grandes ventajas para el aprendizaje. Entre ellas, permite relacionar el conocimiento intuitivo con una explicación formal de las situaciones, ligando diferentes niveles de representación (concreto, pictórico o simbólico).

Potenciar la comprensión, la memorización y la explicación de las operaciones y las relaciones entre conceptos, brindando a las expresiones matemáticas un significado más tangible y cercano a la vida cotidiana.

Objetivos de aprendizaje (OA) relacionados:

Evaluar la forma en que los datos están presentados: comparando la información de los mismos representada en distintos tipos de gráficos, para determinar fortalezas y debilidades de cada uno; justificando la elección del gráfico para una determinada situación y su correspondiente conjunto de datos: y detectando manipulaciones de gráficos para representar datos.

Objetivos de aprendizaje de habilidades (OAH):

Elegir y utilizar representaciones concretas, pictóricas y simbólicas para enunciados y situaciones en contextos diversos (tablas, gráficos, recta numérica, entre otros).

Relacionar y contrastar información entre distintos niveles de representación.

Representar y ejemplificar utilizando analogías, metáforas y situaciones familiares para resolver problemas.

Objetivo de aprendizaje de actitudes (OAA):

Abordar de manera flexible y creativa la búsqueda de soluciones a problemas de la vida diaria, de la sociedad en general, o propios de otras asignaturas.

Demostrar curiosidad e interés por resolver desafíos matemáticos, con confianza en las propias capacidades, incluso cuando no se consigue un resultado inmediato.

Demostrar interés, esfuerzo, perseverancia y rigor en la resolución de problemas y la búsqueda de nuevas soluciones para problemas reales.

Trabajar en equipo en forma responsable y proactiva, ayudando a los otros, considerando y respetando los aportes de todos, y manifestando disposición a entender sus argumentos en las soluciones de los problemas.

Mostrar una actitud crítica al evaluar las evidencias e informaciones matemáticas y valorar el aporte de los datos cuantitativos en la comprensión de la realidad social.

Usar de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación en la obtención de información, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y la privacidad de las personas.

Objetivos de aprendizaje de la actividad:

Se sugiere evaluar si el estudiante:

- Identifica y reconoce datos ambientales, a través de la lectura de tablas, gráficos, diagramas, metáforas y símbolos matemáticos.
- Selecciona datos ambientales relevantes para representarlos en gráficos y diagramas.
- Analiza diferentes representaciones gráficas utilizando al sitio web del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) www.sinia.cl.

Actividades de aprendizaje Horas pedagógicas: 8 - 10 horas (total aproximado)	Recursos de aprendizaje.
El docente: Explica ¿Qué significan los índices MP_{10} y $MP_{2,5}$? Expone y compara los datos de concentraciones promedio anual del MP_{10} y $MP_{2,5}$ que publicó la Organización Mundial de la Salud (OMS), para dieferentes ciudades del mundo y de Chile. Expone las emisiones de $MP_{2,5}$ en Chile según fuente de emisión. Expone las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) en Chile según fuente de emisión. Expone las emisiones de óxidos de azufre (SO_2) en Chile según fuente de emisión. **Los estudiantes:** Confeccionan gráficos con datos recopilados de diferentes fuentes de información de las ciudades más contaminadas de Chile, seleccionando que tipo de representación gráfica es visualmente más accesible a la comprensión. Investigan las formas de representar diferentes contaminantes del aire y recolectan datos de diferentes, utilizando como fuente de información el sitio web del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), www.sinia.cl, para analizar: 1.- Si existe una relación entre el nivel de concentración de contaminantes y la incidencia de muertes prematuras y ¿Cuáles serían los contaminantes más peligrosos? 2.- Si existe una relación entre el nivel de concentración de contaminantes y varias enfermedades cardiorrespiratorias y ¿Cuáles serían los contaminantes más peligrosos? Comparan información demográfica de las ciudades más contaminadas de Chile identificadas previamente, utilizando el Atlas Geográfico Militar para la Educación.	Cuaderno y lápiz Fichas de tipos de gráficos y tablas de datos. Sala de computación (si se considera necesario dependiendo de la realidad del establecimiento escolar). Atlas Geográfico Militar para la Educación. Instituto Geográfico Militar (IGM). Sitio de internet del Ministerio de Medio Ambiente (www.mma.cl). En el sitio web del Sistema de Información Ambiental (SINIA), Tema: Riesgos para la Salud y Calidad de Vida de la Población y se despliega el subtema: Contaminación del Aire, se despliegan los siguientes tópicos: 1.- episodios críticos, 2.- calidad del aire, 3.- número de eventos en salud e impacto económico anual,

Actividad en la web N°1:

Los estudiantes investigan en el sitio web señalado y responden:

1.- ¿En qué ciudades se excedieron las concentraciones promedios anuales de MP_{10} y $MP_{2,5}$?

2.- ¿Qué características socioeconómicas tienen las ciudades que excedieron las normas de emisión?

3.- ¿Qué actividades productivas principales desarrollan las regiones de las que forman parte las ciudades que excedieron las normas de emisión?

Actividad en la web N°2

El docente:

Organiza a los estudiantes en parejas y asigna a cada grupo uno de los once tópicos que se representan gráficamente en el sitio www.sinia.cl.

Indica cómo acceder a los gráficos desde el sitio web a revisar. Tema: *Riesgos para la Salud y Calidad de Vida de la Población* y se despliega el subtema: *Contaminación del Aire*.

Calendariza exposiciones orales de 5 minutos por grupo, para que cada uno desarrolle la explicación de las gráficas de cada tópico.

Los estudiantes:

Investigan sobre la información nueva (por ejemplo: unidades de medida y siglas), que entregan los gráficos del tópico asignado desde el sitio web del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) www.sinia.cl.

Exponen en parejas el análisis de los datos de uno de los once tópicos asignados por el docente.

4.- concentraciones anuales de MP_{10}: evolución de promedio y percentil de la Región Metropolitana (RM),

5.- evolución del promedio para las estaciones de monitoreo ambiental de la RM,

6.- concentraciones anuales de MP_{10},

7.- episodios críticos por MP_{10},

8.- emisiones al aire,

9.- consumo de SAO,

10.- concentraciones de ozono,

11.- evolución el agujero de ozono Antártico.

Rúbrica de evaluación de exposición oral.

Evaluación:

Se sugiere evaluar si los estudiantes:

- Evalúan la forma en que los datos están presentados en la base de información del SINIA.
- Relacionan y contrastan una misma información provista por distintos tipos de representación.
- Interpretan representaciones concretas, pictóricas o simbólicas para analizar y resolver problemas concretos.
- Identifican la validez y las limitaciones de tipos de representaciones gráficas según el contexto.

Antecedentes para el docente:

- Atlas Geográfico Militar para la Educación. Instituto Geográfico Militar (IGM).
- Sitio web del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)

  www.sinia.cl
- Sitio web del Ministerio de medio Ambiente (Chile).

  www.mma.cl

3.7. Ways to control air pollution together!

Eje o sector: Inglés (Idioma extranjero).
Nivel: 8° Básico.
Unidad 4: Future matters.
Duración: 2 - 4 horas

Objetivos de aprendizaje (OA) relacionados:

OA 9: Demostrar comprensión de ideas generales e información explícita en textos adaptados y auténticos simples, en formato impreso o digital, acerca de temas variados (como experiencias personales, temas de otras asignaturas, del contexto inmediato, de actualidad e interés global o de otras culturas) y que contienen las funciones del año.

AO 10.Demostrar comprensión de textos no literarios (como descripciones, artículos de revista, instrucciones, procedimientos, avisos publicitarios, emails, diálogos, páginas web, biografías, gráficos) al identificar: propósito o finalidad del texto ideas generales, información específica y detalles relaciones de secuencia, causa-efecto, condición entre ideas y diferencia hecho-opinión, palabras y frases clave, expresiones de uso frecuente y vocabulario temático, conectores *(so, then, until, also, maybe y los del año anterior)* y palabras derivadas de otras por medio de los sufijos *-er* en comparaciones y terminación *–ion.*

Objetivo de aprendizaje. Habilidades (OAH):

Comprensión lectora de textos adaptados y auténticos breves y simples, no literarios y literarios.

Expresión escrita de acuerdo a un modelo en torno a temas de la vida cotidiana, textos leídos, temas de otros países.

Objetivo de aprendizaje. Actitudes (OAA):

OA A. Manifestar una actitud positiva frente a sí mismo y sus capacidades para aprender y usar el idioma, valorando a la vez los logros de los demás.

OA D: Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa con una meta en común, y demostrando respeto por los intereses e ideas de los demás.

Objetivo de aprendizaje. Actitudes (OAA): Ciencias Naturales

Mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico, disfrutando del crecimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorando su importancia para el desarrollo de la sociedad.

Esforzarse y perseverar en el trabajo personal entendiendo que los logros se obtienen solo después de un trabajo riguroso, y que los datos empíricamente confiables se obtienen si se trabaja con precisión y orden.

Trabajar responsablemente en forma proactiva y colaborativa, considerando y respetando los variados aportes del equipo y manifestando disposición a entender los argumentos de otros en las soluciones a problemas científicos.

Manifestar una actitud de pensamiento crítico, buscando rigurosidad y replicabilidad de las evidencias para sustentar las respuestas, las soluciones o las hipótesis.

Usar de manera responsable y efectiva las tecnologías de la comunicación para favorecer las explicaciones científicas y el procesamiento de evidencias, dando crédito al trabajo de otros y respetando la propiedad y la privacidad de las personas.

Demostrar valoración y cuidado por la salud y la integridad de las personas, evitando conductas de riesgo, considerando medidas de seguridad y tomando conciencia de las implicancias éticas de los avances científicos y tecnológicos.

Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, y manifestar conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos en favor del desarrollo sustentable y la protección del ambiente.

Demostrar valoración e interés por los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico y reconocer que desde siempre los seres humanos han intentado comprender el mundo.

Objetivos de aprendizaje de la actividad::

Se sugiere evaluar si el estudiante:

- Identifican el uso de preposiciones: to, from.
- Identifican el uso de conectores: also.
- Identifican conjugación de verbos regulares.

Actividades de aprendizaje Horas pedagógicas: 2 – 4 horas	Recursos de aprendizaje.
El docente: Explica el uso de algunas preposiciones y conectores en un texto como los propuestos más adelante. También explica las normas de conjugación de verbos regulares utilizados. Entrega listado de preposiciones y conectores más comunes a los estudiantes junto con una lista de verbos regulares para aplicarlo en textos propuestos para su lectura. Monitorea la lectura de textos breves propuestos para su lectura. **Los estudiantes:** Usan organizadores gráficos para registrar información relevante de textos propuestos para su lectura. Redactan ideas en los textos relacionados con la vida futura y los medios de transporte. Redactan resúmenes breves de los textos leídos, en los que expresan ideas generales. Redactan aportes a la actividad por medio de oraciones o preguntas acerca de los textos y el tema desarrollado a través de lectura guiada.	Textos breves sugeridos. Textos breves nuevos de diarios electrónicos. Diccionario Inglés – Español / Español – Inglés. Lista de verbos regulares (e irregulares si se desea aumentar la complejidad de la actividad según texto). Lápiz, cuaderno, fichas de las normas de conjugación de verbos regulares.

Ejemplos de textos recuperados de un sitio web modificado e intencionado pedagógicamente sobre un tema cotidiano y relevante como la contaminación del aire.

Texto 1: Causes of air pollution

Air pollution is one of the worst forms of pollution. The main causes of air pollution are emissions of gases from vehicles and chimney or stack of factories. Air pollution is created when different gases exceed their amount in the ambient air. As a result the original composition of different gases in the air gets unbalanced.

They are the two big sources of pollution. If a silencer of a vehicle emits gases like carbon dioxide, carbon monoxide, sulfur dioxide more than allowable limits it causes pollution in the air. These limits are set by environmental quality standards in every country.

Emissions from power plants are another huge reason of air contamination. Electricity is produced in whole world in biggest quantity. It is produced with burning of fossil fuel which creates huge pollution in the air.

Alternative energy does not require burning of fossil fuel but it has yet to popularize in the world. That is why main production is still of conventional energy which needs burning of huge amount of fossil fuel including gas, petrol and coal.

Texto 2: Diseases caused by air pollution

Air pollution is one of the worst forms of pollution. It directly hits our lungs as soon as we inhale polluted air. It penetrates into our arteries and eventually causes coronary diseases.

Other nervous problems are also main outcome of this type of pollution. It also causes head ache, eye irritation, nostril problems, asthma, throat problems and many other diseases related to ear, nose and throat.

As a result air pollution is created in huge amount all over the world. Burning of conventional fuel including wood, coal, trash and rubber to cook the food is another main cause of indoor air pollution.

Texto 3: How to control air pollution with the help of all?

Individuals have also a great role to play to control air pollution.

1. They must adopt a healthy and simple lifestyle with least reliance on machines to make factories manufacture less and emit gases less.
2. They need to use public transport for long distances and try to cover short distances by feet.
3. They should plant trees as much as they can because trees provide strong shield against all types of harms of air contamination.
4. They should not only learn about the harms of inhaling polluted air but also let others know about it.
5. They should save energy at their home, office and business to conserve energy and make power plants work lesser and release least amount of harmful gases.
6. If they can afford to switch from conventional energy to solar energy, they must do as green energy production does not affect the quality of air.
7. Teachers should teach their students to be environmentally responsible citizens by avoiding all such ways and means which can pollute our air environment.
8. Students should follow a go green lifestyle to avoid everything that may harm our environment. They can also motivate their parents and elders to go green for the safety of our planet.
9. What others actions we can do?

Evaluación:

Se sugiere utilizar algunos de los indicadores sugeridos en el programa Mineduc, tales como:

- Comprenden textos literarios y no literarios apropiados a su nivel, en forma independiente o grupal, en voz alta. Y distinguen entre ideas generales y detalles.
- Establecen conexiones y comparaciones entre lo leído acerca de la vida futura y temas actuales de interés general, como lo es la contaminación atmosférica.
- Preguntan o comentan acerca del texto, usando al menos tres palabras.
- Identifican información específica en textos impresos o digitales, relacionada con la vida futura, al desarrollar tareas tales como responder a preguntas, completar información en esquemas o hacer comparaciones.
- Identifican el propósito del texto leído.
- Identifican predicciones futuras en los textos leídos.
- Identifican situaciones en las que se expresan condiciones o posibilidades futuras.
- Identifican vocabulario relacionado con la vida futura y los medios de transporte.
- Identifican relaciones de condición y posibilidad futura entre ideas.
- Identifican información específica y detalles relacionados con la vida futura y los medios de transporte.

Antecedentes para docentes:

Artículos de la web:

- ***42 cool ways to control air pollution together.*** http://www.pollutionpollution.com/2014/07/42-cool-ways-control-air-pollution-together.html (Recuperado el 05 de noviembre 2016).

  Sitio web de origen: http://www.pollutionpollution.com
- How to control air pollution. http://www.pollutionpollution.com/2012/05/how-to-control-air-pollution.html (recuperado 05 de noviembre 2016).
- Is Chile's Success Causing Air Pollution at Home?

  http://www.nytimes.com/interactive/projects/cp/sports/euro-2016-copa/is-chiles-success-causing-air-pollution-at-home (recuperado 05 de noviembre 2016).
- Santiago Smog: Chile Declares Environmental Emergency Over Air Pollution

  http://www.ibtimes.com/santiago-smog-chile-declares-environmental-emergency-over-air-pollution-1976819 (recuperado 05 de noviembre 2016).
- Chile Declares First Environmental Emergency Since 1999 Over Air Pollution

  http://time.com/3930737/santiago-air-pollution-emergency/ (recuperado 05 de noviembre 2016).
- The Battle to Breathe: Chile's Toxic Threat

  http://www.truth-out.org/news/item/31948-the-battle-to-breathe-chile-s-toxic-threat

  (recuperado 05 de noviembre 2016)

3.8. La polémica de los partidos de fútbol y los asados a carbón

Sector: Historia, Geografía y Ciencias Sociales.

Nivel: 8° básico. Organizador temático: Sociedad y territorio: la región en Chile y América.

Duración: 8 horas.

Objetivo de aprendizaje (OA) relacionado:

OA 21: Analizar y evaluar problemáticas asociadas a la región, como lo son los grados de conexión y de aislamiento índices demográficos y migración- y su impacto en diversos ámbitos (mercado laboral, servicios de salud, relación campo – ciudad y centro periferia, entre otros).

Objetivos de aprendizaje de habilidades (OAH):

OAH f: Analizar y comparar la información obtenida de diversas fuentes para utilizarla como evidencia para elaborar y responder preguntas sobre temas del nivel.

OAH i: Participar en conversaciones grupales y debates, expresando opiniones fundamentadas mediante fuentes, respetando puntos de vista y formulando preguntas relacionadas con el tema.

OAH j: Comunicar los resultados de sus investigaciones de forma oral, escrita y por otros medios, utilizando una estructura lógica y efectiva, y argumentos basados en evidencia pertinente.

Objetivos de aprendizaje de actitudes (OAA):

OAA H. Desarrollar actitudes favorables a la protección del medio ambiente, demostrando conciencia de su importancia para la vida en el planeta y una actitud propositiva ante la necesidad de lograr un desarrollo sustentable.

OAA I. Demostrar una actitud propositiva para contribuir al desarrollo de la sociedad, mediante iniciativas que reflejen responsabilidad social y creatividad en la búsqueda de soluciones, perseverancia, empatía y compromiso ético con el bien común.

Objetivos de aprendizaje de la actividad:

Reconocer que la contaminación atmosférica es causada por actividades humanas tanto individuales como de la sociedad en su conjunto.

Distinguir problemas medioambientales que frenan el desarrollo sustentable en la región que habitan, expresando un juicio crítico al respecto.

Reconocer la importancia de la política pública en el cuidado del medio ambiente, a través de la recopilación de antecedentes, la descripción, la interpretación de datos, el análisis y la comunicación de conclusiones.

Actividad de enseñanza y aprendizaje N°1: "Futbol, asados y salud" Horas pedagógicas: 2- 4 horas	Recursos de aprendizaje
El docente: Muestra imágenes de actividades cotidianas que aportan a la contaminación del aire (quema de hojas y microbasurales, incendios en vertederos, emisión desde chimeneas domiciliarias y parrillas para asados). Consulta a los estudiantes en qué grado afectarían estas actividades a la calidad del aire y la salud humana. Expone información del sitio web del Ministerio de Medio Ambiente: *"Ocho dudas sobre la emergencia ambiental en Santiago"* Consulta si consideran que los asados a la parrilla con carbón inciden en la contaminación del aire de sus ciudades.	Imágenes de internet o fotografías de actividades humanas que generan contaminación del aire.
Los estudiantes: Definen con sus propias palabras: contaminación atmosférica. Enumeran sustancias contaminantes del aire que conozcan. Enumeran efectos de la calidad del aire en la salud de las personas que conozcan. Enumeran fuentes de emisión de sustancias contaminantes en su ciudad. Investigan ¿cómo se mide y monitorea la calidad del aire?, ¿quién lo mide y monitorea? y ¿qué es y cuándo se decreta un episodio critico de emergencia ambiental? ¿quién lo define? Redactan individualmente un informe que dé cuenta de diferencias de opinión que hayan sido informadas por medios de comunicación, entre instituciones gubernamentales, no gubernamentales (ONG) y centros de investigación, argumentando en pro y en contra de la responsabilidad de los asados a la parrilla, en el episodio crítico ocurrido durante los partidos de fútbol de la selección chilena en la Copa América Bicentenario, en el mes de junio de 2016. Los informes servirán de base para generar una discusión en la siguiente actividad.	Extractos de noticias de internet sobre episodio crítico durante partidos de fútbol. Cuaderno Fuentes de información: internet, diarios y revistas. Pauta de evaluación de informe.

Actividad de enseñanza y aprendizaje N°2: Debate "La calidad del aire echa humo". Horas pedagógicas: 4 horas	Recursos de aprendizaje
El docente: Complementa las definiciones de los estudiantes sobre la contaminación atmosférica y qué es un contaminante, utilizando las definiciones según la legislación de Chile. Explica el modelo predictivo, utilizando recursos visuales y gráficos. Explica los índices de contaminación ambiental referente a las normas de emisión de calidad del aire. Divide el curso en dos grupos, solicitando que un grupo recopile antecedentes para argumentar la validez de los efectos de los partidos de fútbol en el aumento de índices de contaminación ambiental y el otro grupo defendiendo la posición contraria. Otorga tiempo de trabajo para que los estudiantes se organicen en grupos para redactar y sintetizar los argumentos con los antecedentes recopilados individualmente, que utilizarán en un debate. Los grupos pueden distribuirse en sub grupos de discusión de seis integrantes. Cada integrante debe prepararse para defender la postura definida, puesto que los representantes serán elegidos al azar. Dispone el espacio de la sala para generar el debate y modera la sesión de discusión, entregando por turnos la voz a los representantes de cada subgrupo. Se inicia la sesión de debate respecto a si los asados a la parrilla generan un tipo de contaminación relevante por su incidencia en la calidad del aire de su ciudad, asignándose un tiempo de 3 minutos para cada argumentación.	Papel Kraft Lápices Plumones Pauta de evaluación de exposición oral.

Evaluación:

R.eflexionan en conjunto con respecto a las distintas opiniones vertidas, analizando:

- La coherencia y claridad de las razones expuestas,
- El uso adecuado de los conceptos para justificar cada posición.
- La cantidad de argumentos que resisten las objeciones.
- Condiciones ambientales que hacen posible que los asados a la parrilla incidan en la calidad del aire y generen riesgos para la población en una ciudad
- Alternativas y propuestas para controlar el problema..

Antecedentes para el docente:

Blanco, Benjamín (22 de junio 2015). Ocho dudas sobre la emergencia ambiental en Santiago. Sitio web del diario La Tercera. Recuperado de http://www.latercera.com/noticia/ocho-dudas-sobre-la-emergencia-ambiental-en-santiago/ y http://portal.mma.gob.cl/ocho-dudas-sobre-la-emergencia-ambiental-en-santiago/

Delgado, Felipe (21 de junio 2016). Minsal valida "factor partido" y pide evitar los asados a carbón por mala calidad del aire. Sitio web de Radio Biobío. Recuperado de http://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-metropolitana/2016/06/21/minsal-valida-factor-partido-y-pide-evitar-los-asados-a-carbon-por-mala-calidad-del-aire.shtml

Mardones, Carolina (20 septiembre de 2016). Experto asegura que contaminación en Santiago aumentó por asados de Fiestas Patrias. Sitio web de Radio Biobío. Recuperado de http://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-metropolitana/2016/09/20/experto-asegura-que-contaminacion-en-santiago-aumento-por-asados-de-fiestas-patrias.shtml

3.9. ¿Qué podemos hacer para ayudar a descontaminar el aire de nuestra ciudad?

Asignatura: Lenguaje y Comunicación.

Nivel: Segundo Medio. Eje: Comunicación oral.

Unidad 3: Textos no literarios (54 horas pedagógicas).

Duración de la actividad: 10 - 12 horas.

Objetivos de aprendizaje (OA) relacionados:

AE 07 Planificar exposiciones orales para comunicar sus investigaciones: identificando la audiencia y el propósito de su exposición, organizando la información alrededor de ideas clave o preguntas, organizando su intervención en introducción, desarrollo y cierre, seleccionando recursos materiales de apoyo adecuados según audiencia, propósito y contenidos abordados

AE 08 Exponer para comunicar sus investigaciones: destacando el tema principal y desarrollando el contenido a través de las ideas centrales, apoyadas por información complementaria, utilizando recursos léxicos de coherencia y cohesión y manteniendo un registro formal.

AE 09 Dialogar para profundizar, desarrollar, sintetizar y discutir ideas sobre los textos de los medios de comunicación y las exposiciones de otros estudiantes: expresando una postura personal, fundamentando su postura, manteniendo un registro formal.

Objetivos de aprendizaje de habilidades (OAH):

Desarrollar habilidades comunicativas y de análisis, interpretación y síntesis de la información de una investigación realizada personalmente o en grupo.

Organizar la información para comunicarla de manera clara y coherente.

Fundamentar sus opiniones. Evaluar críticamente los argumentos de otras personas.

Escuchar selectivamente partes del texto para extraer información específica y organizarla.

Objetivos de aprendizaje de actitudes (OAA):

Demostrar interés por profundizar en temas relevantes para sí y para la sociedad.

Demostrar interés frente a las investigaciones de sus compañeros.

Respetar y valorar las ideas y creencias distintas de las propias.

Compartir información y su postura sobre algún tema investigado.

Profundizar sus conocimientos y muestra interés por los temas que se discuten en clases.

Aprendizajes transversales:

AE 01 Desarrollar hábitos lectores.

Se pretende que desarrollen hábitos lectores a través de la lectura, independiente y en clases, de novelas y cuentos interesantes. Se espera que lean todos los días al menos cuarenta minutos.

AE 02 Aprender y utilizar nuevas palabras extraídas de sus lecturas.

Se busca que detecten en sus lecturas palabras nuevas, que discutan y descubran su significado y que las apliquen y las usen en la comunicación oral y escrita, para que así incrementen su vocabulario.

Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs)

Buscar, acceder y recolectar información en páginas web u otras fuentes, y seleccionar esta información, examinando críticamente su relevancia y calidad.

Buscar y acceder a información de diversas fuentes virtuales sobre un tema de interés, evaluando su pertinencia y confiabilidad y descarta los sitios web que no le parecen relevantes.

Utilizar las tecnologìas y aplicaciones para presentar la información.

Objetivos de aprendizaje de la actividad:

Realizar una exposición oral aplicando las fases de investigación, planificación, presentación de la investigación y análisis crítico de un registro audiovisual, co-evaluando a sus compañeros.

Proponer nuevas conductas y acciones concretas para disminuir la contaminación atmosférica y mejorar la calidad del aire en su ciudad.

Actividades de aprendizaje ¿Qué proponemos para descontaminar y mejorar la calidad el aire en mi ciudad? 10 – 12 horas pedagógicas	Recursos de aprendizaje
El docente: Selecciona acciones concretas y consejos de la presente guía relacionados con la descontaminación atmosférica y la mejora en la calidad el aire, desde la perspectiva personal y ciudadana. Asigna una acción o consejo a los estudiantes para que estos realicen un trabajo de investigación en parejas y la expongan frente a sus compañeros. Recomienda a los estudiantes consultar a los docentes de Ciencias Naturales: Biología, Física y/o Química para incorporar ideas, opiniones, consejos y conocimientos de otras áreas curriculares. Recomienda enlaces de internet previamente revisados (textos no literarios), que pueden acceder en internet (sitios webs de consulta propuestos por la presente guía. Revisa las fichas y el material de apoyo para comprobar su pertinencia y adecuación a los requisitos previamente planteados por él. Entrega a los estudiantes una rúbrica para evaluar la exposición oral. Y explica cada uno de los criterios y exigencias, para que todos los participantes estén al tanto de cuáles son los aspectos que se medirán. Al término de cada exposición, el docente o moderador realiza preguntas para profundizar en algún contenido relevante o para comprobar la pertinencia de las fuentes utilizadas, e incentiva a la audiencia para que hagan consultas a los expositores, orientadas a resolver dudas o ampliar ideas. Al final de la actividad, el docente o moderador hace una breve retroalimentación a los expositores acerca de su trabajo. **Los estudiantes:** Fase de investigación**:** Leen los textos de los sitios webs consultados, centrándose en las acciones concretas con que la ciudadanía puede aportar para mejorar la calidad del aire en *"mi ciudad"*. Sintetizan la información encontrada. Para esto, seleccionan la información que les parezca más relevante, la organizan en un esquema que va de lo general a lo particular y redactan un resumen de 50 a 100 palabras. Planificación de la exposición oral: Elaboran un organizador gráfico en el que resumen las ideas principales de su investigación (*"ideas fuerza"*) y las organizan según el orden en que las presentarán, considerando introducción, desarrollo y cierre de la exposición.	Listado de acciones y medidas propuestas en la presente guía Listado de sitios webs o artículos en la internet. Modelo de Fichas. Rúbrica de evaluación de exposición oral. Dispositivos tecnológicos: grabadora de audio y/o cámara digital, software de registro y presentación de audio y/o video digital, parlantes, computador, proyector audio visual (data show). Laboratorio de computación (si corresponde a la realidad del establecimiento).

Elaboran fichas a partir del organizador gráfico. En cada una redactan en una oración, aquello que les sirva de ayuda de memoria para lo que expondrán. Elaboran material de apoyo, en el que incorporen imágenes e infografías que les sirvan para ilustrar su presentación oral. Presentación de la investigación: Realizan exposiciones orales de cinco minutos cada una, en las que presentan la síntesis de sus investigaciones realizadas. Grabación de una exposición Durante las presentaciones a la audiencia, un compañero graba en formato digital las exposiciones realizadas, de manera de contar con un registro audiovisual que servirá para las etapas siguientes. Una vez terminada cada exposición, observan y escuchan el registro audivisual. Evalúan el vocabulario utilizado, la fluidez de la exposición y la efectividad en la comunicación de ideas. Presentan un informe al docente, que es parte de la evaluación final.	

Indicadores de evaluación:

Se sugiere evaluar si los estudiantes:

- Elaboran un organizador gráfico o esquema en el cual: organizan la exposición siguiendo una estructura definida en tema/subtema o en problema/solución.
- Ordenan la información en introducción, desarrollo y conclusiones de cierre.
- Elaboran material de apoyo que permita recordar el orden que sigue la exposición: fichas, power point, prezi, organizador gráfico u otros.
- Destacan en el material de apoyo las ideas centrales de su exposición.
- Realizan exposiciones en las que destacan la relevancia del tema investigado.
- Desarrollan las ideas centrales con datos, ejemplos, hechos y citas de los textos leídos.
- Incorporan conectores apropiados para relacionar las ideas que presentan.
- Utilizan sinónimos y pronombres para evitar la repetición de palabras.
- Utilizan expresiones, palabras precisas y alguna terminología específica acordes con el contenido y la audiencia
- Emplean un registro formal a manera de informe.
- Expresan una postura sobre los textos leídos, fundamentada con datos, ejemplos, hechos y citas de fuentes que aborden el tema.
- Comentan las ideas presentadas por otros, profundizando en ellas, desarrollándolas o sintetizándolas para aclarar un punto.
- Discrepan o apoyan la postura del compañero fundamentando con datos, ejemplos, hechos y citas relacionados con el tema abordado.
- Toman apuntes de las intervenciones de sus compañeros para registrar informaciones relevantes.
- Hacen preguntas relevantes o solicitan aclaraciones sobre la información escuchada.
- Responden a las preguntas de sus compañeros y del profesor.

Antecedentes para docentes:

- La presente guía
- Planes de Descontaminación Atmosférica Estrategia 2014 - 2018

  http://portal.mma.gob.cl/planes-de-descontaminacion-atmosferica-estrategia-2014-2018/

  (Recuperado 07 de noviembre 2016)
- http://www.plataformaurbana.cl/archive/2015/07/24/las-propuestas-del-plan-de-descontaminacion-para-mejorar-la-calidad-del-aire-en-la-region-metropolitana/ (Recuperado 07 de noviembre 2016).
- Riesgos para la Salud y Calidad de Vida para la Población (www.sinia.cl)

  http://sinia.mma.gob.cl/riesgos-para-la-salud-y-calidad-de-vida-para-la-poblacion/ (Recuperado 07 de noviembre 2016).

3.10. ¿Cómo se produce la lluvia ácida?

Eje o sector: Química.

Nivel: Segundo medio.

Unidad 4: Materia y sus transformaciones: Reactividad de los compuestos orgánicos y Estereoquímica.

Duración: 2 - 4 horas.

Objetivos de aprendizaje (OA) relacionados:

AE 01 Explicar la formación de los distintos compuestos químicos orgánicos a través de transformaciones químicas, y sus impactos ambientales y tecnológicos. Ruptura de enlaces. Reacciones en etapas y concertadas. Reactivos de una reacción química orgánica. Tipos de reacción.

Objetivos de aprendizaje de habilidades (OAH):

Organizar e interpretar datos y formular explicaciones.

Elaborar estrategias para solucionar problemas.

Identificar las limitaciones que presentan los modelos y las teorías científicas.

Importancia de las teorías y modelos para comprender la realidad.

Objetivos de aprendizaje de actitudes (OAA):

Responsabilidad, interés, curiosidad, rigor, flexibilidad, juicio crítico.

Cuidado del medioambiente.

Contenidos mínimos obligatorios (CMO):

CMO 02 Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel, por ejemplo, estudio de las propiedades coligativas de las soluciones.

CMO 04 Explicación de la importancia de teorías y modelos para comprender la realidad, considerando su carácter sistémico, sintético y holístico y dar respuesta a diversos fenómenos o situaciones problemas.

CMO 05 Identificación de las limitaciones que presentan modelos y teorías científicas que persiguen explicar diversas situaciones problemas.

CMO 11 Descripción de la importancia de los grupos funcionales en las propiedades de algunos compuestos orgánicos que son claves en los seres vivos y relevantes en la elaboración de productos industriales.

CMO 12 Representación de diversas moléculas orgánicas con grupos funcionales considerando su estereoquímica e isomería, en los casos que corresponda.

Objetivos fundamentales:

OF 2 Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y los conceptos científicos en estudio.

OF 4 Reconocer las limitaciones y la utilidad de modelos y teorías como representaciones científicas de la realidad, que permiten dar respuesta a diversos fenómenos o situaciones problemas.

OF 6 Comprender que la formación de los compuestos orgánicos y de sus grupos funcionales se debe a las propiedades del átomo de carbono para unirse entre sí y con otros átomos, en organismos vivos, en la producción industrial y aplicaciones tecnológicas.

Objetivos de aprendizaje propuestos para la actividad:

Los estudiantes:

- Desarrollan simulación del efecto de la lluvia ácida sobre material orgánico (mármol o tiza, carbonatos).
- Formulan explicaciones para el fenómeno químico observado a partir de la interpretación de datos registrados.
- Desarrollan actividad en laboratorio aplicando un uso correcto de la infraestructura, los equipos y las normas de seguridad..
- Formulan explicaciones de la formación de la lluvia ácida.
- Relacionan efectos negativos sobre la calidad del agua de ríos y lagunas (Biología y Química)
- Relacionan efectos nocivos sobre la composición del suelo orgánico y estructura de los vegetales (Biología).

Actividades de aprendizaje 1 Simulación del efecto de la lluvia ácida. Laboratorio de química 2 – 4 horas pedagógicas	Recursos de aprendizaje.
El docente: Define y caracteriza la lluvia ácida. Enumera fuentes de emisión de dióxidos y trióxidos de azufre (SO_2), óxido de nitrógeno (NOx), monóxido y dióxido de carbono atmosférico (CO, CO_2) y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Define concepto de pH y grados de acidez y alcalinidad. Define y describe la corrosión de infraestructuras metálicas de fierro (oxidación de hierro, Fe), y disolución de edificaciones de mármol y calizas ($CaCO_3$, carbonatos de calcio bajo efectos de pH ácido). Explica y ejemplifica cómo se utiliza la V de Gowin (Diagrama UVE), como herramienta de aprendizaje de trabajos prácticos. **Los estudiantes:** Realizan la implementación de la actividad de laboratorio en dos etapas: Primer día: "Inicio de la reacción" Segundo día: ¿Qué fenómeno evidenciamos?	En laboratorio de química Materiales requeridos para simulación de los efectos de la lluvia ácida sobre material a base de carbonatos (para un grupo de trabajo): - Medidor de pH digital (idealmente). - Papel pH con escala colorimétrica. - Lápices de grafito de colores y regla. - Lápiz marcador de vidrio. - Calculadora científica. - Cuaderno de hoja cuadriculada para aplicar la herramienta de aprendizaje V de Gowin (Diagrama UVE) y tabla comparativa. - 4 tubos de ensayo de vidrio. - Gradilla para tubos de ensayo. - Pinza fina de laboratorio (no metálica) - Astillas de mármol por separado. - Balanza analítica o semi analítica (calibrada). - Botella con 100 ml de agua destilada. - Botella con 100 ml de vinagre o ácido acético (idealmente de color para visualizar mejor la reacción).

Guía de trabajo de laboratorio
Simulación del efecto de la lluvia ácida.

Antecedentes:

Los contaminantes primarios que producen lluvia ácida que reaccionan en la atmósfera con el vapor de agua, son principalmente las moléculas de dióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NOx). Como resultado, conforman moléculas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3). Otras moléculas que producen acidez son el ácido clorhídrico (HCl), el amoniaco (NH_3) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs). Incluso, las moléculas de oxígeno (0_2) y monóxido (CO) y dióxido de carbono CO_2 del aire y, otros compuestos oxidantes aportan a la formación de la lluvia ácida. Algunas fuentes son naturales como en los eventos de erupciones volcánicas; y otras atribuibles a la actividad humana, como lo es la combustión de derivados del petróleo en la producción de bienes y servicios.

Introducción:

El efecto de la lluvia ácida sobre el mármol y las calizas (carbonato de calcio, $CaCO_3$), puede simularse sumergiendo astillas de mármol en vinagre doméstico (3 a 5 % de ácido acético, CH_3COOH) durante toda una noche. El vinagre de mesa y la lluvia ácida tienen similar nivel de acidez (con pH menores a 5).

Implementación de la experiencia:

Utilizando la V de Gowin y tabla de registro de datos:

1.- Disponer cuatro tubos de ensayo de vidrio y enumerarlos (N°1…N°4), manipulándolos en el área de trabajo sobre la mesa de laboratorio por lo menos a 25 centímetros del borde de la misma.

2.- Colocar los tubos de ensayo enumerados en su gradilla.

3.- Disponer de cuatro astillas de mármol por separado en platillos enumerados (N°1…N°4),

4.- Paralelamente, medir la masa de las cuatro astillas de mármol en una balanza analítica o semi analítica, antes de realizar el experimento. Una astilla de mármol tiene una masa de 2,0 gramos aproximadamente.

5.- Anotar los datos de masas de cada astilla en una tabla comparativa.

6.- El tubo de ensayo N° 1 se define como tratamiento control. En este se introducen 2 ml de agua destilada.

7.- El tubo de ensayo N° 2 se define como el tratamiento. En este se colocan dos 2 ml de vinagre (ácido acético). Con papel pH puede cerciorarse del grado de pH ácido del ácido acético.

8.- Los tubos N° 3 y N° 4 se definen como réplicas del tratamiento, cada uno con 2 ml de vinagre.

9.- Colocar simultáneamente con una pinza (no metálica), cada astilla de mármol en su tubo de ensayo respectivo: control, tratamiento y réplicas.

10.- Anotar cualquier cambio observable cuando se colocan las astillas de mármol en vinagre.

11.- Mantener sumergidas las astillas de mármol en el agua destilada y vinagre más de 24 horas.

12.- Al día siguiente, las astillas se extraen y se secan para medir nuevamente la masa de cada una en la balanza. Y se anotan los datos en la tabla comparativa.

13.- Comparar los datos de las masas de las astillas de mármol iniciales y finales, comparando el promedio de los datos del tratamiento, asociados a los tubos N°2 al N°4.

Preguntas:

1.- ¿Se forman burbujas de gas? ¿Por qué? ¿A qué gas correspondería?

2.- ¿Se produce cambio de color durante la reacción? ¿Por qué?

3.- ¿Se percibe al tacto cambio de temperatura del tubo de vidrio de cada tratamiento? ¿Por qué?

4.- ¿La diferencia de masa entre el tratamiento control (agua destilada) y el tratamiento con ácido acético fue significativa?

5.- ¿Qué podemos concluir al respecto?

6.- Proponer la reacción química general que representaría la interacción de ácidos fuertes con carbonatos.

Guía de trabajo de laboratorio
Simulación del efecto de la lluvia ácida.

Antecedentes:

Los contaminantes primarios que producen lluvia ácida que reaccionan en la atmósfera con el vapor de agua, son principalmente las moléculas de dióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NOx). Como resultado, conforman moléculas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3). Otras moléculas que producen acidez son el ácido clorhídrico (HCl), el amoniaco (NH_3) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs). Incluso, las moléculas de oxígeno (0_2) y monóxido (CO) y dióxido de carbono CO_2 del aire y, otros compuestos oxidantes aportan a la formación de la lluvia ácida. Algunas fuentes son naturales como en los eventos de erupciones volcánicas; y otras atribuibles a la actividad humana, como lo es la combustión de derivados del petróleo en la producción de bienes y servicios..

Introducción:

El efecto de la lluvia ácida sobre el mármol y las calizas (carbonato de calcio, $CaCO_3$), puede simularse sumergiendo astillas de mármol en vinagre doméstico (3 a 5 % de ácido acético, CH_3COOH) durante toda una noche. El vinagre de mesa y la lluvia ácida tienen similar nivel de acidez (con pH menores a 5).

Implementación de la experiencia:

Utilizando la V de Gowin y tabla de registro de datos:

1.- Disponer cuatro tubos de ensayo de vidrio y enumerarlos (N°1…N°4), manipulándolos en el área de trabajo sobre la mesa de laboratorio por lo menos a 25 centímetros del borde de la misma.

2.- Colocar los tubos de ensayo enumerados en su gradilla.

3.- Disponer de cuatro astillas de mármol por separado en platillos enumerados (N°1…N°4),

4.- Paralelamente, medir la masa de las cuatro astillas de mármol en una balanza analítica o semi analítica, antes de realizar el experimento. Una astilla de mármol tiene una masa de 2,0 gramos aproximadamente.

5.- Anotar los datos de masas de cada astilla en una tabla comparativa.

6.- El tubo de ensayo N° 1 se define como tratamiento control. En este se introducen 2 ml de agua destilada.

7.- El tubo de ensayo N° 2 se define como el tratamiento. En este se colocan dos 2 ml de vinagre (ácido acético). Con papel pH puede cerciorarse del grado de pH ácido del ácido acético.

8.- Los tubos N° 3 y N° 4 se definen como réplicas del tratamiento, cada uno con 2 ml de vinagre.

9.- Colocar simultáneamente con una pinza (no metálica), cada astilla de mármol en su tubo de ensayo respectivo: control, tratamiento y réplicas.

10.- Anotar cualquier cambio observable cuando se colocan las astillas de mármol en vinagre.

11.- Mantener sumergidas las astillas de mármol en el agua destilada y vinagre más de 24 horas.

12.- Al día siguiente, las astillas se extraen y se secan para medir nuevamente la masa de cada una en la balanza. Y se anotan los datos en la tabla comparativa.

13.- Comparar los datos de las masas de las astillas de mármol iniciales y finales, comparando el promedio de los datos del tratamiento, asociados a los tubos N°2 al N°4.

Preguntas:

1.- ¿Se forman burbujas de gas? ¿Por qué? ¿A qué gas correspondería?

2.- ¿Se produce cambio de color durante la reacción? ¿Por qué?

3.- ¿Se percibe al tacto cambio de temperatura del tubo de vidrio de cada tratamiento? ¿Por qué?

4.- ¿La diferencia de masa entre el tratamiento control (agua destilada) y el tratamiento con ácido acético fue significativa?

5.- ¿Qué podemos concluir al respecto?

6.- Proponer la reacción química general que representaría la interacción de ácidos fuertes con carbonatos

Actividades de aprendizaje 2 **Reacciones químicas que producen la lluvia ácida.** **Horas pedagógicas: 2 – 4 horas**	**Recursos de aprendizaje.**
El docente: Explica conceptualmente las reacciones químicas que producen la lluvia ácida (formación de ácido nítrico, ácido sulfuroso y ácido sulfúrico, entre otros compuestos). Ejemplifica con reacciones químicas de interés ambiental y propone cálculos estequiométricos a partir de disoluciones de distinta concentración. Utilizando propiedades coligativas. Explica tipos de reacciones químicas involucradas en fase gaseosa y líquida. Por ejemplo: la oxidación. Entrega listado de ejercicios. Monitorea el desarrollo de las soluciones.	Lista de ejercicios. Fichas de explicación química de las reacciones involucradas en la formación de la lluvia ácida como la oxidación. Lápiz, cuaderno. Calculadora científica. Solucionario de las reacciones químicas (Revisar bibliografía recomendada: Morales, 2006).

Ejercicios de reacciones involucradas con aerosoles atmosféricos:

Especies químicas que pueden estar involucradas: **$SO_{2\,(s)}$ / $SO_{3(g)}$ / $HOSO_{2\,(g)}$ / $H_2SO_{4(g)}$ / $H_2SO_{4\,(aq)}$ / $NO_{2\,(g)}$ / $NO_{3\,(g)}$ / $HNO_{3\,(g)}$ / $HNO_{3\,(aq)}$ / $N_2O_{5\,(g)}$ / $O_{3(g)}$ / $CO_{2(g)}$ / $H_2CO_{3(aq)}$**

Proponer la reacción química para la:

1.- Formación de ácido sulfúrico, H_2SO_4 (con la humedad del aire).

Pista: el óxido de azufre puede estar involucrado en una reacción de oxidación con el radical hidroxilo.

2.- Formación de ácido nítrico, HNO_3 (con la humedad del aire).

Pista: El proceso dominante durante el día es la oxidación del dióxido de nitrógeno con el radical hidroxilo.

3.- Formación de ácido nítrico, HNO_3 con el ozono en el aire.

Pista: Durante la noche existe la formación de ácido nítrico a partir de la oxidación de dióxido de nitrógeno por el ozono y posterior formación de pentóxido de dinitrógeno.

4.- Formación de ácido carbónico a partir del dióxido de carbono.

Pista: revisar reacciones ácido – base.

Nota 1: Recordar que la molécula de agua se puede expresar: H_2O <----- > $H^+ + OH^-$
Nota 2: Recordar que en algunas reacciones puede intervenir el oxígeno (O_2) y el ozono (O_3).

Investigación en la web:

Buscar información sobre la formación de los compuestos orgánicos volátiles (COVs) y su relación con los óxidos de nitrógeno y el ozono atmosférico.

Buscar información sobre los efectos de la lluvia ácida en el funcionamiento de:

- Microorganismos del suelo fijadores de nitrógeno.
- Organismos fotosintetizadores en ecosistemas acuáticos (microalgas) y terrestres (redes tróficas en ríos, lagunas, mares y bosques).
- ¿Cómo se explica la relación entre la disminución de las barreras de coral y los efectos en los exoesqueletos de carbonato y silicatos de crustáceos y moluscos con la acidificación de los océanos? - ¿Cómo se afectan los procesos bioquímicos involucrados en la producción de los esqueletos calcáreos de muchos invertebrados acuáticos?

Evaluación:

Se sugiere evaluar si los estudiantes:

- Formulan y señalan los principales tipos de reacción química que puede sufrir un grupo funcional determinado.
- Explican la formación de los distintos compuestos químicos, identificando reactante y productos, la ruptura de enlaces y las reacciones en etapas.
- Explican tipos de reacción involucrados en la formación de la lluvia ácida utilizando nomenclatura química y teoría aplicada a la representación de reacciones químicas.
- Valoran la utilización de la V de Gowin, tablas y otros organizadores gráficos como herramienta de aprendizaje en actividades prácticas de campo y laboratorio.
- Reconocen que en la atmósfera ocurren reacciones químicas inorgánicas y orgánicas interrelacionadas en un proceso complejo de interacciones físico – químicas, tanto en el día como en la noche, dependiendo de las variables atmosféricas.

Antecedentes para docentes:

Bibliografía de consulta:

Raúl G. E. **Morales** (Editor). 2006. Contaminación atmosférica urbana. Episodios críticos de contaminación ambiental en la ciudad de Santiago. Primera edición. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 327 pp.

Juan **Grau**. 2003. Contaminación del Aire y Ruido. Análisis y soluciones de las contaminaciones de la Atmósfera, acústica, visual, electromagnética, olfativa y radioactiva. Ediciones Oikos Ltda. Tercera edición. Santiago. Chile. 256 pp.

Bernard J. **Nebel** y Richard T. Wright. 1999. Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Pearson Prentice Hall Hispanoamericana S. A. Sexta Edición. México. 720 pp.

Recomendamos en la web:

Libro Unidades Didácticas en Química. Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico. Compiladores Mario Quintanilla, Silvio Daza, Cristian Merino. Volumen 3. (Formato digital).

http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia.pdf

Capítulo 1: Cinética de las reacciones químicas. Una unidad didáctica para la educación media.

Capítulo 2: Unidad didáctica química orgánica. “El carbono principio y fin de nuestras vidas”.

Capítulo 5: Solubilidad de gases en líquidos: una unidad didáctica abordada a partir de fenómenos químicos cotidianos.

Sitio web de origen: biblioteca digital Libros del Grupo GRECIA PUC Chile, disponible en formato digital.

http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/biblioteca/libros.html

Propiedades coligativas que caracterizan a las soluciones como sistemas formados por dos componentes, soluto y solvente. http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=139512 Sitio web de origen: www.educarchile.cl (Recuperado 07 de noviembre 2016).

4. Glosario de Términos

Atmósfera: La masa total de aire que circunda la Tierra. Su espesor es variable según la latitud, de 600 a 1.500 km. (Fuente: MMA).

Cambio Climático: Se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Contaminación: La presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Contaminante del aire: Cualquier sustancia en el aire que, en determinada concentración, puede dañar al hombre, animales, vegetales o materiales. Puede incluir casi cualquier compuesto natural o artificial de materia flotante susceptible de ser transportada por el aire. Estos contaminantes se encuentran en forma de partículas sólidas, gotitas, líquidas, gases o combinadas. En general, se clasifican en dos grandes grupos: 1) Los emitidos directamente por fuentes identificables y 2) los producidos en el aire por la interacción de dos o más contaminantes primarios, o por la reacción con los compuestos normales de la atmósfera, con o sin fotoactivación. Excluyendo al polen, niebla y polvo que son de origen natural, alrededor de cien contaminantes han sido identificados y colocados dentro de las categorías siguientes: sólidos, componentes sulfurosos, químicos orgánicos volátiles, compuestos nitrogenados, compuestos oxigenados, compuestos halógenos, compuestos radioactivos y olores. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Contaminante Primario: Contaminante producido directamente por la actividad humana o la naturaleza. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Contaminante Secundario: Contaminante producido a partir de algún(os) contaminante(s) primario(s) y otras sustancias. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Contaminante: Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o periodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Daño Ambiental: Toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Declaración de Impacto Ambiental: Documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar, o de las modificaciones que se le introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Desarrollo Sustentable: Proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Educación Ambiental: Proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio bio-físico circundante. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Emisión: Toda introducción de contaminantes o sustancias en el medio ambiente, regulados o no, producto de cualquier actividad humana, sea deliberada o accidental, habitual u ocasional, incluidos los derrames, escapes o fugas, descargas, inyecciones, eliminaciones o vertidos, o descargas al alcantarillado que no cuenten con tratamiento final de aguas residuales. (Fuente: Decreto Supremo N°1/2013 Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC)

Emisiones Difusas: Son aquellas emisiones, no necesariamente visibles, imposibles de canalizar por un ducto. Ejemplo de estas son los caminos de tierra, extracción de mineral, detonaciones, canchas de fundición, etc. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Emisiones Fugitivas: Emisiones que se escapan del sistema de captación, debido a un mal diseño o desperfectos en él. Estas emisiones pueden salir por ductos, filtros, campanas, etc. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Estación de Monitoreo de Material Particulado Respirable MP_{10} con Representatividad Poblacional para Gases (EMRPG): Una estación de monitoreo que se encuentra localizada en un área habitada. Se entiende como área habitada, una porción del territorio donde vive habitual y permanentemente un conjunto de personas. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Estudio de Impacto Ambiental: Documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Evaluación de Impacto Ambiental: Procedimiento, a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental, que, en base a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Exposición: Está determinada por la cantidad de contaminante que estuvo en contacto con una persona, población o medio y el tiempo que dicho contaminante actúa directamente sobre esa persona. Algunos de los agentes contaminantes presentan un comportamiento acumulativo, por lo tanto, mientras más tiempo permanezcan en un medio, el daño que causan se va acumulando o es mayor, como por ejemplo los rayos UV sobre la piel. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Fracción Fina: Es la fracción del MP_{10} con diámetro menor a 2,5 µm. Denominado también PM 2.5. Contiene material particulado secundario (generado por la conversión de gas a sólido), partículas originarias de combustión y compuestos orgánicos y metales recondensados. Contiene la mayor parte de la acidez y de la actividad mutagénica. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Fracción Gruesa: Es la fracción del MP_{10} mayor a 2,5 µm en diámetro aerodinámico. Contiene material de la corteza terrestre, polvo fugitivo de caminos e industrias. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Fuente Difusa o Fuente No Puntual: Fuentes de menores dimensiones o dispersas desde las que pueden liberar o generar emisiones, residuos y/o transferencias de contaminantes al suelo a la atmosfera o al agua, y respecto de las cuales no resulte posible identificarlas u obtener información

desglosada. (Fuente: Decreto Supremo N°1/2013 Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC)

Fuente Fija (estacionaria) o Fuente Puntual: Son aquellas fuentes donde la ubicación del punto de descarga, generación o emisión al medio ambiente es plenamente identificable. Las emisiones, residuos y/o transferencias de contaminantes de las fuentes puntuales al medio ambiente, pueden estar o no sujetas a medición o cuantificación, a través de una norma de emisión, plan de monitoreo, plan de manejo u otra regulación que así lo determine. El parámetro deberá medirse, cuantificarse o estimarse dependiendo de lo establecido en la norma de emisión o regulación respectiva. (Fuente: Decreto Supremo N°1/2013 Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC)

Impacto Ambiental: La alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Material Particulado (MP): Es una mezcla de partículas líquidas, sólidas o líquidas y sólidas suspendidas en el aire que difieren en tamaño, composición y origen. El tamaño de las partículas suspendidas en la atmósfera varía en más de cuatro órdenes de magnitud, desde unos pocos nanómetros a decenas de micrómetros. El Material Particulado conviene clasificarlo por sus propiedades aerodinámicas, dado que éstas son un factor decisivo para el transporte y la remoción de las partículas desde el aire. También, son determinantes para la depositación en el sistema respiratorio y están asociadas con la composición química y las fuentes de esas partículas. Cuando se habla del tamaño de una partícula, se está refiriendo a su diámetro aerodinámico.

Material Particulado Respirable: Comprende las partículas de diámetro aerodinámico menor a 10 µm. Representa una mezcla compleja de sustancias orgánicas e inorgánicas. Estas partículas penetran a lo largo de todo el sistema respiratorio hasta los pulmones, produciendo irritaciones e incidiendo en diversas enfermedades. De acuerdo a masa y composición, se tienden a dividir en dos grupos principales, MP Grueso, con diámetros mayores a 2,5 µm y menores a 10 µm; y MP Fino, con diámetros menores a 2,5 µm.

Medio Ambiente Libre de Contaminación: aquel en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y períodos inferiores a aquellos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Medio Ambiente: El sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

MP_{10} (Material Particulado Respirable): Partículas sólidas o líquidas, como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, suspendidas en la atmósfera, cuyo diámetro es inferior a 10 µm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro). (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

$MP_{2,5}$ (Material Particulado Fino Respirable): Corresponde a aquellas partículas de diámetro inferior o igual a las 2.5 micrómetros. Su tamaño hace que sean 100% respirables, por lo que penetran el aparato respiratorio y se depositan en los alvéolos pulmonares. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente)

Norma Primaria de Calidad Ambiental: Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Norma Secundaria de Calidad Ambiental: Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Normas de Emisión: Las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Plan de Descontaminación: Según la legislación chilena es un instrumento de gestión ambiental destinado a reducir la presencia de contaminantes a los niveles fijados por las normas primarias o secundarias en una zona saturada. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Plan de Prevención: Es un instrumento de gestión ambiental que, en una zona latente, busca evitar que las normas ambientales primarias o secundarias sean sobrepasadas. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Protección del Medio Ambiente: El conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones destinados a mejorar el medio ambiente y a prevenir y controlar su deterioro. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente)..

Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC): Es un catálogo o base de datos que contiene información periódica y actualizada sobre sustancias químicas contaminantes o potencialmente dañinas para la salud y el medio ambiente, que son emitidas directamente al suelo, al aire o al agua por establecimientos industriales u otras actividades como el transporte o la agricultura. Además, incluye información sobre el tratamiento o eliminación de residuos contaminantes peligrosos (transferencias). (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales: Es un programa coordinado por los Ministerios del Medio Ambiente y de Educación, la Coproración Nacional Forestal y la Organización de Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO). Tiene como propósito fomentar la incorporación de variables ambientales en los establecimientos educacionales en tres ámbitos: pedagógico, en la gestión de la escuela y en la relación de la comunidad educativa con el entorno. (Fuente: Ministerio del Medio Ambiente).

Subvención Escolar Preferencial: Es una iniciativa que entrega recursos adicionales por cada alumno prioritario y preferente, a los sostenedores de establecimientos que han firmado con el Ministerio de Educación un Convenio de Igualdad de Oportunidades y Excelencia Educativa; para la implementación de un Plan de Mejoramiento Educativo. (Fuente: Ministerio de Educación)

Zona Latente: Aquella en que la medición de la concentración de contaminantes en el aire, agua o suelo se sitúa entre el 80% y el 100% del valor de la respectiva norma de calidad ambiental. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Zona Saturada: Aquella en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas. (Fuente: Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente).

Fuentes de Información

Bibliografía

Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (s.f.). Recomendaciones para el Uso Eficiente de la Energía en el Hogar. Santiago.

Albert, L. (1997). Contaminación ambiental. Origen, clases, fuentes y efectos. México.

Amnistía Internacional. (2014). Bhopal: Resumen de los hechos.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2000). Desafíos e innovaciones en la gestión ambiental: actas del seminario internacional «Experiencia latinoamericana en manejo ambiental». Santiago, Chile: CEPAL.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización para la cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2016). Evaluaciones del desempeño ambiental. Santiago, Chile.

Contreras, A., & Molero, M. (2011). Ciencia y tecnología del medioambiente. Madrid, España: Universidad Nacional de Educación.

Errázuriz, A. M. (2002). Manual de Geografía de Chile. Santiago, Chile: Andrés Bello.

Henry, J., & Heinke, G. (1999). Ingeniería Ambiental. México D.F, México: Pearson Educación.

Instituto Nacional de Estadísticas. (2015). Informe anual de medio ambiente. Santiago, chile: Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Kiely, G. (1999). Ingeniería ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión . España: McGraw-Hill Interamericana.

Ministerio del Medio Ambiente. (2011). Informe del estado del medio ambiente. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Ministerio del Medio Ambiente. (2013). Primer Reporte del Estado del Medio Ambiente. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Ministerio del Medio Ambiente. (2014). Planes de descontaminación atmosférica. Estrategia 2014-2018. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Ministerio del Medio Ambiente. (29 de Septiembre de 2016). Obtenido de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/doc/Manual-casa-verde-Version-Final.pdf

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Segunda Encuesta Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Organización Mundial de la Salud. (2016). WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database.

Superintendencia del Medio Ambiente. (2013). Estrategia de fiscalización ambiental. Santiago, Chile: Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).

Universidad de Chile. (2012). Informe país. Estado del medio ambiente en Chile. Santiago, Chile: Instituto de Asuntos Públicos.

Wark, K., & Warner, C. (2001). Contaminación del aire. Origen y control. Limusa.

Sitios web de interés:

http://sinca.mma.gob.cl/

http://sinia.mma.gob.cl/

http://portal.mma.gob.cl/

http://www.minenergia.cl/usabienlaenergia/

http://airechile.gob.cl/

http://www.calefaccionsustentable.cl/

http://calefactores.mma.gob.cl/

http://www.acee.cl/

http://educacion.mma.gob.cl/

http://www.fpa.mma.gob.cl/index.php

http://portal.mma.gob.cl/wp-content/academia/

http://www.consumovehicular.cl/

Documentación:

Boletín N° 1 - Todos por un Aire más Limpio. SEREMI Región Metropolitana, Ministerio del Medio Ambiente.

Guía Pedagógica Descontaminemos el aire de nuestra ciudad. SEREMI Región del Libertador General Bernardo O´Higgins, Ministerio del Medio Ambiente.

Manual de la Casa Verde. Ministerio del Medio Ambiente.

Ley 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Resolución 1215, Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica.

Presentación: Propuesta de Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica, Región Metropolitana. Ministerio del Medio Ambiente.

Estado del Medio Ambiente 2011, Capítulo 1 “Contaminación atmosférica”, Ministerio del Medio Ambiente.

Segundo Reporte del Estado del Medio Ambiente, Ministerio del Medio Ambiente

Planes de Descontaminación Atmosférica. Estrategia 2014 – 2018, Ministerio del Medio Ambiente.

División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana
Ministerio del Medio Ambiente
Diciembre 2016

Fotografías:
Ministerio del Medio Ambiente
Mauricio Espinosa

Contenidos:
Departamento de Planes
División de Calidad del Aire

Ministerio del Medio Ambiente

Gobierno de Chile

Guía de **Calidad del Aire y Educación Ambiental**