

Curso inicial de Cambio Climático

CALIDAD DE AIRE



Tabla de contenido

TEMA 2: CALIDAD DE AIRE	3
I. Introducción	3
II. Mapa conceptual	3
III. Antecedentes generales	4
1. Planeta Tierra y su vinculación con la atmósfera	4
2. Atmósfera	4
3. Composición de la atmósfera	5
IV. Contaminación atmosférica y calidad del aire	6
1. Fuentes de contaminación atmosférica y tipos de contaminantes	6
2. Efectos en la salud de las personas y los ecosistemas	9
3. Instrumentos de gestión ambiental	11
V. Cambio climático y calidad del aire	12
1. El desarrollo de las ciudades y su impacto en el calentamiento global	12
2. Forzantes climáticos de vida corta	13
VI. PPDA para las comunas de Concepción Metropolitano	13
1. Calidad del aire en la ciudad de Concepción	14
2. Reseña del proceso del PPDA	15
3. Alcances y medidas del PPDA	16
VII. ¿Qué podemos hacer para mejorar la calidad del aire?	17
VIII. Propuesta de actividades para calidad de aire	18
Actividad N°1: “Aprendiendo sobre calidad de aire”	18
Actividad N°2: “¿De dónde proviene la contaminación?”	20
Actividad N°3: “¿Qué observamos en nuestro territorio?”	21
Actividad N°4: “¿Impactos de la contaminación del aire?”	22
Actividad N°5: “Cuidado del aire”	23
Actividad N°6: “Gestión de episodios críticos”	24
Actividad N°7: “¿Cómo podemos mejorar?”	25
Actividad N°8: “¿A quién informar?”	26

III. Antecedentes generales

1. Planeta Tierra y su vinculación con la atmósfera

La parte externa del planeta Tierra está compuesta por varias capas, específicamente, la hidrósfera, la geósfera, la biósfera y la atmósfera. Estas cuatro capas contribuyen a la mantención de la vida en la Tierra. Por su parte, la hidrósfera corresponde a la capa de la Tierra conformada por el conjunto de aguas, ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso. La geósfera corresponde a la parte sólida del planeta, mientras que la atmósfera corresponde a la capa gaseosa que envuelve el planeta. Por último, la biósfera corresponde a la capa en donde se desenvuelve la vida, considerando los seres vivos y los ambientes en donde se desarrollan.

Imagen 1: Planeta Tierra



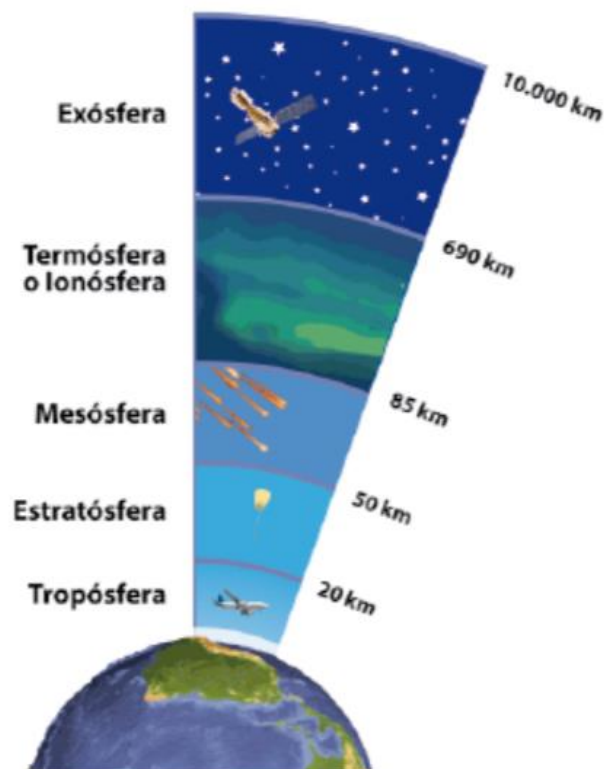
2. Atmósfera

La atmósfera corresponde a la capa gaseosa que envuelve nuestro planeta, tiene un grosor aproximado de 10.000 kilómetros y es en donde se producen todos los fenómenos climáticos y meteorológicos que afectan al planeta, junto con esto, regula la

entrada y salida de energía terrestre, manteniendo la temperatura de la Tierra, absorbe gran parte de la radiación solar ultravioleta debido a la presencia de ozono, y también actúa como un escudo protector contra los meteoritos.

La atmósfera se divide en cinco capas, la exósfera, termósfera o ionosfera, mesósfera, estratósfera, y por último, la tropósfera que corresponde a la capa más cercana a la superficie terrestre, en donde se forman las nubes y se producen procesos atmosféricos como las lluvias.

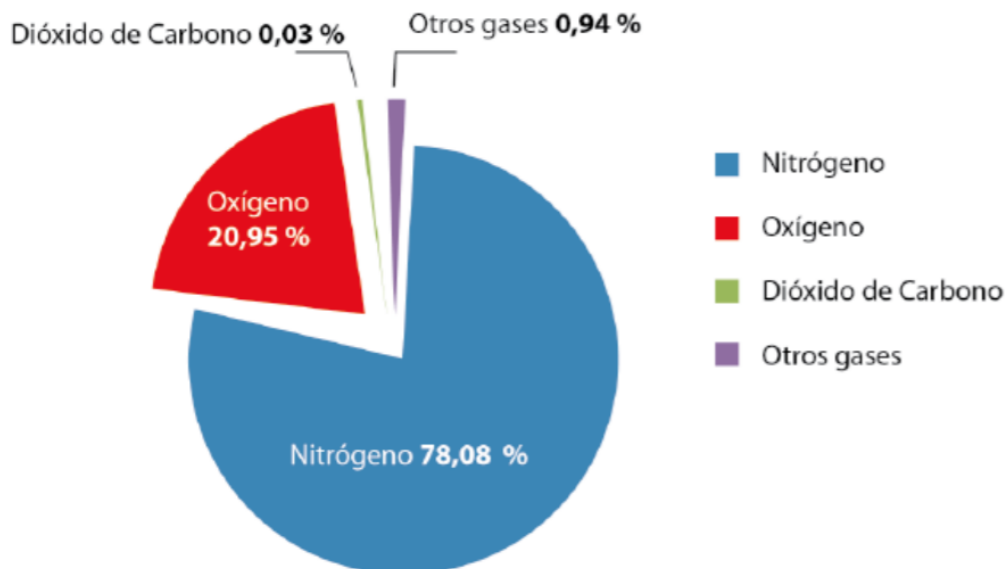
Imagen 2: Atmósfera



3. Composición de la atmósfera

La atmósfera está constituida por una mezcla de gases, los que coloquialmente son denominados aire, 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.

Gráfico 1: Composición de la atmósfera



IV. Contaminación atmosférica y calidad del aire

La contaminación atmosférica se puede definir como 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 ambiental¹. Ahora bien, contaminante es definido en la Ley 19.300, de 1994, de Bases Generales del Medio Ambiente como 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.

Por otro lado, la calidad del aire o inmisión corresponde a las concentraciones de contaminantes que llega a un receptor, más o menos alejado de la fuente de emisión, una vez transportado y difundido por la atmósfera². Esto quiere decir, que la calidad del aire es dinámica, y depende de factores como las emisiones y sus fuentes y la capacidad de la atmósfera para diluir y/o dispersar la concentración de contaminantes lo que depende de factores meteorológicos y geográficos de la región, ciudad o zona afectada.

1. Fuentes de contaminación atmosférica y tipos de contaminantes

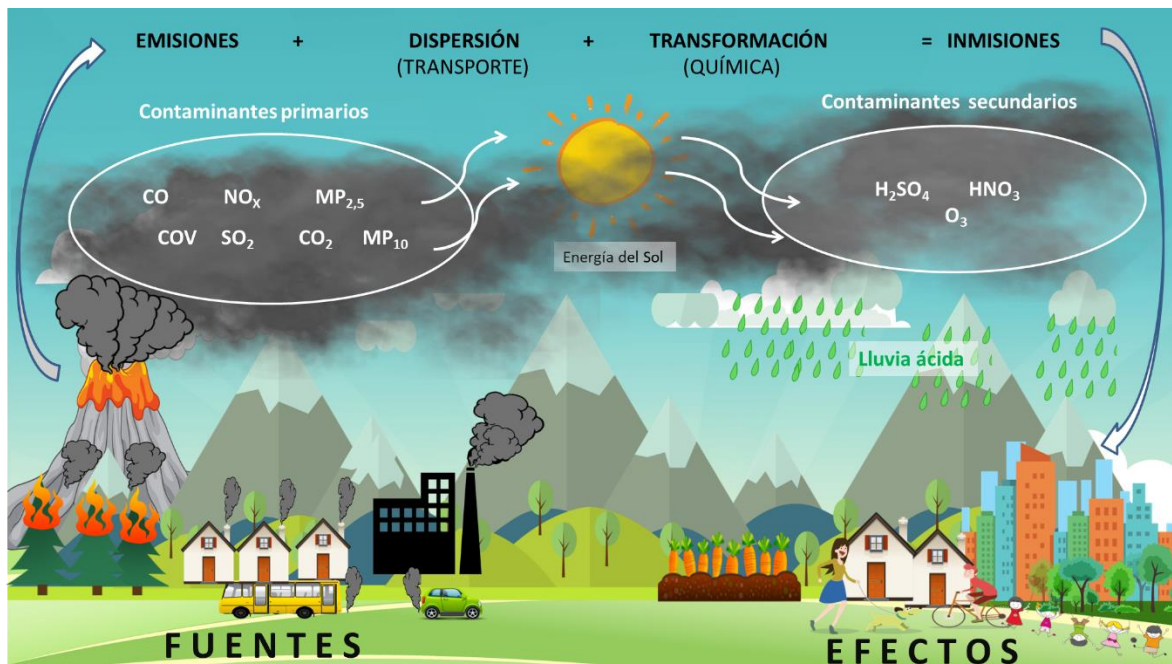
¹ Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental, 2016. Ministerio del Medio Ambiente.

² DS 105/2018 Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, 2018. Ministerio del Medio Ambiente.

Las fuentes de contaminación atmosféricas se dividen en fuentes naturales o biogénicas, que corresponden a la contaminación productos de eventos como erosiones, incendios, erupciones volcánicas, entre otras y en fuentes antropogénicas. Esta última corresponde a actividades o intervenciones que realizan las personas, siendo la principal causa la combustión de materiales, ya sea originada por las industrias, los vehículos o en el hogar. Esta clasificación se subdivide principalmente en: fuentes estacionarias, fuentes móviles y fuentes fugitivas:

	Las fuentes fijas o estacionarias son aquellas instalaciones en un lugar físico particular, definido e inamovible y que generan emisiones derivadas de la quema de combustible y cuyas emisiones se descargan por una chimenea o ducto. Estas fuentes se subdividen en fuentes puntuales, como es el caso del sector industrial y en fuentes estacionarias areales que corresponde al sector residencial.
	Las fuentes móviles corresponden a las fuentes que pueden desplazarse, y son asociadas a 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.
	Por último, las fuentes fugitivas corresponden a las 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

Imagen 3: Fuentes y efectos de la contaminación atmosférica



Las fuentes de contaminación atmosférica generan distintos tipos de contaminantes, los cuales pueden ser primarios o secundarios:

- Por una parte, los contaminantes primarios corresponden a aquellos que provienen directamente de las fuentes de emisión, tales como chimeneas industriales, calefacción domiciliaria y tubos de escape de automóviles.
- Por otro lado, los contaminantes secundarios corresponden a aquello que se originan en el aire producto de reacciones químicas que pueden ocurrir entre dos o más contaminantes primarios, o entre contaminantes primarios y elementos propios de la atmósfera.

Contaminantes primarios y secundarios del aire:

Contaminantes Primarios	Contaminantes Secundarios
Óxidos de carbono (CO)	O ₃ (troposférico)
Compuestos nitrogenados (NO _x , NH ₃ , N ₂ O)	Hidrocarburos oxidados
Compuestos azufrados (SO _x , SO ₂)	Aerosoles orgánicos secundarios
Material particulado (MP10 y MP2,5)	Sulfatos
Hidrocarburos	Nitratos
Metales	Material Particulado secundario

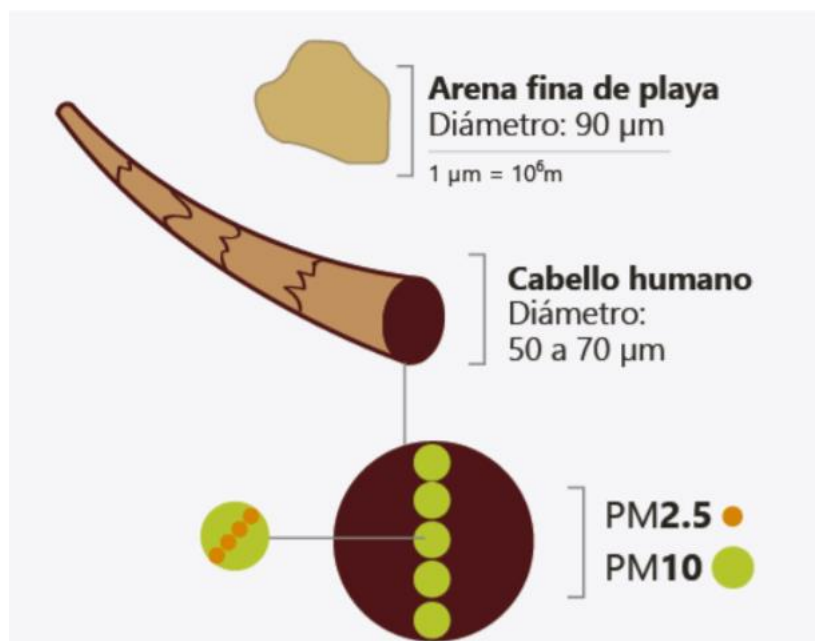
Uno de los contaminantes que es importante profundizar, corresponde al material particulado respirable (MP) que son partículas sólidas o líquidas tales como polvo, cenizas, partículas metálicas, polen, entre otras, dispersas en la atmósfera, las cuales se encuentra principalmente en zonas urbanas y provienen de diversas fuentes, por ejemplo de procesos industriales, tráfico de vehículos, combustión de leña, entre otras. Este contaminante es de especial importancia debido a que, por su tamaño, es capaz de

ingresar al sistema respiratorio del ser humano. De acuerdo con lo señalado en la Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP 2,5 (DS 12/2011), el material particulado se clasifica de acuerdo a su diámetro, lo cual se vincula con la intensidad de sus impactos ³:

- Fracción gruesa: Es la fracción del MP10 es decir mayor 2,5 micrones y menor o igual a 10 micrones de diámetro. Estas partículas son inhalables y pueden penetrar en las vías respiratorias llegando sólo hasta la región torácica, ya que por su tamaño quedan retenidas en la parte superior del sistema respiratorio.
- Fracción fina: Es la fracción del MP10 con un diámetro menor a 2,5 micrones, denominado también como MP2,5. Debido a su tamaño pueden penetrar en las vías respiratorias hasta llegar a los pulmones y alvéolos e ingresar directamente al torrente sanguíneo, siendo más dañino para la salud.

La siguiente imagen muestra una comparación entre el diámetro de un grano de arena, un cabello humano y el MP10 y MP2,5:

Imagen 4: MP10 y MP2,5



2. Efectos en la salud de las personas y los ecosistemas

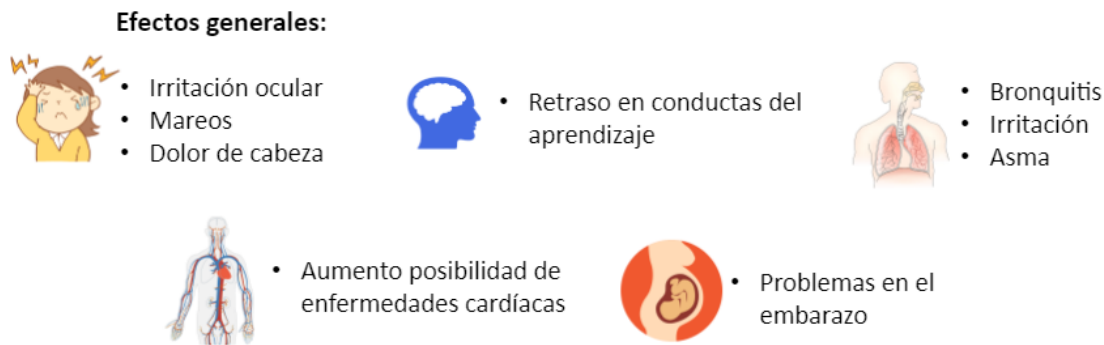
En Chile se estima que 10 millones de personas están expuestas a niveles de contaminación de material particulado MP2.5 por sobre la norma, siendo esto responsable de diversos efectos en la salud de las personas⁴.

³DS 12/2011 Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP 2,5, 2011. Ministerio del Medio Ambiente.

⁴ Educación ambiental para el mejoramiento de la calidad del aire, 2016. Ministerio del Medio Ambiente.

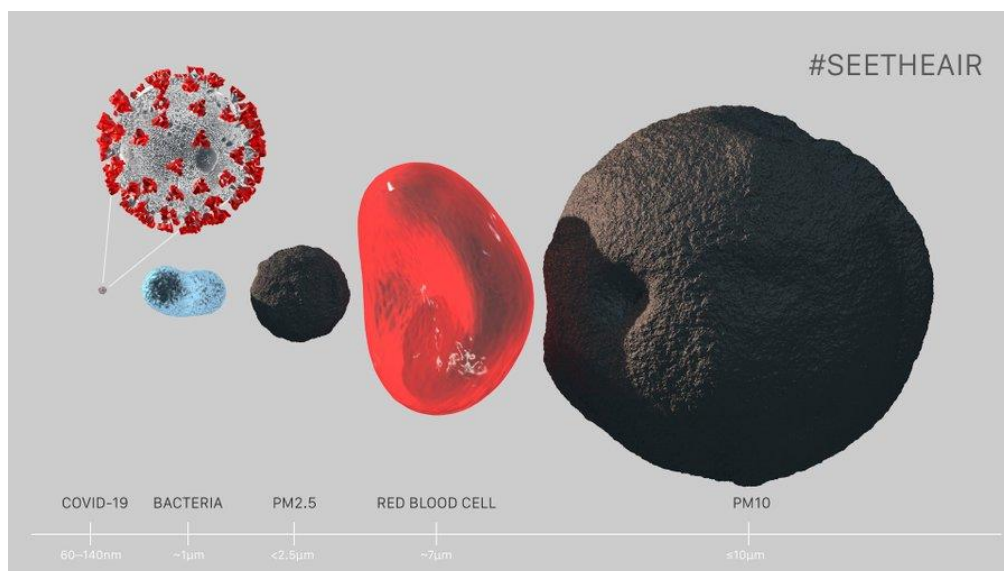
Algunos de los efectos de la contaminación en la salud de las personas son el aumento de enfermedades cardiorrespiratorias, incrementos de mortalidad prematura, entre otras.

Imagen 5: Efectos en la salud de las personas



Junto con lo anterior, el material particulado puede actuar como un transportador de distintos virus, ya que estos poseen un diámetro menor al MP10 y MP2,5, por ende, en días de elevada contaminación los virus pueden ingresar al cuerpo a través de las vías respiratorias.

Imagen 6: Comparación de virus, bacteria y MP10 y MP2,5.



Ahora bien, la contaminación no solo tiene impactos en la salud de las personas, sino que también afecta a los ecosistemas. Algunos de los principales impactos son:

- Lluvia ácida: se refiere a cualquier forma de precipitación, tanto húmeda (lluvia, nieve o niebla) o seca (polvo o humo), que tiene niveles altos de acidez. La lluvia

ácida al entrar en contacto con los suelos los acidifica, disuelve elementos minerales básicos como el potasio, magnesio y calcio, acidifica los terrenos y permite la infiltración de metales tóxicos que pueden llegar a aguas subterráneas. De igual manera, la lluvia acidifica lagos y ríos afectando tanto a especies vegetales como animales. Junto con lo anterior, causa daño directo en los vegetales, evidenciándose una disminución en la tasa de crecimiento de las plantas, además de daños en hojas y frutos. Por último, la lluvia ácida puede corroer y oxidar los materiales en edificios, afectando, particularmente, a monumentos, edificios y estatuas.

- Destrucción de la capa de ozono: la capa de ozono corresponde una capa presente en las capas altas de la estratosfera, y que protege al planeta evitando el paso de la radiación UV-B. Si bien este es un gas que se produce naturalmente, el uso de clorofluorocarbonos (CFC) en aerosoles y en tecnologías de refrigeración aceleran el proceso de descomposición del ozono disminuyendo la protección de la radiación UV-B, teniendo impactos en distintas especies y en la salud.
- El smog fotoquímico: este se forma a partir de las reacciones entre la luz solar y los óxidos de nitrógeno (NO_x) y/o compuestos orgánicos volátiles (COVs). Este fenómeno se desarrolla en grandes ciudades del mundo, especialmente en aquellas que cuentan con mucho tráfico, son soleadas y tienen poco movimiento de las masas de aire. Este tipo de smog oscurece la atmósfera dejando el aire de un color café rojizo y tiene impactos sobre zonas forestales y agrícolas cercanas a las ciudades.
- Intensificación del efecto invernadero: debido al aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), que son producidos, principalmente, por la quema de combustibles fósiles, combinado con la deforestación de bosques. Este aumento de GEI da como resultado un progresivo aumento de la temperatura media en la superficie del planeta, alterando el equilibrio de los ecosistemas.

3. Instrumentos de gestión ambiental

Como parte de las acciones desarrolladas por el Ministerio del Medio Ambiente se encuentra la definición instrumentos de gestión ambiental, dentro de los cuales se encuentran la Norma Primaria de Calidad Ambiental, que tiene como finalidad reducir los contaminantes en el aire con el objetivo de proteger la salud de las personas, estableciendo los valores de las concentraciones y períodos, máximo o mínimo permisibles de elementos, compuesto 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. Por otro lado, se encuentra la Norma Secundaria de Calidad Ambiental la 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.

Junto con lo anterior, desde el año 1993 existen en Chile los planes de descontaminación y prevención, los cuales tienen como objetivo reducir la concentración de los contaminantes en el aire y así cumplir con las normativas de calidad del aire. Un plan de prevención es un instrumento de gestión ambiental que, a través de la definición e

implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primarias o secundarias, en una zona latente⁵. Por su parte, un plan de descontaminación es un instrumento de gestión ambiental que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y secundarias de calidad ambiental de una zona calificada como saturada⁶ por uno o más contaminantes⁷.

V. Cambio climático y calidad del aire

En primer, lugar por cambio climático se entenderá el 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 períodos de tiempo comparables⁸. Una de las causas del cambio climático corresponde al aumento en la concentración de determinados gases de efecto invernadero (GEI) derivados de la actividad humana. Los principales GEI son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el ozono (O₃).

Ahora bien, es importante señalar que tanto la contaminación del aire como el cambio climático provienen de un factor común, que es el impacto del ser humano y la generación de gases contaminantes con acciones como la quema de combustibles fósiles y sus derivados, en el transporte, la industria y los hogares. Por su parte, el aumento de emisiones, principalmente de CO₂, es uno de los responsables del calentamiento global que deriva en el cambio climático, mientras que la generación de otros gases contaminantes como los óxidos de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), entre otros, son los principales responsables de la contaminación del aire.

1. El desarrollo de las ciudades y su impacto en el calentamiento global

Como se mencionó inicialmente, la atmósfera está compuesta de diversos gases los que permiten retener una parte de la radiación solar, y así mantener una temperatura que favorezca la vida en la Tierra. Ahora bien, en los últimos siglos con el aumento de emisión de gases contaminantes se ha generado un aumento de la temperatura de la Tierra, potenciando así el efecto invernadero natural.

La acción humana es responsable de un alto porcentaje de las emisiones de los gases de efecto invernadero. Según datos de Naciones Unidas, las ciudades son responsables de

⁵ Zona latente corresponde a aquella área geográfica 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.

⁶ Zona saturada corresponde a aquella área geográfica en que una o más normas de calidad ambiental se encuentran sobrepasadas.

⁷DS 93/2013 Reglamento para la Dictación de Planes de Prevención y Descontaminación, 2013. Ministerio del Medio Ambiente.

⁸ Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

más del 70% de las emisiones de gases efecto invernadero mundiales⁹. En la actualidad, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, cifra que se espera aumente en los próximos años. De esta forma, el aumento de la población, alto consumo energético de las ciudades, el uso de combustibles fósiles y la deficiente planificación urbana son algunas de las causas del alto impacto de las ciudades.

2. Forzantes climáticos de vida corta

Los forzantes climáticos corresponden a aquellos contaminantes que producen calentamiento del clima, pero que tienen una vida relativamente corta en la atmósfera, desde unos días hasta unas décadas y debido a que su duración en la atmósfera es relativamente corta, su reducción puede disminuir rápidamente el calentamiento global. Según lo señalado en el Informe Especial de 2018 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) la mitigación simultánea de contaminantes climáticos de vida corta y CO₂ es el único escenario posible para alcanzar la metas del Acuerdo de París.

Algunos contaminantes de vida corta son:

- Carbono negro (Hollín): es un aerosol que contiene partículas solidas en suspensión y forma parte del material particulado fino. Sus partículas al ser oscuras absorben la luz solar, elevando los niveles de temperatura a su alrededor.
- Ozono troposférico (O₃): corresponde a un contaminante secundario, esto quiere decir que no es emitido a la atmósfera directamente por una fuente, sino que se forma a partir de reacciones fotoquímicas entre contaminantes primarios que son emitidos por autos, industrias, entre otras fuentes. El ozono troposférico puede tener diversos efectos sobre la salud de las personas, como problemas respiratorios, irritación de ojos, entre otros.
- Hidrofluorocarbonos (HFCs): es una sustancia química creada por el hombre, y se encuentra, principalmente, en aires acondicionados, refrigeradores, aerosoles, entre otros. Este gas contiene un alto potencial de calentamiento de la tierra.
- Metano (CH₄): es un gas que se produce naturalmente por la descomposición de materia orgánica. Es un poderoso gas de efecto invernadero, ya que tiene un alto potencial de calentamiento de la atmósfera.

VI. PPDA para las comunas de Concepción Metropolitano

En diciembre del año 2019 el Ministerio del Medio Ambiente establece el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) que rige a las comunas de Concepción Metropolitano, éstas son Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Hualpén y Talcahuano, y tiene por objetivo dar cumplimiento a la norma primaria de calidad ambiental por MP2,5, en un plazo de 10

⁹Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2019/09/1462322#:~:text=partes%20para%202030.-,Las%20ciudades%20consumen%20una%20gran%20parte%20del%20suministro%20energ%C3%A9tico%20mundial,el%20calentamiento%20de%20la%20Tierra.>

años y no sobrepasar los límites de latencia de la norma primaria de calidad ambiental por MP10.

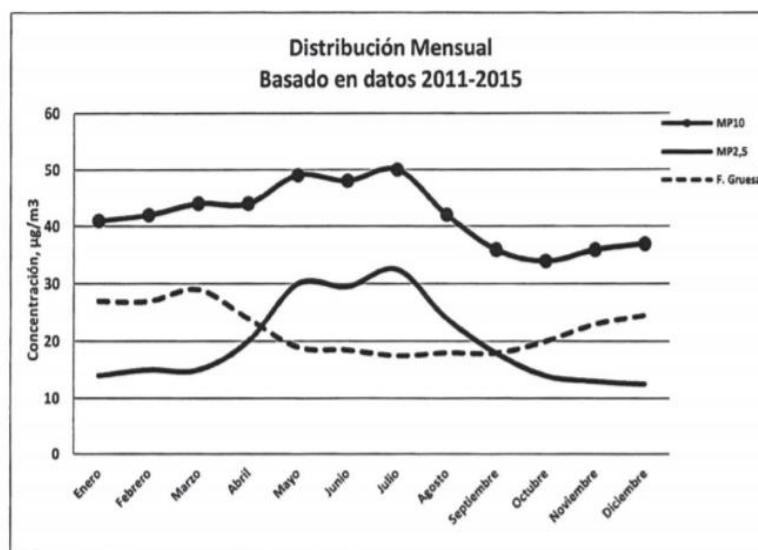
1. Calidad del aire en la ciudad de Concepción

Las comunas de Concepción Metropolitano fueron declaradas como zonas saturadas por MP2,5 y como zonas latentes por MP10. Según lo señalado en el PPDA tanto el MP2,5 como el MP10 presentan una alta estacionalidad, presentando una mayor concentración de MP2,5 en los meses de otoño e invierno y un aumento en las concentraciones de MP10 en los meses de primavera y verano.

En primer lugar, en el caso de los meses de otoño e invierno se produce un mayor uso de la calefacción domiciliar y sumado a las condiciones meteorológicas del periodo, se genera un aumento de la concentración de contaminantes. Esta situación se debe, principalmente, al tipo de calefacción utilizado en la comuna durante los meses de invierno, especialmente, el uso de leña húmeda que al contar con un alto porcentaje de líquido genera una combustión incompleta, en donde se libera vapor de agua junto con gases contaminantes, provocando un aumento del MP2,5, además de episodios de humareda en los valles de Concepción.

Por otro lado, la temporada de primavera-verano es más seca y con más viento, junto con el aumento de incendios forestales generan un levantamiento de material más grueso, aumentando las concentraciones de MP10. De esta forma, otro de los fenómenos que impacta en la calidad del aire en la ciudad son los incendios forestales, teniendo como consecuencia, episodios de emergencia y preemergencia ambiental en comunas de la región durante los meses de verano.

Gráfico 2: Promedio de material particulado fino y grueso en el periodo 2011-2015.



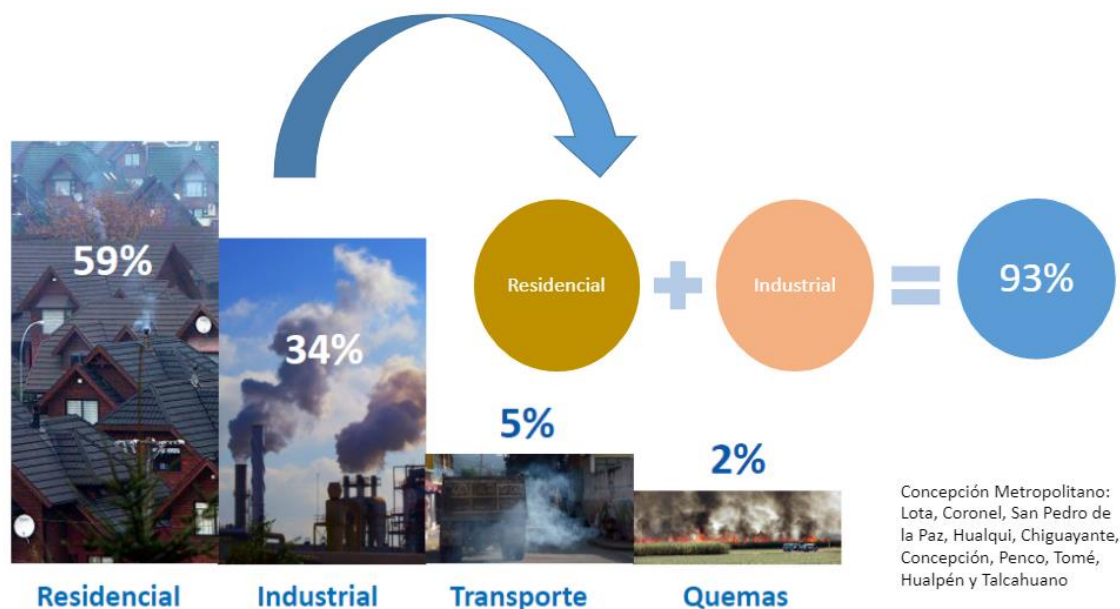
10

¹⁰ Plan de Prevención y de Descontaminación atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano. Ministerio del Medio Ambiente.

Por último, otro de los factores que intervienen en la calidad de aire en la comuna son los ruidos ambientales y vibraciones provenientes de la construcción de edificios y de otras actividades productivas, para lo cual el municipio ha incorporado en su ordenanza municipal sobre gestión del medio ambiente, regulaciones para la prevención y control de ruidos

Junto con lo anterior, es posible identificar que en las comunas de Concepción Metropolitano los principales sectores asociados a la contaminación atmosférica de la zona corresponden, en primer lugar, al sector residencial, asociado especialmente a la quema de biomasa (leña), y en un segundo lugar al sector industrial.

Imagen 7: Porcentaje de emisiones globales por sectores



2. Reseña del proceso del PPDA

La definición de un Plan de Prevención y Descontaminación para las comunas de Concepción Metropolitano inicia el año 2006 en donde el Ministerio Secretaría General de la Presidencia declara zona latente por material particulado MP10 las comunas de Concepción Metropolitano. De esta forma, en marzo de 2007 se dio inicio al proceso de elaboración de un Plan de prevención atmosférico por MP10. Posteriormente, en el año 2015 el Ministerio del Medio Ambiente declaró zona saturada por MP2,5 en las comunas de Concepción Metropolitano, para lo cual, en el año 2016 el Ministerio del Medio Ambiente unió el proceso de elaboración del Plan de descontaminación MP2,5 con el Plan de Prevención atmosférica por MP10. Finalmente, en diciembre del año 2019 el Ministerio estableció el Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica para las comunas de Concepción Metropolitano.

3. Alcances y medidas del PPDA

El Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosféricas para las comunas de Concepción Metropolitano considera medidas para las principales fuentes de emisión identificadas en la zona. De esta forma se definen las siguientes categorías y medidas:

- Residencial:

- Uso y mejoramiento en la calidad de la leña.
- Uso y mejoramiento de artefactos.
- Mejoramiento en eficiencia térmica de las viviendas.

- Industrial:

- Control de emisiones de fuentes fijas
- Control de emisiones asociadas a las quemas agrícolas, forestales y domiciliarias.
- Compensación de emisiones.

- Transporte

- Control de emisiones asociadas a fuente móviles.
- Generación de áreas verdes y ciclovías.

- Educación:

- Plan de educación y difusión ambiental.

- Gestión de episodios críticos (GEC)

- Medidas de mitigación.
- Medidas de prevención.

*Algunas de las acciones desarrolladas por parte de la Municipalidad de Concepción con el fin de dar respuesta a las medidas establecidas en el PPDA, en primer lugar ha sido la definición de un Plan Local de Cambio Climático desarrollado el año 2019 con la finalidad de fijar las pautas para avanzar hacia la reducción de las emisiones de carbono por parte de las actividades comunales.

Junto con lo anterior, se han definido acciones de difusión y educación entorno al cambio climático y calidad de aire, mejoras en la fiscalización del comercio de leña, dando a conocer mensualmente los establecimientos que cuentan con stock de leña seca. Además, se han habilitado vías exclusivas para transporte público y construido ciclovías e instalado estacionamientos para bicicletas, incentivando a la comunidad al uso de medios de transportes no contaminantes.

Otras medidas realizadas son: la prohibición en un plazo de dos años del uso de calefactores a leña en edificios municipales, participación en programas de arborización urbana y de aumento de áreas verdes.

Por otro lado, en relación a la gestión de episodios críticos, existen cinco niveles de calidad de aire, los que dependen de los niveles de concentración de contaminantes, modelos matemáticos de calidad de aire y factores meteorológicos.

En la siguiente imagen se presentan los niveles de episodios de calidad del aire, considerando la concentración de contaminante ya sea MP_{2,5} o MP₁₀ que hay en 1 metro cúbico de aire.

Imagen 8: Niveles episodios de calidad del aire

Nivel	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) MP2.5	Concentración ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) MP10
Bueno	0 - 49	0 - 149
Regular	50 - 79	150 - 194
Alerta	80 - 109	195 - 239
Preemergencia	110 - 169	240 - 329
Emergencia	170 o superior	330 o superior

Algunas de las medidas implementadas en casos de calidad de aire buena o regular son, la prohibición de uso de chimeneas de hogar abiertas, es decir, que no cuentan con puerta o cierre de la cámara de combustión. Prohibición de la quema de cualquier tipo de carbón en cocinas y calefactores y la prohibición de la quema de residuos.

En el caso de episodios críticos, estos se decretan 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 de calidad del aire. Estos son clasificados como: alertas, preemergencias o emergencias ambientales¹¹.

Por su parte, en los casos de alerta se prohíben los humos de 18:00 pm a 00:00 am. En los casos de pre-emergencia se mantiene el horario de prohibición de humos visibles, junto con restringir el uso de calderas y se sugiere limitar las actividades físicas. Por último, en los casos de emergencia se prohíben los humos visibles las 24 horas del día, se prohíbe el funcionamiento de fuentes estacionarias como calderas y se mantienen las limitaciones en el desarrollo de actividades físicas.

VII. ¿Qué podemos hacer para mejorar la calidad del aire?

A continuación, se presentan algunas medidas que se permiten contribuir con las medidas de prevención y descontaminación atmosférica:

- **Transporte**
 - Preferir el uso del transporte público o medio limpio como la bicicleta y/o caminata para movilizarse.
- **Calefacción**
 - Usar leña con bajo porcentaje de humedad, es decir, leña seca.
 - Usar la calefacción a criterio, aislando puertas y ventanas para conservar el calor.

¹¹Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental, 2016. Ministerio del Medio Ambiente.

- Cuando se requiera el uso de calefacción, mantener los espacios a una temperatura confort, cercana a los 20°C
- **Acciones diarias**
- Preferir productos locales y que no sean derivados del petróleo.
- Proteger el medio ambiente, plantando un árbol o cultivando un huerto.

VIII. Propuesta de actividades para calidad de aire

A continuación, se presentan las propuestas de actividades para trabajar en los talleres y/o capacitaciones sobre calidad de aire. Esta propuesta ha sido desarrollada tomando en cuenta una secuencia lógica de los objetivos de la educación ambiental, que va de la sensibilización a la acción, pasando por la entrega de contenidos. Una vez aprobadas las actividades se procederá a su desarrollo para lo cual se elaborará una pauta de implementación que incorporará:

- Nombre de la actividad
- Público objetivo
- Tiempo de implementación
- Objetivo
- Desarrollo para la implementación
- Recursos asociados a implementación presencial y online

Actividad N°1: “Aprendiendo sobre calidad de aire”

Público objetivo: ciudadanía

Tiempo de implementación: 1 hora 30 minutos.

Objetivo: Reconocer conceptos básicos vinculados a calidad de aire.

Desarrollo para la implementación:

- Al inicio de la sesión se presenta un mapa conceptual con los conceptos claves de la temática a trabajar.
- Se revisan con los participantes los principales conceptos, tales como la composición de la atmósfera, contaminación atmosférica, tipos y fuentes de contaminantes, entre otros.
- Posteriormente, se propone a los participantes realizar una actividad lúdica en donde se realizarán preguntas relacionadas a los conceptos presentados anteriormente, con el objetivo de reforzar sobre el tema trabajado.
- Se divide a los participantes en dos equipos. Cada grupo debe definir un nombre para su equipo seleccionando un concepto trabajado en la clase y explicando por qué lo ha elegido.
- Una vez determinados los grupos, el facilitador procede a leer cada set de preguntas de la A hasta la Z, alternando entre los distintos equipos. El equipo que responda correctamente una pregunta, se quedará con la letra del abecedario que corresponda. El equipo que tenga más letras es el ganador.
- Para finalizar la actividad, se abre el espacio para que cada grupo pueda comentar los conceptos que trabajaron, reflexionando en torno a lo aprendido y la relevancia de conocer estos nuevos conceptos.

Recursos asociados a implementación presencial y online:

- Mapa conceptual de calidad de aire
- Letras de abecedario para imprimir.
- Listado de preguntas ordenadas alfabéticamente.

Actividad N°2: “¿De dónde proviene la contaminación?”

Público objetivo: ciudadanía

Tiempo de implementación: 1 hora 30 minutos.

Objetivo: Reconocer algunas fuentes de contaminación.

Desarrollo para la implementación:

- Al inicio de la sesión, se muestran a los participantes una serie de imágenes de fuentes de contaminación, ya sean fuentes biogénicas y antropogénicas.
- Se invita a los participantes a comentar sobre las imágenes, mencionando si han observado esas u otras fuentes de contaminación en la comuna.
- Se divide a los participantes en grupos de 5-7 personas y se solicita a cada grupo que seleccione entre una o dos fuentes de contaminación.
- Se invita a cada grupo a desarrollar un relato en relación a la fuente de contaminación seleccionada, señalando elementos como, fechas, lugares, cómo se puede observar en el territorio, posibles impactos, entre otros elementos.
- Se entrega tiempo para que cada grupo presente su relato al resto de los participantes.
- Una vez presentado todos los grupos, se abre el espacio para que los participantes puedan identificar diferencias y similitudes entre las distintas fuentes de contaminación, como por ejemplo, lugares en donde se observan, efectos que se identifican en el entorno, entre otros elementos.

Recursos asociados a implementación presencial y online:

- PPT con imágenes de fuentes de contaminación presentes en la ciudad de Concepción.

Actividad N°3: “¿Qué observamos en nuestro territorio?”

Público objetivo: ciudadanía

Tiempo de implementación: 1 hora 30 minutos.

Objetivo: Reconocer en el entorno local distintas fuentes de contaminación.

Desarrollo para la implementación:

- Al iniciar la jornada, se comenta a los participantes que se realizará una dinámica de cartografía social, en donde se invita a registrar en una mapa las principales fuentes de contaminación que pueden identificar en su comuna o territorio más cercano.
- Para desarrollar la actividad, se entregan las siguientes indicaciones:
 - Se divide a los participantes en grupos de 5-7 participantes.
 - Se entrega a cada grupo un mapa de la comuna o territorio o un lienzo en blanco en donde deberán dibujar el mapa de su territorio.
 - Cada grupo debe definir una simbología para representar en su mapa los siguientes elementos: distintas fuentes de contaminación atmosférica, lugares más contaminados de la comuna y/o localidad, entre otros elementos que cada grupo considere pertinentes.
 - Una vez definida la simbología, se invita a cada grupo a reflexionar y pensar en su territorio e identificar las principales fuentes de contaminación que pueden observar en su localidad.
 - Finalmente, debe registrar en su cartografía los lugares y las fuentes de contaminación identificadas.
- Luego de que cada grupo desarrolle su cartografía, se invita a cada uno a presentar sus resultados, para que puedan comentar los principales elementos que incorporaron en sus mapas.

Recursos asociados a implementación presencial y online:

- Lienzo en blanco/mapa del territorio o comuna.
- Plumones.

Actividad N°4: “¿Impactos de la contaminación del aire?”

Público objetivo: ciudadanía

Tiempo de implementación: 1 hora 30 minutos.

Objetivo: Caracterizar las principales consecuencias asociadas a la contaminación del aire.

Desarrollo para la implementación:

- Para iniciar la jornada se vuelven a presentar las cartografías desarrolladas con anterioridad, con el objetivo de recordar las fuentes de contaminación identificadas en el territorio.
- Se menciona a los participantes cuáles son las principales fuentes de contaminación que existen en la comuna de Concepción.
- Posteriormente, se vuelve a dividir a los participantes en los grupos en que se desarrollaron las cartografías, con la finalidad de cada grupo pueda conversar en relación a las principales consecuencias que tiene cada fuente de contaminación, por medio de sus experiencias de cómo se puede observar estos efectos en su entorno y los posibles impactos para la salud y para los ecosistemas.
- Para organizar la información, se sugiere a cada grupo registrar de la siguiente manera:

Fuente de contaminación atmosférica	Cómo se observa en mi territorio	Consecuencias en la salud de las personas	Consecuencias en el ecosistema

- Una vez finalizado, se revisan las consecuencias registradas, identificando cuales son las principales consecuencias identificadas por los participantes.

Recursos asociados a implementación presencial y online:

- Cartografía de la comuna o territorio.
- Plumones.

Actividad N°5: “Cuidado del aire”

Público objetivo: ciudadanía

Tiempo de implementación: 1 hora 30 minutos.

Objetivo: Identificar medidas de cuidado del aire.

Desarrollo para la implementación:

- Para iniciar la sesión, se vuelven a recordar las cartografías realizadas anteriormente, y por medio de una lluvia de ideas se rememoran las principales fuentes de contaminación que se identificaron en la ciudad de Concepción.
- Se comenta a los participantes que el objetivo de la jornada es identificar acciones que se pueden desarrollar para evitar la contaminación atmosférica. Para esto, se vuelve a dividir a los participantes en grupos, entregando las siguientes indicaciones:
 - Cada grupo recibe una serie de tarjetas con algunos ejemplos de medidas de cuidado del aire y otras en blanco.
 - En primer lugar, cada grupo debe comentar en torno a las acciones presentadas en las tarjetas y los posibles beneficios de cada medida.
 - Posteriormente, cada grupo debe registrar otras medidas que permitan disminuir la contaminación del aire.
- Luego de que cada grupo ha comentado sus acciones, se abre el espacio para que cada grupo pueda presentar las medidas que comentaron y registraron. Se invita a mostrarlas por medio de mímicas para que el resto de los participantes pueda adivinarlas.
- Una vez presentadas las acciones, se propone comentar en torno a ellas, mencionado que tan factibles son de implementar, sus beneficios, entre otros factores.
- Finalmente, se invita a cada participante a comprometerse con alguna acción para el cuidado del aire.

Recursos asociados a implementación presencial y online:

- Cartografía de la comuna o territorio.
- Plumones.
- Tarjetas con acciones de cuidado del aire
- Tarjetas en blanco.

Actividad N°6: “Gestión de episodios críticos”

Público objetivo: ciudadanía

Tiempo de implementación: 1 hora 30 minutos.

Objetivo: Identificar las medidas asociadas a los episodios críticos de contaminación.

Desarrollo para la implementación:

- Al inicio de la jornada, se comenta a los asistentes que se revisarán las medidas vinculadas a la gestión de episodios críticos en la comuna de Concepción.
- Para esto, se proyecta una presentación en donde se comenta a modo de introducción sobre las medidas que considera el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para las comunas de Concepción Metropolitano.
- Posteriormente, se presentan las medidas consideradas para la gestión de episodios críticos. Luego, se muestran algunas noticias de episodios de Alerta y Preemergencia ambiental en el gran Concepción para recordar las medidas y acciones que se deben implementar en dichas instancias.
- Después, se muestra a los participantes dónde se puede obtener información actualizada respecto de la calidad del aire en su comuna.
- Una vez identificadas las medidas, se invita a reflexionar en torno a los impactos que tienen los episodios críticos de contaminación atmosférica en la cotidianidad de las personas, dando énfasis en la importancia de la calidad del aire para la vida de las personas.
- Finalmente, se invita a confeccionar un semáforo, ya sea en formato digital o en un papelógrafo, respecto de la calidad del aire y las medidas en los episodios críticos de contaminación, para posteriormente ser difundido en su comunidad.

Recursos asociados a implementación presencial y online:

- Presentación con información episodios críticos de contaminación
- Papelógrafo
- Plumones.

Actividad N°7: “¿Cómo podemos mejorar?”

Público objetivo: ciudadanía

Tiempo de implementación: 1 hora 30 minutos.

Objetivo: Reconocer acciones humanas que afectan el estado de la atmósfera y la calidad del aire.

Desarrollo para la implementación:

- Para iniciar la sesión, por medio de una lluvia de ideas se recuerdan las principales temáticas trabajadas en las sesiones anteriores. Para luego, centrar la conversación en torno a las acciones humanas que pueden afectar, ya sea negativa o positivamente, el estado de la atmósfera.
- Posteriormente, se divide a los participantes en grupos de 5-7 personas, entregando las siguientes indicaciones:
 - Cada grupo recibe una noticia sobre algún hecho relacionado con la calidad del aire en el Gran Concepción.
 - Una vez leída la noticia, cada grupo debe identificar qué acciones pueden realizar para mejorar la noticia revisada.
 - Luego, cada grupo debe escribir en un papelógrafo una versión actualizada de su noticia, en donde se plantee un escenario positivo, en donde se han realizado distintas medidas para mejorar la calidad del aire.
- Una vez actualizadas las noticias, cada grupo debe presentar la noticia que ha escrito señalando al resto de los participantes las acciones que han definido para mejorar la calidad del aire.
- Finalmente, una vez revisadas todas las noticias, se abre el espacio para comentar las acciones que pueden afectar el estado de la atmósfera y la importancia de tomar acción ante esta problemática.

Recursos asociados a implementación presencial y online:

- Documento con noticias sobre calidad del aire.
- Papelógrafo.
- Plumones.

Actividad N°8: “¿A quién informar?”

Público objetivo: ciudadanía

Tiempo de implementación: 1 hora 30 minutos.

Objetivo: Identificar estrategias que facilitan la comunicación de eventos relacionados con la calidad del aire.

Desarrollo para la implementación:

- Al inicio de la sesión, se comenta a los participantes que durante la jornada se revisarán los principales organismos responsables de fiscalizar en temas de calidad de aire, además de identificar algunas herramientas para denunciar irregularidades.
- De esta forma, en un principio se comenta a los asistentes los organismos a cargo de la fiscalización y sus atribuciones.
- Posteriormente, se revisan algunos ejemplos de cómo y dónde denunciar distintas irregularidades en torno a la calidad del aire.
- Finalmente, se abre el espacio para comentar algunas experiencias de los participantes y ejemplificar respecto de maneras apropiadas de comunicar y denunciar dichas situaciones.

Recursos asociados a implementación presencial y online:

- Presentación con acciones a seguir.