

# KIT DE HERRAMIENTAS Y EXPERIMENTOS PARA APRENDER SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA



# KIT DE HERRAMIENTAS Y EXPERIMENTOS PARA APRENDER SOBRE LA CONTAMINACIÓN

## ATMOSFÉRICA

Kit de herramientas y experimentos para aprender sobre la contaminación atmosférica. Programa comunitario para el monitoreo y la gobernanza de la calidad del aire en la región de Ubaté. **Proyecto ganador del Premio Zayed para la Sustentabilidad**, categoría Escuelas Globales, 2023. Emiratos Árabes Unidos.

Ubaté: **Fundación Bios Terrae – Instituto de Ciencias Agroindustriales y del Medio Ambiente (ICAM)**. 2025.

Primera edición. Ubaté, marzo 2025.

© Fundación Bios Terrae – Instituto de Ciencias Agroindustriales y del Medio Ambiente (ICAM)

### **Fundación Bios Terrae - Instituto de Ciencias Agroindustriales y del Medio Ambiente (ICAM)**

José Rafael Rincón Murcia

Rector

Sofía Rojas López

Coordinadora área ambiental

#### **Redacción**

Juan David Rincón Rojas

Docente *Instituto de Ciencias Agroindustriales y del Medio Ambiente (ICAM)*

#### **Diseño y diagramación**

Erica Flórez Agudelo

#### **Ilustraciones**

Juan David Rincón Rojas

Reservados todos los derechos. La presente publicación no podrá ser reproducida parcial o totalmente, ni registrada ni transmitida con fines comerciales, en ninguna forma ni por ningún medio, sin la autorización previa de la Fundación Bios Terrae. La redacción, diseño e impresión de esta cartilla fue financiada gracias al apoyo del Premio Zayed para la Sustentabilidad de los Emiratos Árabes Unidos. A ellos y al pueblo emiratí agradecemos profundamente.





## TABLA DE CONTENIDO

Presentación	<b>4</b>
¿Cómo se constituyó la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Ubaté?	<b>5</b>
Aprender sobre la contaminación atmosférica	<b>9</b>
Ten cuidado con los contaminantes del aire. ¡Aprende sobre ellos y derrótalos!	<b>13</b>
El peligro de los contaminantes en espacios interiores	<b>18</b>
Formas didácticas de aprender sobre la contaminación atmosférica y conocer la calidad del aire en tu zona	<b>23</b>
Soluciones para la contaminación atmosférica	<b>41</b>
Anexos	<b>56</b>



## PRESENTACIÓN

Esta cartilla recoge algunos de los aprendizajes, las experiencias y los ejercicios realizados por la Escuela del Aire Cuchavira de la Fundación Bios Terra e y el Instituto de Ciencias Agroindustriales del Medio Ambiente (ICAM) del municipio de Ubaté, Cundinamarca, durante la construcción del Programa comunitario para el monitoreo y la gobernanza de la calidad del aire en la región de Ubaté, bajo el apoyo del Premio Zayed para la Sustentabilidad 2023, en la categoría de Escuelas Globales.

Los contenidos que aquí se presentan son una continuación de la cartilla “Cuidando el aire que compartimos”, también elaborada por la Fundación Bios Terra e y el Instituto de Ciencias Agroindustriales del Medio Ambiente (ICAM). Así se ha pensado en este material como un kit de herramientas lúdicas y prácticas para enseñar sobre la contaminación atmosférica, y las estrategias que tenemos para afrontar esta problemática. Se recomienda consultar la cartilla anteriormente mencionada en la que encontrarán temas complementarios.

Esperamos que los materiales que acá compartimos sirvan para inspirar y motivar a cualquier lector, invitando a que todos podamos trabajar por un aire más limpio y un futuro más sustentable.



# ¿CÓMO SE CONSTITUYÓ LA RED DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA PROVINCIA DE UBATÉ?



## ¿Qué es la Escuela del Aire Cuchavira?

La Escuela del Aire Cuchavira es fruto del desarrollo del “**Programa comunitario para el monitoreo y la gobernanza de la calidad del aire en la provincia de Ubaté**”, ganador del Premio Zayed para la Sustentabilidad 2023 en la categoría de escuelas globales.

Nuestro nombre: **Cuchavira**, es el nombre de la deidad muisca del arcoíris y quiere decir “aire resplandeciente”. Para nosotros es un reflejo de la pertenencia con nuestra región y del trabajo por una mejor calidad del aire.

La Escuela del Aire se conforma como un grupo de docentes y estudiantes del Instituto de Ciencias Agroindustriales y del Medio Ambiente (ICAM), que aprenden de temas relacionados con la calidad del aire, la medición de la contaminación atmosférica y lideran acciones para mitigar esta problemática y mejorar la salud de los habitantes de la región. Como parte de las actividades de la Escuela del Aire se encuentran la capacitación de estudiantes y docentes de otros colegios y escuelas de la provincia, la divulgación de conocimientos por medio de ferias, videos, cartillas y redes sociales, la puesta en marcha de estrategias y actividades para reducir la contaminación del aire, así como el montaje y mantenimiento de la **Red comunitaria de monitoreo de la calidad del aire de la provincia de Ubaté**.



El objetivo de la Escuela del Aire **Cuchavira** es expandirse por toda la provincia de Ubaté, sumando aliados y miembros entre los diferentes municipios que hacen parte de la región. Como ejes centrales del trabajo de la escuela se encuentran la **gobernanza**, es decir, la concepción de que los ciudadanos y las comunidades somos parte activa de las decisiones políticas y que debemos involucrarnos en la correcta administración de los recursos naturales; así como también la **participación de los estudiantes y los jóvenes**, en cuyo trabajo está la esperanza de un presente y futuro más sustentables y con una mejor calidad del aire para todos los habitantes de la región.

El trabajo liderado por la Escuela del Aire es propositivo e invita a integrar una visión sostenible en las actividades productivas propias de nuestra región. Nuestra Escuela busca generar cohesión y confianza entre múltiples actores de nuestra región a través de espacios para que de manera conjunta podamos entre todos cuidar los recursos naturales, incluido el aire que respiramos.

Su propósito es visibilizar la problemática de la contaminación atmosférica presente en la provincia y convocar a todos los diversos sectores de la sociedad para que juntos podamos cuidar y proteger nuestro medio ambiente, sabiendo que una mejor calidad del aire significa una mejor salud para todos los habitantes de la provincia.

Todos aquellos que lo deseen pueden hacer parte de la Escuela del Aire, para eso ponemos a disposición recursos gratuitos y de libre acceso (como esta cartilla) con los que puedes conocer más de cerca el funcionamiento de la Red de monitoreo y los equipos que la conforman, así como las diversas maneras que tenemos para monitorear y mitigar la contaminación atmosférica.

**Te invitamos a conocer más sobre el colegio ICAM y la Escuela del Aire en nuestros sitios web.**



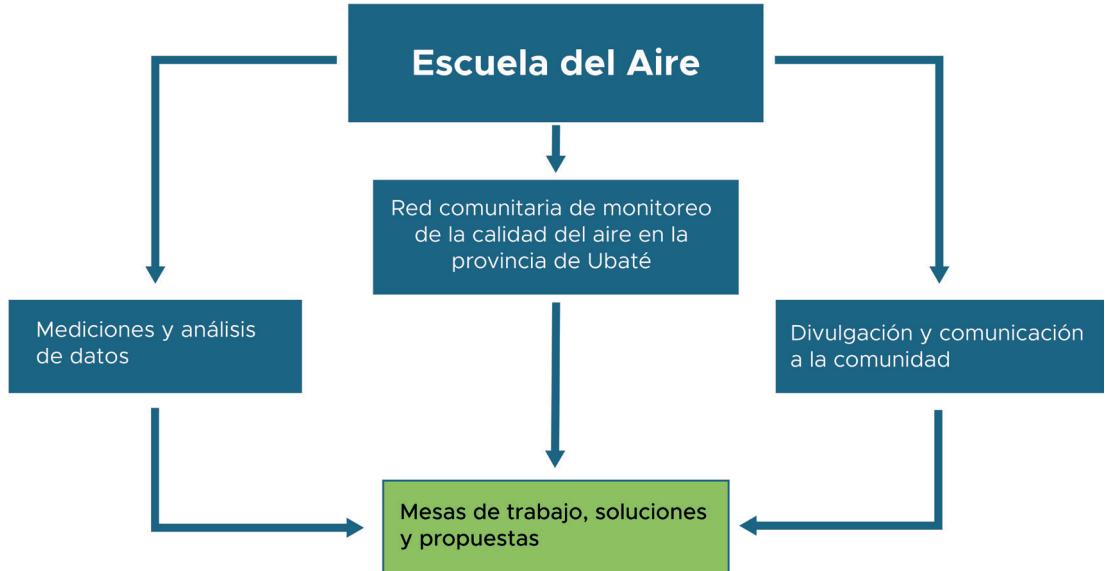
Sitio web ICAM Ubaté



Sitio web Escuela del Aire

**Recuerda: ¡Todos podemos trabajar para conseguir un aire más limpio!**





### La Red de monitoreo de la calidad del aire en la provincia de Ubaté

A partir del trabajo realizado por la Escuela del Aire Cuchavira se ha logrado consolidar una red comunitaria para monitorear la contaminación atmosférica en diferentes zonas de nuestra provincia. Esta red se compone a partir de tres elementos principales:

**Sensores fijos:** Los sensores fijos son el corazón de la Red de monitoreo. Estos, como su nombre indica, se encuentran ubicados en puntos específicos de la provincia y se encargan de monitorear en tiempo real la presencia de ciertos contaminantes en el aire de la zona. Los sensores que utiliza nuestra red son los **Purple Air Flex**, que miden la concentración de material particulado por medio de un contador laser y comparten esta información en tiempo real gracias a su conectividad Wifi. Son equipos relativamente económicos, muy fáciles de transportar y de instalar, con posibilidades de guardar datos en una tarjeta SD (útil en zonas con problemas de conectividad) y que permiten reemplazar algunas de sus partes para extender su vida útil.

Estos equipos también tienen sensores de temperatura, humedad, compuestos orgánicos volátiles y además poseen dos contadores laser para ofrecer mayor fiabilidad respecto a sus datos.

**Estaciones meteorológicas:** Para complementar las mediciones de los equipos de monitoreo, la Red cuenta con varias estaciones que permiten la medición y registro de datos meteorológicos incluyendo temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, régimen de precipitaciones (lluvia), presión atmosférica, radiación solar y radiación UV.



A partir de estos datos, los análisis sobre contaminación atmosférica ofrecidos por la red podrán ser mucho más completos, ya que pueden generarse informes que permiten relacionar factores como lluvias, y humedad con los niveles de contaminación. Su aporte principal es la posibilidad de conocer la dirección y la velocidad del viento, con lo que pueden identificarse los patrones de dispersión de los contaminantes presentes en el aire: es decir, de dónde vienen y para dónde van.

**Sensores de exposición personal:** En la Red de monitoreo de la calidad del aire también se utilizan otro tipo de sensores, que por su tamaño y funcionalidad permiten que se transporten fácilmente. Este tipo de sensores se conocen como medidores de exposición personal, pues permiten que se monitoree la cantidad de contaminantes a los que se encuentra expuesta una persona mientras realiza sus actividades en su día a día. Este tipo de sensores son los **Atmotube Pro**, los cuales monitorean los niveles de concentración de material particulado PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub>, así como también la presencia de compuestos orgánicos volátiles (VOCs). Este tipo de equipos comparten sus datos mediante conectividad bluetooth con el teléfono inteligente del usuario, tienen una duración de batería de al menos 10 días y facilitan la interpretación de los datos mediante la generación de mapas y gráficos con tendencias diarias y anuales de la contaminación.

Dentro de la red, estos sensores son utilizados para la identificación de zonas con alta presencia de contaminantes y para la realización de ejercicios pedagógicos con estudiantes y comunidad.

### **La importancia de la gobernanza:**

Para completar esta introducción, es importante mencionar que la Red de monitoreo de la calidad del aire de la provincia de Ubaté depende directamente de la participación comunitaria y de la **gobernanza**. Nuestro trabajo precisa que los habitantes de toda la región se involucren constantemente en las diferentes actividades que conforman la labor de la Red. Desde la identificación de zonas con alta presencia de contaminantes, la contribución en mesas de trabajo y conversatorios, la difusión de diferentes materiales y la publicación de los datos generados por la Red de monitoreo, hasta la participación en ejercicios de monitoreo de la calidad del aire.

Por su parte, la **gobernanza** puede definirse como una responsabilidad compartida entre los diferentes miembros de una sociedad, vinculada directamente con la participación política y la toma de decisiones conjuntas frente a algún tema en particular. Entonces, al hablar de gobernanza de la calidad del aire se entiende que todos los actores de los diferentes sectores de la sociedad: industrias, empresas, colegios, alcaldías, gobernaciones y la nación, instituciones de salud, autoridades de salud, medios de comunicación, etc., debemos tomar cartas en el asunto e involucrarnos para cuidar el aire.

Además de esto, la **gobernanza** implica también que los ciudadanos podemos exigir a nuestros gobernantes la realización de políticas para el mejoramiento de la calidad de los recursos naturales, la sanción de empresas o instituciones que impacten negativamente al entorno natural o la promoción de diferentes actividades que ga-



ranticen el bienestar del medio ambiente. Todo esto amparado en el artículo 79 de la Constitución Política de Colombia, que establece que **todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.**

## APRENDER SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA:



Información tomada de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la plataforma AirNow.



### Muestrario de contaminantes:

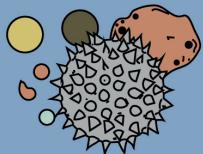
En este espacio queremos recordarte cuales son los principales contaminantes del aire, dónde pueden encontrarse y de qué manera se producen. Dentro del análisis de la calidad del aire se monitorean varios tipos de contaminantes, pero existen unos que pueden considerarse más importantes que otros, debido a su peligrosidad o a sus altos niveles en nuestro entorno. Estos se denominan **contaminantes criterio** y son: el material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre ( $SO_2$ ), los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ) y el ozono troposférico ( $O_3$ ).



## CONTAMINANTES CRITERIO

Los contaminantes criterio son aquellos contaminantes del aire que son más peligrosos o que se encuentran más fácilmente que otros. Por eso, sus niveles de concentración están regulados y se revisan constantemente por las entidades que hacen monitoreo de la calidad del aire.

### MATERIAL PARTICULADO



Mezcla de partículas sólidas y líquidas muy pequeñas suspendidas en el aire. Puede ser de tres tamaños diferentes:

**PM<sub>10</sub>**  
10 micras  
o menos

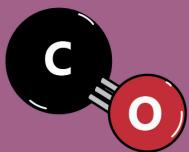
**PM<sub>2.5</sub>**  
2.5 micras  
o menos

**PM<sub>1.0</sub>**  
1 micra o  
menos

Este contaminante viene en muchos tamaños y formas, y puede estar conformada por diferentes elementos como polen, hollín, arena o subproductos de procesos como la combustión o el roce de los neumáticos sobre el pavimento.



### MONÓXIDO DE CARBONO

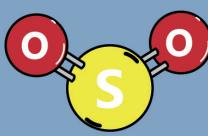


Gas incoloro y sin olor que se produce cuando se quema un combustible como el gas natural, la gasolina, o el carbón, por lo que puede generarse al cocinar, utilizar la calefacción o encender un vehículo.

Puede acumularse sin ser detectado en el interior de los hogares, generando envenenamiento por inhalación en cuestión de pocos minutos, causando daño en los tejidos y llegando a ser mortal.



### DIÓXIDO DE AZUFRE



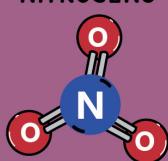
Gas incoloro, irritante y con olor penetrante. Cuando entra en contacto con el agua se convierte en ácido sulfúrico, siendo el principal responsable de la lluvia ácida.



Se produce a partir de la combustión de productos petrolíferos (como el diésel o la gasolina) y la quema de carbón en procesos industriales y centrales eléctricas.



### ÓXIDOS DE NITRÓGENO



Mezcla de gases producidos por el uso de combustibles fósiles en vehículos o procesos industriales, así como la soldadura y la detonación de dinamita.



Al reaccionar con otros contaminantes y la luz del sol puede generar ácido nítrico, ozono troposférico y smog fotoquímico. Respirar altos niveles de este contaminante produce severas afectaciones en el sistema respiratorio.



### OZONO TROPOSFÉRICO



Gas que se origina a partir de la interacción de la luz solar con compuestos orgánicos volátiles, (VOCs) y los óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ).



Cuando este contaminante se encuentra en grandes cantidades genera efectos dañinos sobre la salud humana y los ecosistemas.

Además, el ozono troposférico puede actuar como un potente gas de efecto invernadero.



### **Material particulado (PM):**

Consiste en la mezcla de partículas sólidas y líquidas que están suspendidas en el aire. Estas partículas pueden ser de diferentes tamaños y se miden según su diámetro, en micras ( $\mu\text{m}$ ). Normalmente se habla de tres tamaños diferentes: Material particulado de 10 micras o menor ( $\text{PM}_{10}$ ), material particulado de 2.5 micras o menor ( $\text{PM}_{2.5}$ ) y material particulado de 1 micra o menor ( $\text{PM}_{1.0}$ ), también llamadas partículas ultrafinas. El material particulado es el contaminante que puede afectar de mayor manera la salud humana.

El material particulado en todos sus tamaños es tremadamente diminuto, tanto que en algunas ocasiones no es posible distinguirlo a simple vista. Imagínate que un grano de arena mide aproximadamente  $90\mu\text{m}$ , y un cabello humano posee entre 50 y  $70\mu\text{m}$  de tamaño.

### **Monóxido de carbono (CO):**

El monóxido de carbono es un gas inodoro e incoloro que es sumamente peligroso. Se produce cada vez que se quema un combustible como gas natural, gasolina, gas propano, petróleo, madera o carbón. Una vez que este gas tóxico ingresa a la sangre por medio del proceso de respiración, reduce la capacidad para transportar oxígeno de la sangre y hace que las células no puedan utilizar el oxígeno que les llega, causando daños en los tejidos y generando complicaciones en salud e incluso la muerte.

### **Dióxido de azufre (SO):**

El dióxido de azufre es un gas incoloro, irritante y con olor penetrante que es perfectamente distinguible a partir de 3ppm (partes por millón). Este gas no es inflamable, ni explosivo y posee mucha estabilidad, además de ser soluble en agua lo cual permite que en contacto con esta se convierta en ácido sulfúrico. Por esto, el dióxido de azufre es el principal responsable de la lluvia ácida.

En presencia de humedad, el dióxido de azufre forma ácidos en forma de aerosoles y se produce material particulado fino ( $\text{PM}_{2.5}$ ). Este gas genera graves riesgos para la salud ya que afecta directamente el sistema circulatorio humano a través de las vías respiratorias.

Se produce a partir de la combustión de productos petrolíferos y la quema de carbón en procesos industriales, centrales eléctricas y fuentes móviles

### **Óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ):**

Los óxidos de nitrógeno son una mezcla de gases compuestos por nitrógeno y oxígeno. Estos son liberados al aire por el uso de combustibles fósiles en vehículos,



surgen también de la combustión del carbón, petróleo, o gas natural en fuentes industriales, y durante procesos como la soldadura y la detonación de dinamita.

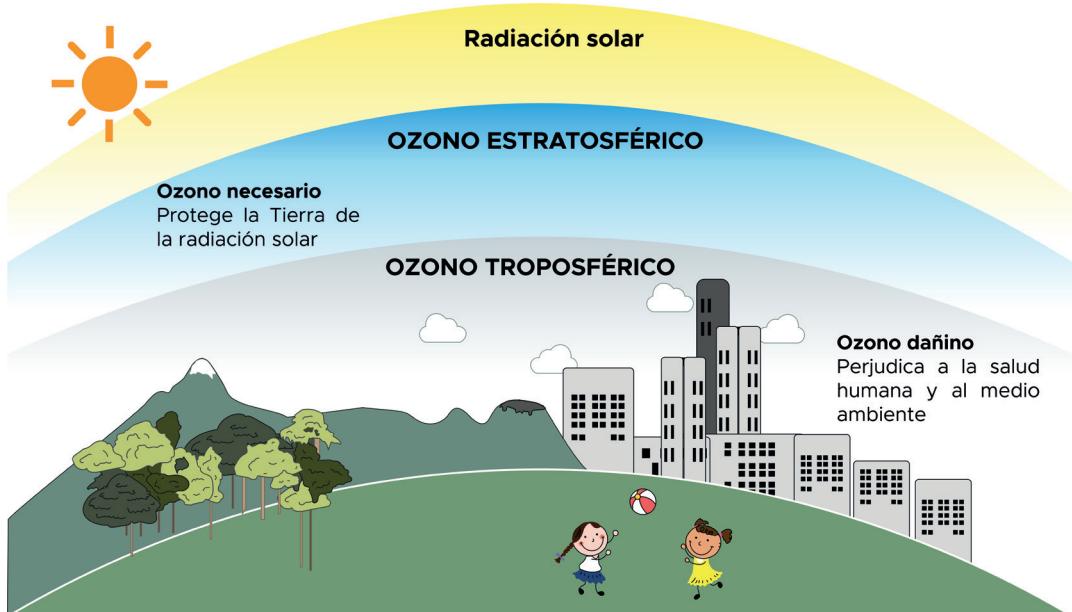
Los óxidos de nitrógeno reaccionan con otros contaminantes, y mediante la acción de la luz del sol forman otros contaminantes como el ácido nítrico, causante de la lluvia ácida, además los  $\text{NO}_x$  reaccionan formando ozono troposférico y smog fotoquímico.

### Ozono troposférico ( $\text{O}_3$ ):

El ozono troposférico se origina a partir de la interacción de la luz solar con compuestos orgánicos volátiles (VOCs), incluido el metano, y con óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) emitidos por actividades humanas como los automóviles y la industria. Es decir que, el  $\text{O}_3$  se forma en la atmósfera y no se emite de manera directa.

Este contaminante genera efectos dañinos sobre la salud humana, los cultivos y los ecosistemas. Además, a pesar de que su duración en la atmósfera va desde unas pocas horas hasta unas pocas semanas, el ozono troposférico es un potente gas de efecto invernadero, alterando la evaporación y la circulación atmosférica.

El  $\text{O}_3$  troposférico que es nocivo en altos niveles de concentración, es diferente del  $\text{O}_3$  estratosférico, el cual se refiere a la capa de ozono, que protege la vida en el planeta de la radiación ultravioleta. El  $\text{O}_3$  troposférico y el  $\text{O}_3$  estratosférico (que también se conoce como la capa de ozono) son la misma sustancia química, pero su efecto es muy diferente por su ubicación en la atmósfera.



# TEN CUIDADO CON LOS CONTAMINANTES DEL AIRE: ¡APRENDE SOBRE ELLOS Y DERRÓTALOS!

Contaminante exterior

## MATERIAL PARTICULADO (PM10, PM2.5 y PM1)



Consiste en la mezcla de partículas sólidas y líquidas que están suspendidas en el aire. Normalmente se habla de tres tamaños diferentes: Material particulado de 10 micras o menor (PM10), material particulado de 2.5 micras o menor (PM2.5) y material particulado de 1 micra o menor (PM1.0), muchos de estos pueden ser mucho más pequeños que la arena o el cabello humano.

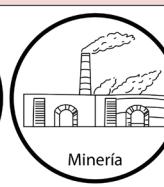
Este es el contaminante que puede afectar de mayor manera la salud humana.



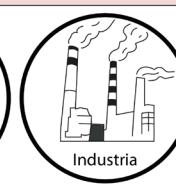
Tráfico



Incendios



Minería



Industria

Fuentes

Alto  
peligro

© Escuela del Aire - Cuchavira (ICAM)



Contaminante exterior

## MONÓXIDO DE CARBONO (CO)



El monóxido de carbono es un gas inodoro e incoloro que es sumamente peligroso. Se produce cada vez que se quema un combustible como gas natural, gasolina, gas propano, petróleo, madera o carbón. Una vez que este gas tóxico ingresa a la sangre por medio del proceso de respiración, comienza a impedir que el oxígeno entre al organismo, causando daños en los tejidos, generando complicaciones en salud e incluso la muerte.

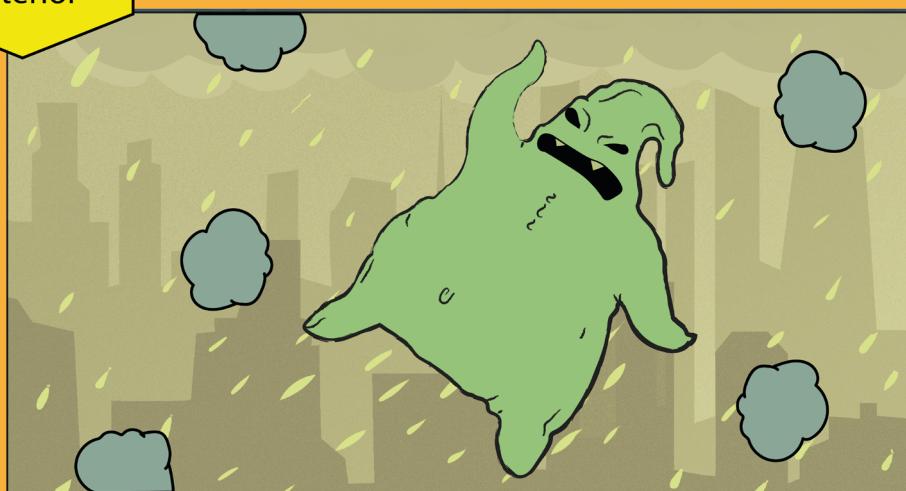


Fuentes

Alto  
peligro

Contaminante exterior

## DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)



El dióxido de azufre es un gas incoloro, irritante y con olor penetrante. Este gas no es inflamable, ni explosivo y es soluble al agua, lo cual permite que en contacto con esta se convierta en ácido sulfúrico. Por esto, el dióxido de azufre es el principal responsable de la lluvia ácida.

En presencia de humedad, el dióxido de azufre forma ácidos en forma de aerosoles y se produce material particulado fino (PM2.5).



Tráfico



Industria



Eruptiones  
volcánicas

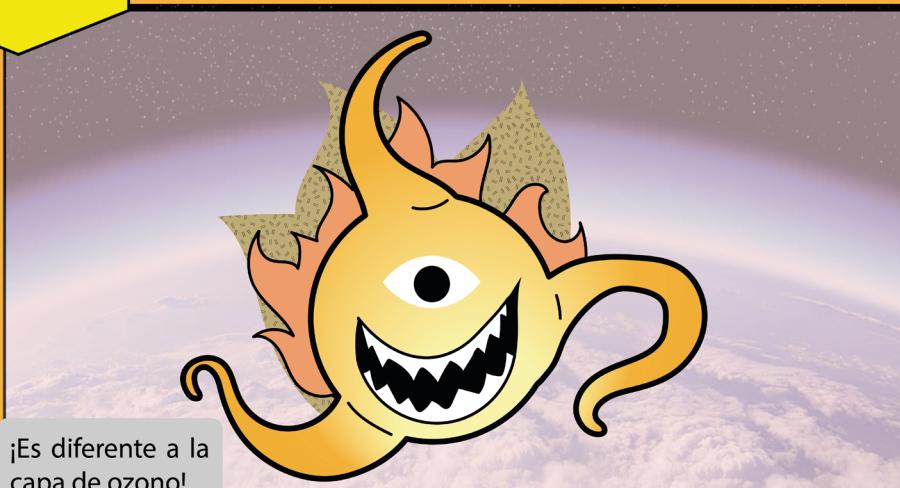
Fuentes

Alto  
peligro



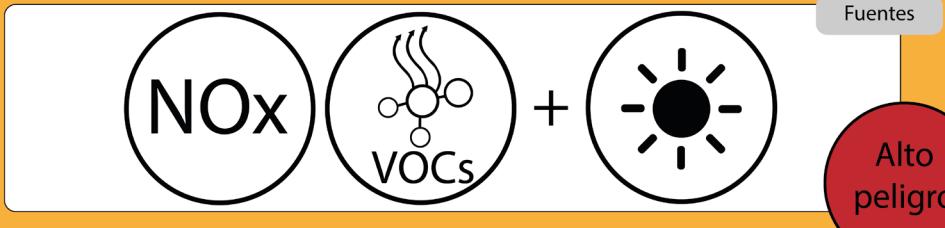
Contaminante exterior

## OZONO TROPOSFÉRICO (03)



El ozono troposférico es un gas que se encuentra en la capa más superficial de la atmósfera y es el principal contaminante fotoquímico. Se origina a partir de la interacción de la luz solar con compuestos orgánicos volátiles (VOCs), incluido el metano, y con óxidos de nitrógeno (NOx).

Este contaminante puede generar efectos dañinos sobre la salud humana, los cultivos y los ecosistemas. Puede actuar como un potente gas de efecto invernadero, alterando la evaporación y la circulación atmosférica.



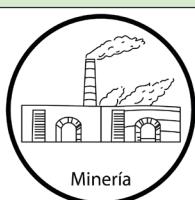
Contaminante exterior

## ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NOx):



Los óxidos de nitrógeno son una mezcla de gases compuestos por nitrógeno y oxígeno. Estos reaccionan con otros contaminantes, y mediante la acción de la luz del sol para formar ácido nítrico, causante de la lluvia ácida, además de generar ozono troposférico y smog fotoquímico.

Estos se producen a partir de la quema de combustibles y diversos procesos industriales.



Fuentes

Alto peligro



# EL PELIGRO DE LOS CONTAMINANTES EN ESPACIOS INTERIORES:

Aunque no lo creas, en el interior de nuestras casas y salones de clase también existen muchos contaminantes que pueden hacernos daño. Algunos de estos ingresan del espacio exterior por puertas y ventanas, pero otros se generan al interior. Hay muchas fuentes de contaminación del aire interior, desde elementos de uso diario como elementos de aseo, el uso de combustibles fósiles en estufas, hasta contaminantes biológicos como el polvo, el pelo de las mascotas, el polen o los ácaros. A continuación, te contamos cuales son los contaminantes más comunes del aire interior y qué podemos hacer para evitar sus peligros.

## **Asbesto:**

El asbesto es una fibra mineral presente en el suelo y que, debido a sus características, era muy utilizada en materiales de construcción para el aislamiento y la resistencia al calor: especialmente tuberías, tanques de agua, revestimientos, partes de autos (frenos) y tejas. Con el tiempo, se fue conociendo más sobre este material y los efectos negativos que tiene sobre nuestra salud. Concretamente, cuando el asbesto se desgasta o sufre algún tipo de perturbación, se liberan fibras y partículas al aire que ingresan a nuestros pulmones. El asbesto es un cancerígeno y por esto su uso está prohibido en múltiples países, incluyendo Colombia. Sin, embargo como fue utilizado durante tantos años, todavía es común que se encuentre en los materiales de construcción de las viviendas y colegios. La exposición al asbesto aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades pulmonares y cáncer de pulmón<sup>1</sup>.

Si quieras conocer más de este tema en Colombia, y en particular de los estudios desarrollados en Sibaté (Cundinamarca) puedes consultar el libro y escuchar este podcast.



Libro



Podcast

---

<sup>1</sup> En Colombia, este es un problema sumamente grave pues según informes recientes en el país se instalaron más de 300 millones de m<sup>2</sup> de tejas y 40.000 km lineales de tubería de asbesto, lo que hace que exista una gran población que se encuentra expuesta a dicho peligro. Desde el 2019 se prohibió el uso del asbesto en el país, pero el proceso de reemplazo de materiales con asbesto sigue siendo sumamente lento.

## **Monóxido de carbono (CO):**

Cómo ya se ha dicho anteriormente, el monóxido de carbono es un gas inodoro, incoloro y sumamente tóxico. Debido a que es muy difícil de detectar se le conoce como el “asesino silencioso”, pues muchas personas se intoxican con dicho elemento sin siquiera notarlo. El CO se genera principalmente en equipos de combustión como estufas de gas, hornos o los motores de automóviles y motocicletas. Este contaminante puede acumularse en el interior de nuestras casas y permanecer durante horas.

En los hogares colombianos, el uso de gasodomésticos como estufas y calentadores a gas natural son una de las principales fuentes de CO. Para evitar la acumulación de este gas es de gran relevancia seguir las recomendaciones sobre ventilación de los espacios tanto para la instalación de los gasodomésticos como para su uso.

## **Material particulado (PM):**

Este contaminante se puede generar por actividades como el uso de leña dentro del hogar. Otras actividades como usar velas, incienso y barrer también actúan como fuente de PM.

Los niveles de PM pueden incrementarse dentro de las viviendas, cuando se encienden motos y vehículos en parqueaderos ubicados dentro de las viviendas, o en parqueaderos dentro de edificios que no tienen buena ventilación.

De estas, el uso de leña es una de las principales fuentes, y puede afectar la salud de quienes permanecen más tiempo en el hogar.

## **Formaldehido:**

El formaldehido es un gas incoloro, pero de fuerte olor que se utiliza ampliamente en la industria, especialmente en materiales de construcción, pegamentos, lacas, suavizantes de telas, desinfectantes o conservantes. En su forma líquida se le conoce como formol y se puede encontrar fácilmente en el comercio. Este producto genera irritación de la piel, los ojos y la garganta. Una exposición continua puede generar algunos tipos de cáncer.

## **Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs):**

Los compuestos orgánicos volátiles (VOCs, por sus siglas en inglés) son contaminantes emitidos en forma de gases provenientes de un gran número de sustancias. Elementos como las pinturas, los barnices, la cera, los productos de limpieza y desinfección, así como diversos elementos cosméticos pueden liberar compuestos orgánicos volátiles al aire. Los efectos de este tipo de contaminantes pueden variar dependiendo el tipo de producto y el tiempo de exposición a este, pero generalmente incluyen irritación de ojos, nariz y garganta, dolores de cabeza, daños en el hígado y el sistema nervioso central, incluso se sospecha que pueden generar algunos casos de cáncer.

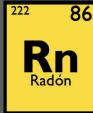
## Radón:

El radón es un gas radioactivo que puede generar cáncer pulmonar. Este contaminante se libera de forma natural de las rocas, la tierra y el agua, entrando a través de grietas y agujeros a casas y otras edificaciones. Normalmente la presencia de radón se asocia con el aumento de la edad de construcción de las residencias y la presencia de sótanos. En Colombia no se cuenta con mucha documentación sobre la presencia de estos contaminantes; pero en algunas regiones del mundo, se sabe que representa un gran riesgo para la salud de la población.

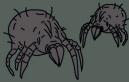
## Contaminantes biológicos:

Este tipo de contaminantes son producidos por seres vivos e incluyen bacterias, virus, caspa de animales, polvo doméstico, ácaros, polen, entre otros. Hay muchas fuentes para estos contaminantes, pero la mayoría puede vincularse con el exceso de humedad y la falta de aseo. El agua estancada y las superficies húmedas también permiten la reproducción de mohos, hongos, bacterias e insectos. Por su parte, los ácaros, que generan un gran número de alergias, necesitan de ambientes húmedos y cálidos para crecer.

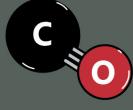
**Algunos contaminantes del aire interior**



Radón (Rn)



Ácaros



Monóxido de carbono  
(CO)



Moho



Vapores orgánicos volátiles  
(VOC)

# Contaminación del aire en espacios interiores

## Dormitorio:

Contiene materiales que pueden acumular mucho polvo.

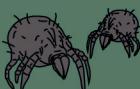
Contaminantes presentes:



## Sala:

Puede acumular polvo, humo de segunda mano y altos niveles de suciedad.

Contaminantes presentes:



## Sótano:

Espacio con altos niveles de humedad y pocas entradas de luz.

Contaminantes presentes:



## Baño:

Zona con alta presencia de humedad y de productos químicos de limpieza.

Contaminantes presentes:



## Cocina:

Puede presentar fugas de gas y presencia de productos químicos.

Contaminantes presentes:



## **Recomendaciones para mejorar la calidad del aire de los interiores:**

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) recomienda tres estrategias a la hora de mejorar la calidad del aire de los espacios interiores:

### **Control de fuentes:**

La manera más eficaz de mejorar el aire que se respira al interior de nuestras casas es eliminando y controlando las fuentes que pueden producir contaminantes. Entre las principales medidas podemos mencionar:

La revisión constante de aparatos de combustión, como los gasodomésticos. El color de la llama es un indicador del buen funcionamiento de las estufas y calentadores a gas. Cuando la llama no es azul, puede estar indicando que no está operando de manera correcta.

Uso de chimeneas y estufas de leña al interior de las casas, cuando no tienen buen tiraje son una fuente de material particulado. Las personas que permanecen más tiempo expuestas al humo pueden enfermarse.

El reemplazo de elementos que contengan asbestos. Debido a la alta toxicidad del asbestos, el reemplazo de tejas y tanques de agua únicamente debe realizarse por personal capacitado que cuente con la protección necesaria.

El uso cuidadoso de productos para la limpieza y el mantenimiento del hogar, debe realizarse con la debida ventilación. Estos productos están regulados en diferentes países para que no contengan sustancias tóxicas, en Colombia aún no se cuenta con este tipo de normas, por lo cual los productos deben utilizarse con moderación y con suficiente ventilación.

El aseo constante y el cuidado con el exceso de humedad.

### **Mejorar la ventilación:**

Otra forma importante de mejorar la calidad del aire en interiores es asegurando una correcta y adecuada ventilación, que permita el intercambio constante del aire. Pueden ser medidas sencillas como el abrir puertas y ventanas, u otras más complejas como la instalación de ventiladores, sistemas de extracción y sistemas de filtración de aire. Es decir, que una casa bien iluminada y con buena circulación del aire será un lugar dónde será más difícil la acumulación de contaminantes.

Cuando las viviendas se ubican en zonas con altos niveles de contaminación exterior, la ventilación debe hacerse en las horas del día en que la contaminación del exterior esté en sus niveles más bajos. Para esto es importante consultar el estado de la contaminación del aire e identificar como se comportan los niveles de contaminación a lo largo del día.

### **Filtros de aire:**

Una última manera de garantizar un buen aire en los espacios interiores es mediante la instalación de filtros de aire. Actualmente existe una gran cantidad de

elementos de este tipo que pueden ofrecer diversas soluciones según el contexto y la cantidad de contaminantes presentes en el espacio. Existen filtros de diferentes precios y nivel de efectividad. Estos pueden ser una solución necesaria en espacios como centros de salud y en hogares de personas con enfermedades crónicas, en donde las personas son más vulnerables ante la contaminación.

Se cuenta con evidencia de ciertos tipos de plantas que ayudan a mejorar la calidad del aire en espacios interiores, pero esta por sí misma no representa una solución definitiva.

## FORMAS DIDÁCTICAS DE APRENDER SOBRE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y CONOCER LA CALIDAD DEL AIRE EN TU ZONA:

A continuación, queremos mostrarte algunos experimentos que pueden servir para que conozcas de mejor manera la contaminación atmosférica y cuáles son los problemas que nos genera.

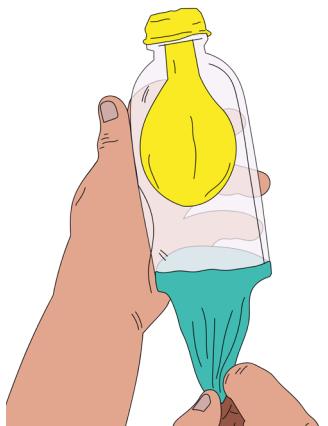
**Haz tu propio modelo de un pulmón:** Con este experimento podrás entender cómo se mueve el aire dentro y fuera de tus pulmones, a través del proceso de inhalación, exhalación y contracción del diafragma.

### Materiales:

2 globos plásticos  
Botella de plástico  
Tijeras

### Paso a paso:

1. Ajusta un globo sobre la parte superior de la botella.
2. Corta la botella unos centímetros debajo de donde el globo se encuentra colgando.
3. Haz un nudo en la parte superior del segundo globo y corta el otro extremo con las tijeras.
4. Estira el extremo abierto del globo en el fondo de la botella.
5. Primero, tira del nudo y observa qué le ocurre al globo dentro de la botella. A continuación, empuja el nudo dentro de la botella y observa qué le ocurre al globo. Repite la operación, y verás que es como si fuera un pulmón que respira.



**Smog en un tarro:** Una forma de contaminación muy común en las ciudades y zonas industriales es el “smog” o “esmog”, una especie de niebla contaminante que se forma a partir de la combinación del aire con partículas suspendidas en este (por eso su nombre proviene del inglés smoke que significa “humo” y fog que significa “niebla”).

El smog se presenta como una especie de neblina grisácea que cubre el cielo de las grandes ciudades o de las zonas contaminadas, y puede causar graves consecuencias para salud de humanos, animales y plantas. En algunas ciudades del mundo, como Pekín, Ciudad de México o Delhi, una gruesa capa de smog se mantiene presente gran cantidad de días del año, afectando la salud de sus habitantes.

(Sabías qué: Un estudio indicó que el impacto de la mala calidad del aire en la salud de los habitantes de algunas de las ciudades más contaminadas del mundo, era equivalente al hecho de que fumaran entre 10 y 25 cigarrillos al día. Es decir, que las personas que viven en estas ciudades, al salir de sus casas a trabajar o a la escuela, inhalan partículas contaminantes como si estuvieran fumando varios cigarrillos al día.)



Smog sobre la ciudad de Bogotá



Para poder entender mejor cómo funciona el smog te proponemos recrear la manera en que se forma sobre nuestras ciudades y zonas contaminadas con este sencillo experimento:

### Materiales:

1 tarro de vidrio  
1 pedazo de papel o cartón  
1 cubo grande hielo  
Papel aluminio  
Fósforos

### Paso a paso:

1. Asegúrate que el recipiente de vidrio esté limpio y no tenga ningún elemento inflamable en su interior. A continuación, elabora una tapa para el recipiente a partir del papel aluminio, asegurándote que cubra bien toda la boca y el cuello del frasco.
2. Con cuidado, utiliza los fósforos para encender el pedazo de papel o cartón y una vez que esto suceda, ubícalo al interior del recipiente y tapa rápidamente con la tapa de aluminio.
3. Coloca delicadamente el hielo sobre la tapa de aluminio y observa la reacción al interior del frasco. El hielo sobre el aluminio reaccionará con el calor del fuego para formar niebla, y se combinará con el dióxido de carbono contaminante producido por la combustión del papel o el cartón. Y ya está, de esta sencilla forma has visto cómo surge el smog que tanto daño hace en nuestras ciudades.

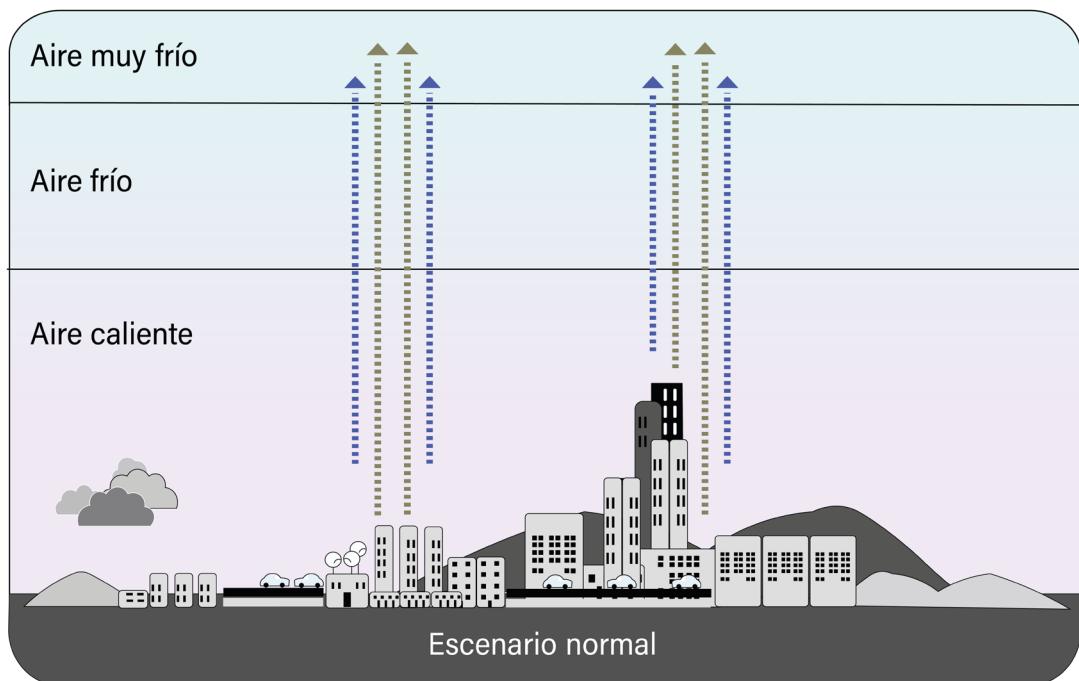


Es muy importante entender que la contaminación del smog puede empeorar cuando ocurre un fenómeno atmosférico que conocemos como **inversión térmica**, en el que se interrumpe la circulación del aire y quedan atrapados en una capa los contaminantes suspendidos en la atmósfera.



Normalmente, el aire se mueve constantemente por las capas de la atmósfera y se dispersa. Se mueve de acuerdo a su temperatura, con el aire más caliente fluyendo desde la parte baja de la atmósfera hacia la capa superior. El aire caliente comienza poco a poco a subir y a enfriarse a medida que va llegando a la parte alta de la atmósfera. De esta manera, la circulación normal del aire ayuda a la dispersión de los contaminantes, ayudando a limpiar la atmósfera de forma natural.

Sin embargo, en temporadas o períodos de mucho frío, esta circulación normal del aire tiende a interrumpirse, pues el aire que se ubica en la parte baja de la atmósfera se enfriá más que las capas superiores y permanece inmóvil cerca al suelo. Cuando sucede este fenómeno, los contaminantes se quedan atrapados en la parte baja de la atmósfera, haciendo que las personas estén expuestas a niveles más altos de contaminación. En nuestra provincia, este fenómeno de **inversión térmica** se produce habitualmente en las madrugadas, haciendo que los contaminantes producidos durante todo el día y toda la noche se queden inmóviles cerca al suelo, aumentando la exposición a dichos contaminantes de quienes madrugan a trabajar.

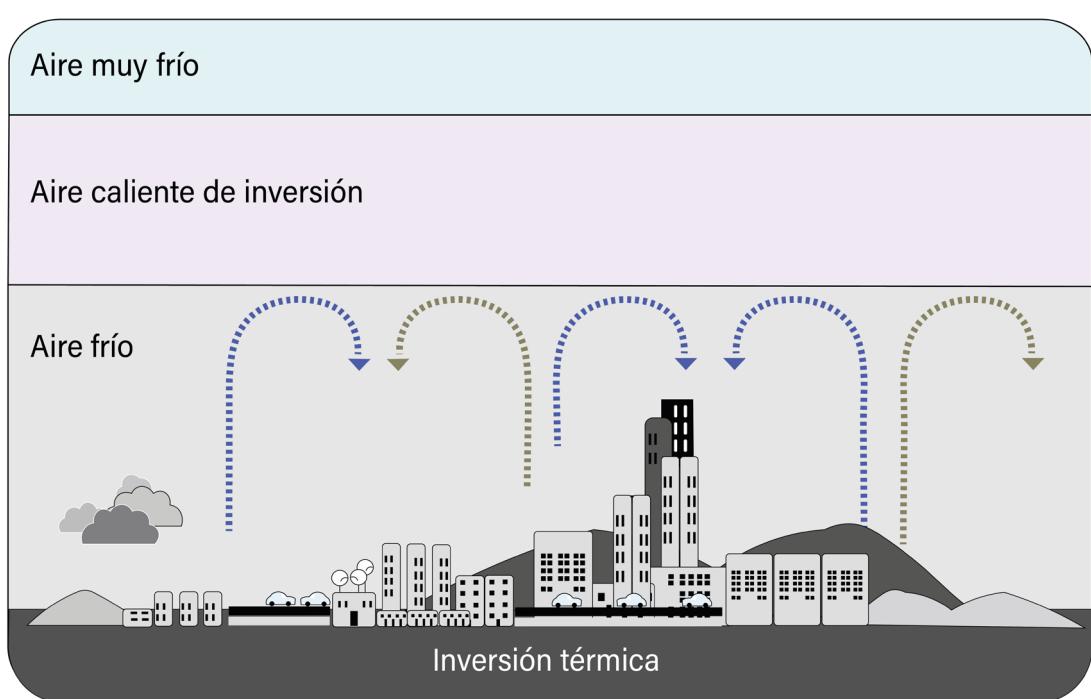


Aire muy frío

Aire caliente de inversión

Aire frío

Inversión térmica



**Bingo del aire limpio:** Te proponemos un juego por medio del cual podrás conocer algunos conceptos relacionados con la contaminación atmosférica, y compartir con tus compañeros de clase.

### ¿Cómo jugar?

El profesor o algún compañero puede ser la persona que se encargue de “llamar” cada uno de los términos del bingo. Todos los demás participantes tendrán que dibujar una cuadrícula y escribir el concepto, como se muestra en el ejemplo.

La persona que está “llamando” debe leer de forma aleatoria cada una de las definiciones, y los participantes tendrán que escribirlas y relacionarlas con cada concepto. Se continúa jugando hasta que alguno de los jugadores complete una línea de cuatro cuadros completa (vertical, horizontal o diagonal) y grite: “¡Bingo!”. Luego de confirmar que todos los conceptos sean correctos, se puede declarar al ganador del juego.

**Tarea:** Investiga qué fue “el gran smog” o “la gran niebla de 1952” que afectó a la ciudad de Londres entre el 4 y el 9 de diciembre de 1952. Adicionalmente, responde a la siguiente pregunta: ¿crees que algo similar podría ocurrir en la actualidad?



<b>Petróleo</b> Un combustible fósil que cuando se quema, contamina el aire.	<b>"El gran smog"</b> Acontecimiento ocurrido en 1952 y que causó la muerte temprana de entre 8.000 a 12.000 personas en Londres.	<b>Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)</b> Contaminante del aire producto de procesos de combustión.	<b>Asma</b> Condición que afecta a algunas personas, generándoles dificultades para respirar.
<b>Sistema inmune</b> Ayuda a tu cuerpo a combatir las infecciones y se ve afectado por la contaminación del aire.	<b>Carbono negro</b> Contaminante que se conoce comúnmente como hollín y es un de los componentes principales del material particulado.	<b>Contaminantes criterio</b> Contaminante para los que se han establecido límites, debido a su alta presencia y peligrosidad.	<b>Material particulado (PM)</b> Pequeñas partículas de polvo, hollín y líquidos en el aire, algunas de las cuales son muy pequeñas para ver.
<b>Cambio climático</b> Cambios a largo plazo de las temperaturas y patrones climáticos. Puede ser natural o producido por la actividad humana.	<b>Metano (CH<sub>4</sub>)</b> Gas que puede generar irritación de las vías respiratorias, sensación de ardor y falta de aire. Se produce a partir del uso de gas natural.	<b>Monóxido de carbono (CO)</b> Es un gas invisible e inoloro. Puede generar intoxicación e incluso la muerte.	<b>Hidrofluorocarbonos (HFC)</b> Gases refrigerantes que aumentan de gran manera el efecto invernadero, además de ser tóxicos e irritantes.
<b>Lluvía ácida</b> Tipo de precipitación producida por los gases procedentes de la quema de combustibles y su reacción con el agua.	<b>Índice de Calidad del Aire (ICA)</b> Métrica que permite comparar los niveles de contaminación del aire durante un periodo de tiempo.	<b>Compuestos orgánicos volátiles (VOCs)</b> Son compuestos gaseosos que contienen carbono y otros elementos químicos.	<b>Partículas ultrafinas</b> Partículas de menos de 0.1 micras de diámetro. Son las partículas más peligrosas por su pequeño tamaño.



**¿Qué sucede con la lluvia ácida?** Uno de los mayores problemas ocasionados por la contaminación del aire es la lluvia ácida, que puede ser sumamente dañina para los bosques, el suelo, los animales o los ecosistemas acuáticos. Con este experimento aprenderás sobre los efectos negativos de la lluvia ácida sobre las plantas.

### Materiales:

3 flores  
3 envases o contenedores  
Vinagre  
Agua

### Paso a paso:

1. Agregue agua a los tres envases de la siguiente manera: uno completamente lleno, otro hasta la mitad y el último solo con un  $\frac{1}{4}$  de agua.
2. Agregue vinagre a los últimos dos envases hasta que estos estén completamente llenos.
3. Coloque una flor en cada uno de los envases y observe que sucede con estas durante las próximas 24 horas.



También es importante conocer el estado de la calidad del aire en la región que habitamos, por lo que proponemos algunas herramientas y estrategias que pueden aplicarse en diferentes contextos, desde las más sencillas hasta algunas un poco más complejas.



**“Mezclando la contaminación atmosférica”:** Con esta actividad podrás descubrir cuáles actividades diarias pueden generar contaminación en nuestro aire y pensar cómo podríamos reducir su impacto.

### Materiales:

1 recipiente transparente o pecera

Aqua

Colorante rojo para comidas

Colorante verde para comidas

Colorante azul para comidas

Colorante amarillo para comidas

Cuchara para mezclar el agua

Copias de la historia “Edgar y las 24 horas de contaminación atmosférica” (esta se encuentra en los anexos de esta cartilla)<sup>1</sup>

### Paso a paso:

1. Antes de comenzar, realiza una lluvia de ideas con tus compañeros sobre las fuentes de la contaminación atmosférica y organízalas en cuatro categorías diferentes:
  - a. Máquinas y vehículos que queman combustible,
  - b. Uso de combustibles fósiles como diésel y carbón, en diferentes actividades de las industrias.
  - c. Diferentes fuentes que producen material particulado,
  - d. Elementos que liberan productos químicos en el aire.
2. En esta actividad se considerará cuantas pequeñas actividades del día a día pueden producir contaminación atmosférica. Para esto se utilizará el recipiente transparente o la pecera como una representación de la atmósfera, a la que se irán añadiendo los colorantes como un ejemplo de los diferentes contaminantes que día tras día se liberan en la atmósfera.
  - a. ROJO para representar contaminantes producidos por quemar gasolina.
  - b. VERDE para contaminantes producidos por la generación de electricidad.
  - c. AZUL para representar contaminación por material particulado.
  - d. AMARILLO para aquellos elementos que liberan contaminantes químicos al aire.

<sup>1</sup> Adaptado de los contenidos educativos de la Corporación Universitaria para la Investigación Atmosférica (UCAR): <https://scied.ucar.edu/activity/whirling-swirling-air-pollution>.

3. La historia “Edgar y las 24 horas de contaminación atmosférica” se leerá de manera conjunta con tus compañeros y entre todos indicarán cuál es el tipo de contaminación producida en cada uno de los momentos leídos. Uno por uno, podrás pasar con tus compañeros para agregar un poco de colorante al recipiente y mezclar el agua con la cuchara.
4. Después de completar la lectura de las 24 horas, todos los estudiantes podrán revisar de cerca el recipiente con el agua y los colorantes, y observar qué colores son los que se pueden apreciar en esta.
5. Para finalizar la actividad pueden conversar en la clase sobre los aprendizajes obtenidos con la actividad y las diferentes fuentes de contaminación que normalmente no considerábamos.

**Red de monitoreo de la calidad del aire en la región de Ubaté:** Recuerda que ya existe una red para conocer la calidad del aire en nuestra provincia, formada a partir del trabajo de la Escuela del Aire – Cuchavira. Nuestra red está conformada por diferentes equipos que permiten medir la contaminación atmosférica en diversos lugares de la región y entender cómo se comporta dicha contaminación.

Acá te mostramos muy brevemente como utilizar la red, comprender la información que en esta se muestra y descargar sus datos. También, tenemos disponibles algunos tutoriales donde se explica con detalle cada una de sus partes:



Tutoriales Escuela del Aire

# ¿Cómo ver los datos de la Red de monitoreo de la calidad del aire?



Nuestra Red de monitoreo está basada en el aplicativo del fabricante de los sensores que usamos.

A través de este se pueden consultar los datos en tiempo real o con diferentes intervalos de tiempo.

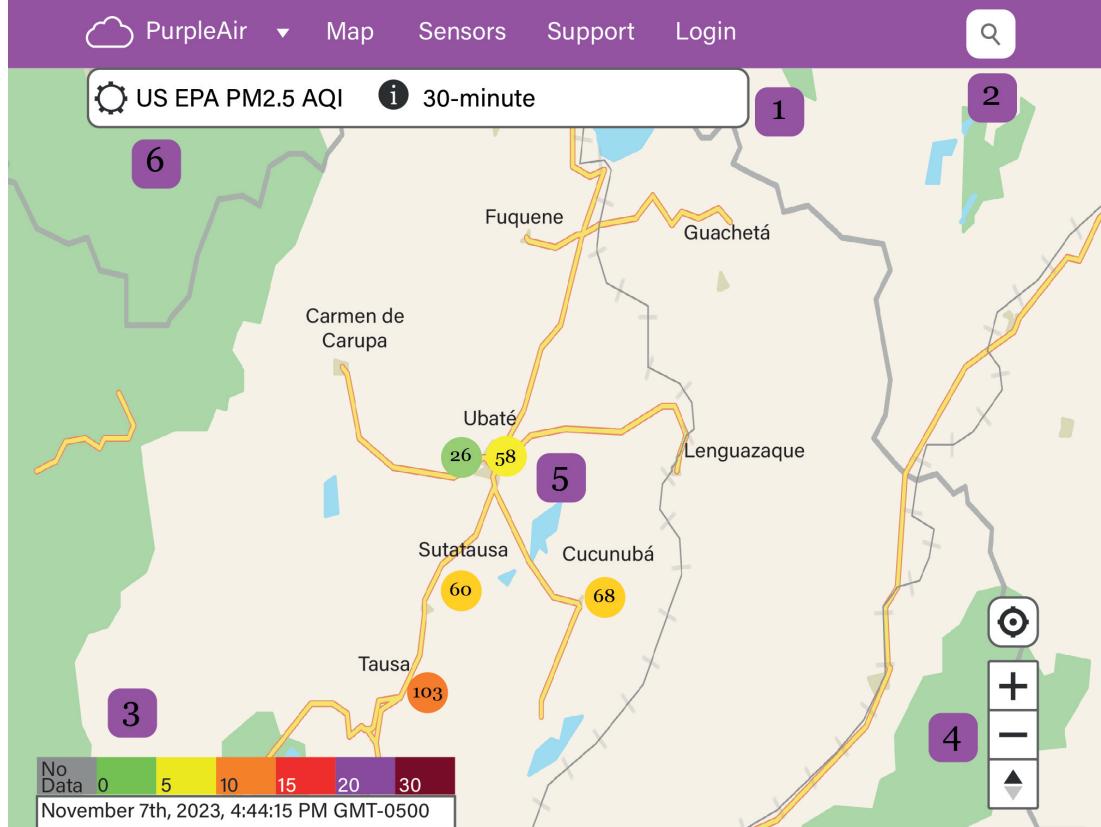
También se puede descargar la información para su procesamiento e interpretación.



Para acceder al aplicativo puedes seguir el enlace del QR o buscar "Map Purple Air" en cualquier navegador web.



Cuando el aplicativo está abierto se verá esta página inicial



Esta es la barra de configuración, acá puedes elegir la capa de datos, es decir, los diferentes tipos de datos recopilados por el sistema: PM2.5, PM10, VOC, ozono, temperatura, humedad, etc.

1 Además te ofrece diferentes formas de presentar estos datos. Por defecto siempre va a estar en US EPA PM2.5 AQI, es decir, el Índice de calidad del aire a partir de la presencia de PM2.5 usado en Estados Unidos.

También puedes cambiar el periodo de visualización de los datos (puede ser en tiempo real, o promedios de cada 10 minutos, cada hora o hasta cada año).

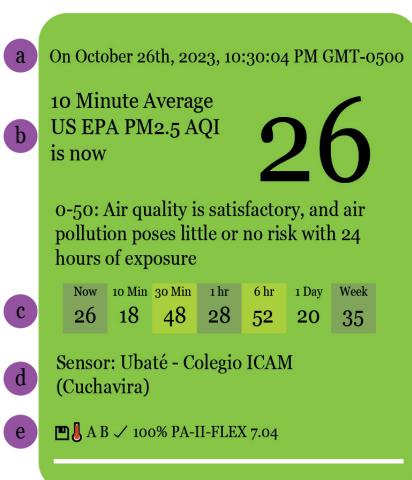
Otras opciones gráficas también pueden modificarse en este sitio.

2 Este es el botón de búsqueda, con el puedes ir a sensores o lugares específicos para conocer el estado de la calidad del aire en esa zona.

3 Esta es la barra indicativa dónde se muestran datos como la fecha y la hora de la consulta, además de los diferentes valores que representa cada uno de los colores indicados por los sensores.

4 En esta parte podrás encontrar el botón de ubicación por GPS, los botones del zoom, así como el botón para cambiar la orientación del mapa.

5 Cada punto de color que veas en la pantalla es un sensor de PurpleAir en funcionamiento. El color y el número indican el valor de la contaminación del aire (recuerda que entre más alto el número y más cerca al color marrón la contaminación será mayor). Cuando das click encima de uno de estos puntos se desplegará una ventana (como la que ves aquí), en donde se detallan todos los datos recogidos por los sensores.



a Fecha y hora de consulta.

b Información detallada de la calidad del aire (valores AQI).

c Variación de la calidad del aire en diferentes rangos de tiempo.

d Identificación del sensor

e Información de estado del sensor:  
Presencia de tarjeta de memoria, indicador de temperatura activo y fiabilidad de las mediciones (%).



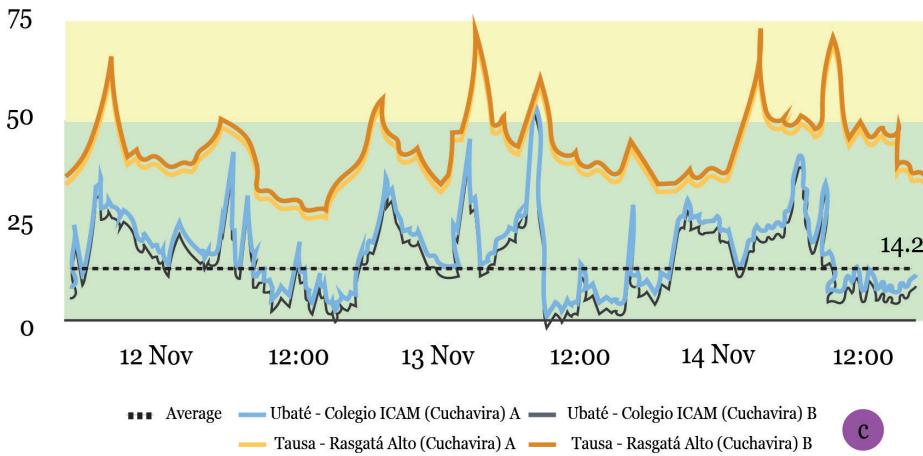
 Click & drag to zoom. Shift + click & drag to pan.



a US EPA PM<sub>2.5</sub> AQI



10 Minutes Average



b

c

6

Al dar click encima de un sensor también se abrirá esta pestaña en la parte izquierda de la pantalla. En esta se indica la variación de la calidad del aire monitoreada en una gráfica y se pueden descargar los datos recopilados por cada sensor.

- a Información del tipo de datos que se visualizan en la gráfica (recuerda que se puede modificar en el botón de configuración).
- b Gráfica dónde se visualiza la variación de la calidad del aire monitoreada por el sensor (si en el mapa das click sobre varios sensores, todos estos aparecerán aquí para ser comparados).
- c Identificación de todos los sensores seleccionados. De cada uno de los sensores aparecen dos datos (A y B), debido a que este tipo de equipos posee dos canales de recepción de información para ofrecer mayor fiabilidad.
- d Pestaña para descarga de información. Se puede ampliar la gráfica y elegir el formato en el que se quieren descargar los datos recopilados por los sensores.

¡Que esperas para hacer parte de la Red comunitaria de monitoreo de la calidad del aire en la provincia de Ubaté!



**Ejercicios exploratorios con sensores artesanales:** Una manera sencilla de medir la contaminación atmosférica en la zona en que vives, es utilizando diversos materiales que pueden servir como ‘sensores’ artesanales, ya que pueden evidenciar o no la presencia de contaminantes suspendidos en el área donde están ubicados.

A continuación, te mostraremos algunos ejemplos de ‘sensores’ artesanales de la calidad del aire que podrás realizar de manera sencilla y con pocos materiales:

### Trampas de material particulado con cajas de cartón

#### Materiales:

1 caja grande de cartón (como las de la leche o el jugo)

Alambre o cuerda

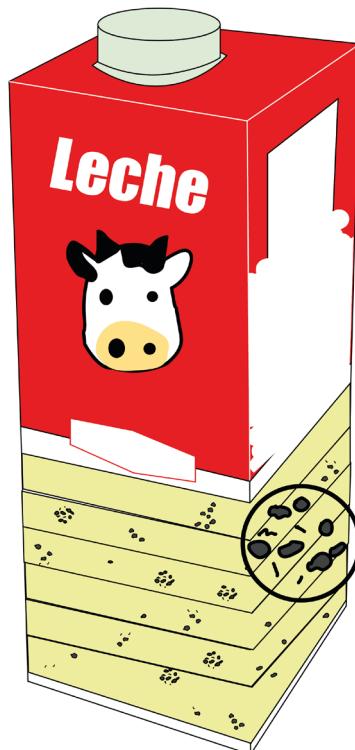
Cinta adhesiva doble faz

#### Paso a paso:

1. Limpia la superficie de la caja de cartón y pega la cinta doble faz cubriendo la mitad inferior (para una mejor presentación, puedes pintar previamente la caja de blanco).

2. Sujeta la caja con el alambre o la cuerda en un sitio donde este expuesto al aire y protegido de la lluvia.

3. Con el paso de los días irás viendo cómo se van quedando pegadas en la cinta algunas de las partículas suspendidas en el aire. Lo ideal es poder ubicar diferentes cajas de cartón como estas para poder comparar diversas zonas de tu región. Puedes comparar qué pasó con las cajas que se ubicaron en diferentes zonas, y puedes identificar cuáles zonas parecen estar más



## Platos y tarjetas para atrapar material particulado

### Materiales:

Platos de papel o fichas bibliográficas

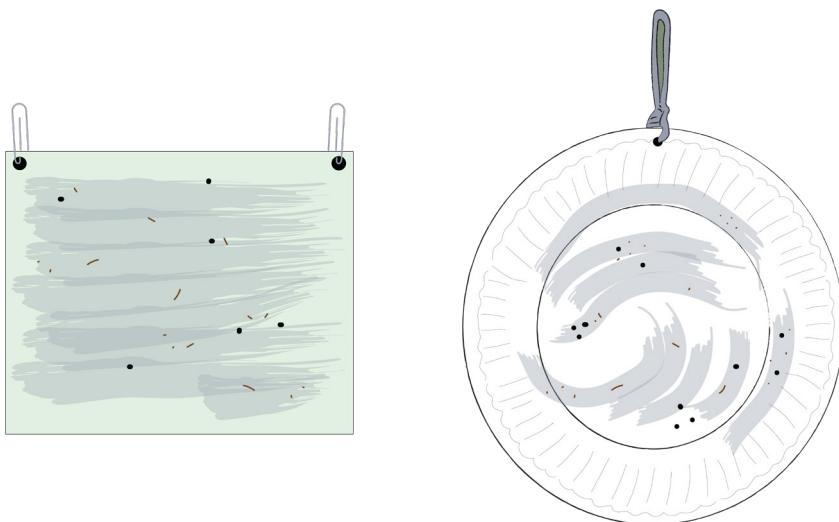
Vaselina o petrolato

Cuerdas y clips de papel

Pincel

### Paso a paso:

1. Realiza algunos agujeros en el plato de papel o la ficha bibliográfica para poder colgarla.
2. Esparses por un lado del plato o de la ficha bibliográfica una buena porción de vaselina, asegurándote de cubrir toda la superficie. Las propiedades de la vaselina hacen que ésta vaya atrapando el material particulado presente en el aire.
3. Ubica varias ‘trampas de material particulado’ en diferentes sectores de la zona en que vives, para poder comparar cuál de estas tiene más presencia de partículas suspendidas en el aire.



Si todos tus compañeros de clase realizan estos ‘sensores artesanales’ podrán comparar la presencia de material particulado en muchas zonas de tu región, encontrando los lugares que más contaminación presentan. Lo ideal sería dejar estos elementos al menos por un mes en cada lugar.

## Bioindicadores de la calidad del aire: Líquenes y otros

Los bioindicadores son organismos vivos que pueden indicarnos el bienestar o ciertas características de un ecosistema específico. En este caso, existen ciertas especies que son sensibles a la contaminación atmosférica y reaccionan a la presencia de algunos elementos en el aire. Hay algunos, denominados biomonitores, que responden ante los contaminantes de forma fisiológica y física, convirtiéndose en alarmas preventivas frente a altos niveles de contaminación.

Entre los bioindicadores de la calidad del aire podemos mencionar a las abejas, animales fundamentales para la vida en nuestro planeta, y que por su naturaleza recolectora están expuestas a gran variedad de productos tóxicos y contaminantes del aire. Estas son bastante sensibles a la presencia de plomo, cromo o cadmio en el ambiente, lo que genera problemas como alta mortalidad o contaminación de los productos de la colmena. También puede hablarse de diferentes especies de árboles y plantas pequeñas, que reaccionan de diferentes maneras a los contaminantes del aire, mostrando problemas en su crecimiento, manchas y necrosis en sus hojas o deformaciones en sus tallos. Lo mismo puede decirse de los musgos, que son ampliamente empleados para medir la presencia de ciertos metales en la atmósfera.

Sin embargo, existe otro organismo que es mucho más efectivo a la hora de evidenciar la presencia de contaminación atmosférica en el ambiente, tanto así que se han realizado diversas investigaciones científicas en las que éste es utilizado como herramienta de monitoreo de la calidad del aire. Se trata de los líquenes, organismos nacidos de la relación simbiótica entre un hongo y un alga, que tienen un proceso de crecimiento sumamente lento y que, debido a que no tienen raíces, absorben todos los nutrientes de la atmósfera, siendo extremadamente sensibles a posibles cambios en ésta. Además de esto, cuentan con una amplia distribución geográfica y pueden vivir en gran variedad de hábitats. Tan importantes han sido los líquenes en estos estudios que existe una medición llamada Índice de la pureza del aire (IPA), calculada a partir de su distribución y presencia en una zona específica.

Entonces, para conocer el estado de la calidad del aire en una zona a partir de los líquenes presentes en esta, se evalúan mayormente tres elementos importantes: zona de cobertura (tamaño del área en donde hacen presencia los líquenes), riqueza (cantidad de especies de líquenes presentes en el área estudiada) y características físicas de los líquenes estudiados (color, áreas deterioradas, etc.). Varios estudios adelantados en nuestra región, han indicado que géneros como *Usnea*, *Punctelia*, *Physcia* y *Teloschistes* tienen una mayor sensibilidad frente a la contaminación atmosférica, por lo que su presencia o ausencia en una determinada zona puede ser un indicador directo de la calidad del aire.



**Género Usnea (también llamados líquenes de barba)**



**Género Punctelia (también llamados líquenes cáscara de roble)**



Género *Physcia* (también llamados líquenes de roseta)



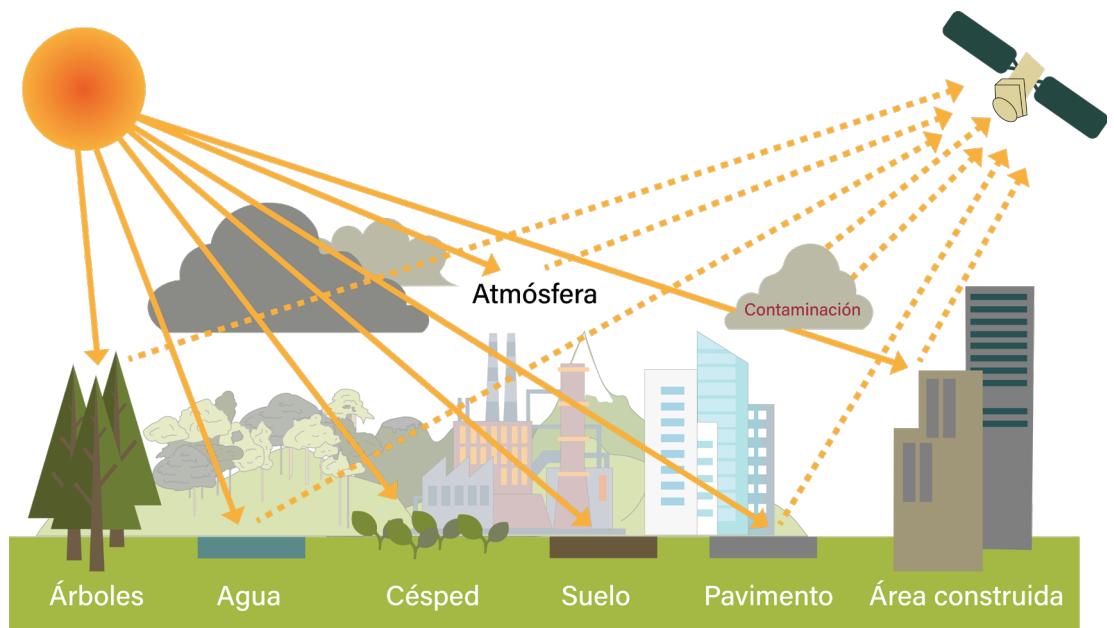
Género *Teloschistes* (también llamados líquenes “oxidados”)



## Ver la contaminación atmosférica desde arriba: Sistemas satelitales

Como sabrás, existen muchísimos satélites orbitando la tierra en este momento y algunos de estos, pertenecientes a entidades como la NASA o la Agencia Espacial Europea, son utilizados para monitorear en todo momento ciertas condiciones atmosféricas del planeta. Gracias a tecnologías como los espectrómetros de luz ultravioleta o las sondas infrarrojas, estos satélites pueden dar información sobre la presencia de contaminantes que se encuentran presentes en la zona observada.

Básicamente, estos instrumentos funcionan midiendo la intensidad de la radiación solar reflejada y emitida al espacio, que se ve afectada por la presencia de nubes, gases y aerosoles en la atmósfera. Como los científicos ya conocen de qué manera afecta cada gas este proceso, pueden identificar la “huella” de estos en la mayoría de sus mediciones. Entre los contaminantes que pueden identificar los análisis satelitales se encuentran: ozono troposférico ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), dióxido de nitrógeno ( $N_2O$ ), dióxido de sulfuro ( $SO_2$ ) o metano ( $CH_4$ ). También pueden mostrar nubes de polvo, zonas con material particulado y ubicación de incendios (por puntos de calor).



La principal ventaja que ofrece esta herramienta de análisis es la cobertura global de muchos contaminantes atmosféricos, lo que permite entender de mejor manera fenómenos como el movimiento de las arenas del Sahara, el comportamiento de la

contaminación producida por fuentes móviles y favorece la detección de focos de emisión desconocidos.

Algunos aplicativos que recomendamos para utilizar de manera fácil y sencilla son los siguientes:



Nasa Worldview



Arcgis Mapviewer



Sentinel

## SOLUCIONES PARA LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA:

Este último apartado queremos dedicarlo a proponer algunas soluciones y consejos útiles frente a la contaminación atmosférica.

En primer lugar, una de las mejores formas para evitar los problemas asociados a la contaminación atmosférica, es garantizar una adecuada ventilación en las áreas en que nos encontramos, especialmente en lugares cerrados o con alta presencia de contaminantes. Por esta razón, te dejamos algunas recomendaciones que puedes poner en práctica en medio de tus actividades diarias.

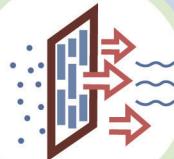


# GUÍA DE VENTILACIÓN PARA ESPACIOS INTERIORES

Consejos y recomendaciones para mejorar la calidad del aire en espacios interiores

## 1. Renovar continuamente el aire interior:

Lo primero y más importante es garantizar la renovación del aire en espacios interiores, evitando la acumulación de contaminantes. El objetivo es que durante todo el día el aire de un mismo lugar pueda cambiarse varias veces.



## 2. Asegurar fuentes de ventilación natural cruzada:

Garantice que en un lugar hayan ventanas o puertas por donde pueda entrar libremente el aire, ojalá ubicadas en lados opuestos del lugar para que los caudales de aire circulen. Si la ventilación natural es insuficiente, puede complementarse con ventiladores o extractores de aire.



## 3. Realizar actividades contaminantes al aire libre:

Evite realizar actividades que generen una alta liberación de contaminantes en espacios interiores, tales como el encendido de los autos, aplicar pinturas o esmaltes, realizar lijados o desgastes de algún material, o procesos de quema y combustión.



## 4. Utilizar combustibles más limpios:

No utilice combustibles altamente contaminantes (como el carbón vegetal, el carbón mineral o el queroseno) para cocinar, iluminar o generar calor al interior de los hogares.

## 5. Los productos de limpieza también liberan contaminantes:

Recuerde que los productos de limpieza que usamos en casa liberan VOCs y pueden causarnos complicaciones a la salud. Por eso es importante no mezclar estos productos sin saber que tipo de reacciones provocan, y realizar las labores de limpieza garantizando una adecuada ventilación.





## 6. Controlar la humedad en espacios cerrados:

Los espacios que acumulan niveles altos de humedad pueden generar el crecimiento de mohos y otros hongos, que pueden causar problemas a la salud y generar reacciones alérgicas.

## 7. Evitar posibles fugas de gas:

Es importante revisar que no existan fugas de gas en las cocinas y otros espacios que utilizan este tipo de combustibles, ya que a partir de estos se producen contaminantes como el monóxido de carbono que puede causar envenenamiento y ser mortal.



## 8. Reemplazar elementos con plomo y asbesto:

Tanto el plomo como el asbesto son elementos altamente contaminantes que pueden estar presentes en diferentes materiales del hogar, como tejas, tuberías, pintura o cerámicas. Este tipo de materiales deben ser reemplazados por otros elementos que no generen afectaciones a nuestra salud. La manipulación de objetos con asbesto solo puede ser realizado por personal especializado con los respectivos elementos de protección.

## 9. Conocer la calidad del aire en los espacios en los que pasamos nuestro tiempo diario:

Es útil también realizar mediciones de la calidad del aire en espacios interiores con diferentes sensores, esto nos permite saber qué otro tipo de recomendaciones podrían adoptarse según los niveles de contaminación que se evidencien.



## 10. Realizar periódicamente actividades de limpieza:

En espacios cerrados es muy importante evitar la acumulación de polvo, pues esto puede implicar la generación de enfermedades y alergias para los habitantes del hogar.

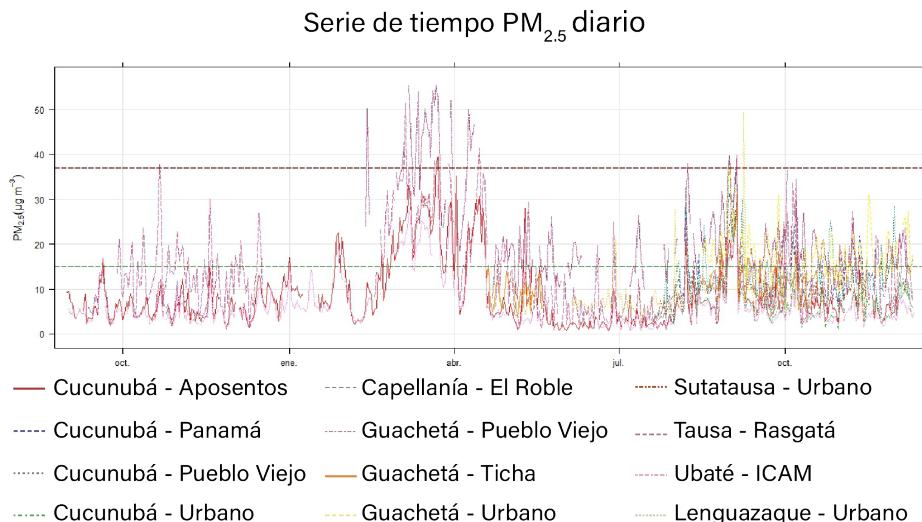
## 11. Estar atento a situaciones de emergencia frente a la calidad del aire:

Aunque no lo creas, existen ocasiones en que lo mejor es evitar la entrada del aire del exterior a nuestros hogares. Esto sucede cuando se presentan situaciones de emergencia sanitaria, por acumulación de contaminantes en la zona o factores meteorológicos.



## El problema de los incendios forestales

A partir de las mediciones realizadas por la Red de monitoreo de la calidad del aire en la provincia de Ubaté, hemos aprendido que, entre los meses de febrero, marzo y abril del año 2024, se registraron altos niveles de contaminación en la mayoría de sectores de nuestra región. Según los datos recopilados por los equipos de monitoreo, el nivel de material particulado fino ( $PM_{2.5}$ ) aumentó cerca de un 30% durante este periodo, incluso en sectores que habían mantenido niveles bajos de contaminación en otros periodos.



Este tipo de situaciones, cuando se incrementa la contaminación en toda una región, puede ser influenciado por eventos de contaminación que se generan en otras zonas, y su impacto también puede verse afectado por las condiciones meteorológicas del periodo, como por ejemplo cuando se dan temporadas secas, sin lluvias, y se presentan factores externos como la llegada de polvo proveniente del desierto del Sahara (si el que está en África) y, fundamentalmente, por el gran número de incendios que se presentaron en nuestra región durante este periodo. (Según datos de la gobernación de Cundinamarca, durante el año 2024 se presentaron cerca de 730 incendios forestales, afectando más de 6.900 hectáreas del territorio). Estos incendios no solo afectaron la calidad del aire de la región, sino que pusieron en peligro la seguridad de sus habitantes y devastaron grandes zonas boscosas y de páramo en la región. Lo peor de todo es que, según informaciones de las autoridades, la gran mayoría de estos incendios se presentaron por culpa de actividades humanas, como quemas de material vegetal, descuidos a la hora de desechar residuos o actos vandálicos.

Por este motivo, queremos dejarte algunos consejos útiles para evitar que se produzcan incendios a partir de actividades cotidianas y otras recomendaciones para periodos como el que se presentó a comienzos del año 2024.

No tirar elementos encendidos, inflamables o combustibles en carreteras, caminos o zonas boscosas.

No arrojar voladores, petardos u otros fuegos artificiales o artefactos que contengan fuego en zonas de riesgo ni terrenos agrícolas.

No dejar basura o desperdicios en el bosque, especialmente elementos de vidrio o metálicos. Asegúrese de depositar este tipo de productos en los contenedores adecuados.

Si se encienden o se encuentran restos de fogatas, extínguelos muy bien con agua y tierra, hasta que dejen de humear o de tener brasas encendidas.

Tener preparadas herramientas básicas contra incendios como mangueras y hachas, así como alguna reserva de agua.

No encender basuras o hacer quemas de material vegetal en temporadas secas o terrenos cubiertos de vegetación.

Advertir a las autoridades locales inmediatamente se descubra un incendio forestal que no se pueda controlar.

Ante episodios agudos de humo y cenizas, se recomienda usar mascarilla o un pañuelo para cubrir la nariz y la boca. Si la situación es persistente, deben buscarse otras alternativas, en especial para proteger a la población que es más vulnerable ante la contaminación.



Si hay humo y cenizas en el aire cierre ventanas, puertas y otras entradas de ventilación hasta que se mejore la situación.

Evite realizar ejercicio al aire libre mientras se presentan altos niveles de contaminación, como, por ejemplo, cuando hay incendios en zonas cercanas.

No vuelva a las áreas afectadas hasta que lo dispongan las autoridades.



## Banderas para alertar sobre la calidad del aire

Una gran problemática frente a la contaminación atmosférica es que la mayoría de las personas sigue sin tener acceso a información clara frente a la calidad del aire, bien sea porque no se cuenta con equipos de monitoreo, porque las ciudades y entidades ambientales no reportan los datos que monitorean, o por el desconocimiento frente a los medios en los cuales podría consultarse esta información (cómo nuestra Red de monitoreo). De igual manera, esta problemática se presenta también porque la información disponible no se presenta en un lenguaje que pueda entender la mayoría de la población.

Por este motivo, se han diseñado múltiples metodologías y herramientas que buscan facilitar que la información se presente de manera sencilla y práctica, considerando diferentes opciones de comunicar los datos según las audiencias.

Por ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) diseñó el “School Flag Program”, una iniciativa que buscaba que desde las escuelas públicas de este país se compartiera información diaria sobre la calidad del aire. A partir de este ejemplo, otras organizaciones han adaptado medidas similares a su contexto, para lograr la difusión de datos sobre la calidad del aire y la puesta en marcha de medidas preventivas.

A continuación, te contaremos un poco más de este programa y cómo podríamos aplicarlo en la provincia de Ubaté.

El programa de banderas para alertar sobre la calidad del aire se basa en la utilización de banderas de diferentes colores para indicar el estado de la contaminación atmosférica en una zona determinada. Estos colores se toman directamente del **Índice de la calidad del aire** (ICA) (también conocido como AQI por su nombre en inglés: “Air Quality Index”, que establece una escala de la presencia de contaminantes en el aire.

De esta manera, a partir de las mediciones realizadas durante el día o cierto periodo de tiempo, una o más banderas del color que corresponda a la calidad del aire se fijarán en un espacio abierto y donde sea visible para la comunidad, de tal manera que todas las personas que vean la señal puedan entender de forma inmediata cómo se encuentra la calidad del aire en dicha zona.

El programa de banderas puede implementarse en cualquier lugar de la comunidad, desde una escuela, un salón comunal, un espacio comunitario o un lugar de trabajo



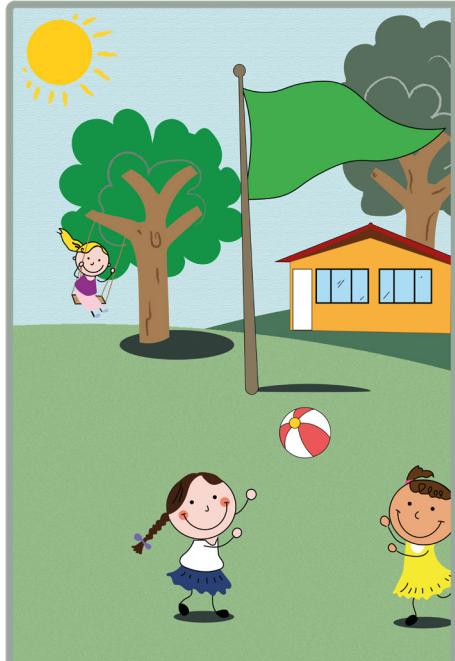
# Indice de la calidad del aire (ICA)

## Air Quality Index (AQI)



Categoría	Efectos a la salud
<b>0 a 50</b>  <b>Buena</b>	La contaminación atmosférica supone un riesgo bajo para la salud.
<b>51 a 100</b>  <b>Aceptable</b>	Posibles síntomas respiratorios en grupos poblaciones sensibles (niños pequeños y adultos mayores).
<b>101 a 150</b>  <b>Dañina para los grupos sensibles</b>	Los grupos poblacionales sensibles pueden presentar complicaciones en su salud. Las personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños, adultos mayores y quienes realizan actividad física al aire libre, deben reducir su exposición a los contaminantes del aire.
<b>151 a 200</b>  <b>Mala</b>	Todas las personas pueden comenzar a experimentar efectos adversos en su salud. Los grupos sensibles experimentarán efectos más graves.
<b>201 a 300</b>  <b>Muy mala</b>	Estado de alerta que significa que todos pueden experimentar efectos adversos graves para la salud. Las personas deben permanecer en espacios interiores.
<b>301 a 500</b>  <b>Peligrosa</b>	Advertencia sanitaria. Durante este periodo todos deben permanecer en espacios interiores, evitar la entrada de aire del exterior y estar atento a las indicaciones de las autoridades.





## BANDERA VERDE

(Aire limpio)

**Calidad del aire:**

Buena

**Puntaje ICA:**

0 a 50

**Nivel de riesgo:**

Bajo

**¿Quién se debe preocupar?**

Nadie

**¿Qué debo hacer?**

Vivir el día con normalidad y disfrutar de las actividades al aire libre.



## BANDERA AMARILLA

(Aire aceptable)

**Calidad del aire:**

Aceptable

**Puntaje ICA:**

51 a 100

**Nivel de riesgo:**

Moderado

**¿Quién se debe preocupar?**

Grupos sensibles (niños pequeños y adultos mayores)

**¿Qué debo hacer?**

Los grupos sensibles deben reducir las actividades físicas al aire libre. Las demás personas pueden realizar sus actividades con normalidad.





## BANDERA NARANJA

(Aire contaminado)

### Calidad del aire:

Mala

### Puntaje ICA:

101 a 150

### Nivel de riesgo:

Alto

### ¿Quién se debe preocupar?

Grupos sensibles (niños pequeños y adultos mayores).

El resto de la población debe tomar precauciones.

### ¿Qué debo hacer?

Los grupos sensibles deben evitar las actividades físicas al aire libre. Las demás personas reducir sus actividades en el exterior.



## BANDERA ROJA

(Aire muy contaminado)

### Calidad del aire:

Muy mala

### Puntaje ICA:

151 a 200

### Nivel de riesgo:

Muy alto

### ¿Quién se debe preocupar?

Todos

### ¿Qué debo hacer?

Todas las personas pueden experimentar efectos negativos sobre su salud, por eso deben reducir actividades físicas en el exterior y usar elementos de protección.





## BANDERA MORADA

(Aire extremadamente contaminado)

**Calidad del aire:**

Peligrosa

**Puntaje ICA:**

201 a 300

**Nivel de riesgo:**

Extremadamente alto

**¿Quién se debe preocupar?**

Todos

**¿Qué debo hacer?**

Todas las personas deben permanecer en espacios interiores y acudir al médico si presentan algún síntoma cardíaco o respiratorio.



## BANDERA MARRÓN

(Estado de alerta sanitaria)

**Calidad del aire:**

Extremadamente dañina

**Puntaje ICA:**

301 a 500

**Nivel de riesgo:**

Máximo

**¿Quién se debe preocupar?**

Todos

**¿Qué debo hacer?**

Durante un estado de alerta sanitaria se debe permanecer en espacios interiores, evitar la entrada de aire del exterior y estar atento a las indicaciones de las autoridades.

## Soluciones basadas en la naturaleza

La problemática de la contaminación atmosférica solo puede solucionarse mediante la reducción de las fuentes que liberan contaminantes en el aire, lo que implica un grandísimo reto, pues muchas de estas fuentes están vinculadas con actividades que son fundamentales para nuestra vida (transporte, generación de energía, procesos industriales, etc.). A pesar de esto, si pueden implementarse procesos más eficientes, cambios en las tecnologías, y cambios hacia el uso de combustibles menos contaminantes, que permitan que estas actividades tengan un impacto menor sobre la naturaleza, la calidad del aire y la salud de la población. A lo anterior, se suman otras soluciones como por ejemplo el mejoramiento de la infraestructura vial (pavimentación y mantenimiento de vías), adopción de prácticas de consumo responsable y en general la implementación de políticas ambientales por parte de las diferentes autoridades de la región, involucrando a múltiples sectores como los de salud, ambiente, industria y educación.

Sin embargo, todas estas soluciones toman tiempo y se ven muy distantes para un problema urgente que afecta nuestra salud en el corto y largo plazo. Por eso, en este apartado queremos proponer algunas medidas que pueden implementarse con facilidad y de manera económica, para reducir el impacto de la contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud. Estas medidas hacen parte de lo que se conoce como “soluciones basadas en la naturaleza” (NBS, por sus siglas en inglés), que en los últimos años se han convertido en un elemento importante para abordar problemas ambientales en diferentes lugares del mundo. Este tipo de propuestas busca fortalecer los ecosistemas para brindar beneficios económicos, sociales o ambientales, al tiempo que se reduce la exposición a diversos contaminantes.

## Uso de barreras verdes para reducir la exposición al material particulado

En los últimos años han aumentado los estudios acerca del uso y la instalación de infraestructura verde aledaña a las vías transitadas, para reducir la exposición a las partículas en suspensión. Esta infraestructura incluye el uso de árboles, arbustos, barreras y muros verdes, ubicadas a lado y lado de vías y caminos. Esta medida ha probado tener el potencial para reducir las concentraciones asociadas a la exposición de material particulado, las partículas ultrafinas y algunos contaminantes gaseosos, por lo que es muy recomendable para instalar en viviendas, jardines infantiles, colegios y escuelas cercanas a vías altamente transitadas y vías en mal estado. A continuación, mencionamos algunas recomendaciones a la hora de realizar barreras verdes para reducir la exposición a la contaminación atmosférica:

La vegetación alta y densa tiene mejores reducciones en las concentraciones de contaminantes. Sin embargo, el diseño de la barrera tendrá que permitir flujo de aire a través de la vegetación para mejorar la remoción de partículas.



Las barreras verdes eficientes deberán tener cobertura desde el suelo hasta su extensión más alta sin presentar brechas, aberturas o discontinuidades, ya que estas incluso pueden permitir el incremento de las concentraciones de contaminantes.

Cuando las barreras se instalan para colegios, jardines, ancianatos o zonas específicas, es recomendable que estas se extiendan más allá del área de interés.

Para asegurar un mejor funcionamiento se recomienda que las barreras estén conformadas por múltiples tipos de vegetación.

Siempre que sea posible, las especies nativas deberían ser consideradas para incorporar en las barreras verdes, ya que pueden ser más resistentes a las condiciones climáticas locales.

Las especies de vegetación que se seleccionen para las barreras, no deben sufrir grandes cambios por temporadas o estaciones (como perdida de hojas y otros). Es posible seleccionar especies resistentes a las sequias o a altas cantidades de agua, que además puedan ayudar al control ante posibles inundaciones en épocas de lluvias.

Asegure el mantenimiento de la barrera verde por medio del riego, la fertilización, la poda y el reemplazo de las plantas en caso de enfermedad o daño por accidentes.

En la medida de lo posible, se recomienda hacer monitoreos de la calidad del aire antes de instalar las barreras verdes y cuando ya estén, esto permitirá conocer el nivel de eficiencia que se logra con el uso de diferentes configuraciones de las barreras.

Además de los beneficios en reducción de la exposición al material particulado, también se ha demostrado que las barreras verdes pueden contribuir en la reducción de los niveles de ruido.





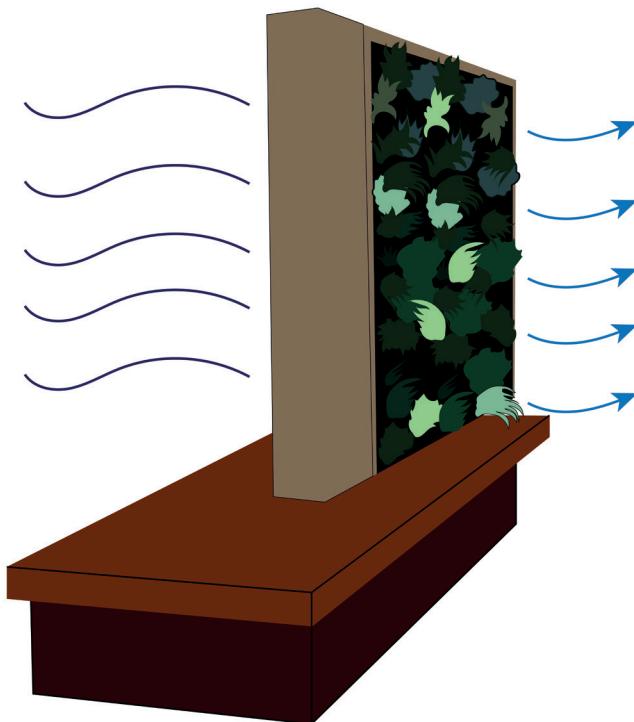
### Biofiltro urbano

En diferentes ciudades del mundo se han implementado jardines verticales como filtros para reducir la contaminación que proviene de parqueaderos subterráneos y otras fuentes de emisión. Este biofiltro se compone de diferentes capas que permiten la absorción y la limpieza del aire contaminado. Existen diferentes modelos y variantes de este tipo de biofiltros. Por ejemplo, los techos o azoteas verdes se han utilizado para cubrir la parte superior de un edificio y mejorar las condiciones de las personas que habitan en este. Se recomiendan sustratos con elementos orgánicos y minerales granulares, que pueden mezclarse con elementos como la fibra de coco



o compostaje. La vegetación de estas azoteas verdes pueden ser especies como las suculentas o los pequeños arbustos. Pueden construirse también superficies verdes verticales para instalar en las fachadas de los edificios o en los espacios entre estos. Estas construcciones también han probado ser útiles para reducir la temperatura promedio en los sitios dónde se han ubicado.

Otros modelos de biofiltros utilizan la capacidad de las plantas para remover los contaminantes del aire, como material particulado, dióxido de nitrógeno y ozono troposférico, mediante la sedimentación de estos en el suelo. Estas estructuras se han adaptado a ductos de ventilación, túneles o salidas de zonas contaminadas (como parqueaderos subterráneos), para que el aire se vaya limpiando conforme atraviesa los elementos del filtro. Diversos niveles de vegetación y diferentes tipos de suelo son alternados para maximizar la efectividad de estos prototipos.

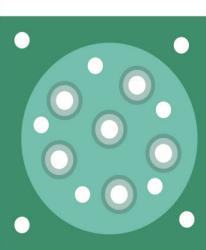


### Decálogo por un aire más limpio

Para terminar, queremos recordarte algunas de las ideas o propuestas que recogimos en esta cartilla. Por eso, proponemos un decálogo de recomendaciones y compromisos para que podamos mejorar el aire que respiramos:



1. Aprenderás sobre la problemática de la contaminación atmosférica y compartirás tus conocimientos.
2. No contaminarás el aire quemando basuras ni neumáticos, y harás lo posible por no utilizar productos que liberen contaminantes a la atmósfera.
3. No realizarás actividades industriales altamente contaminantes. Y si así lo haces, te preocuparás por cumplir con los requisitos técnicos necesarios para minimizar el impacto de estas. El aire que contaminas es el mismo que todos respiramos.
4. Revisarás constantemente la calidad del aire de tu zona a través de la Red de monitoreo de la calidad del aire de la provincia de Ubaté, y tomarás decisiones considerando el cuidado de tu salud y la de quienes te rodean.
5. Exigirás a las autoridades ambientales y políticas de la región que promuevan medidas que mejoren la calidad del aire y reduzcan la contaminación atmosférica presente en la zona.
6. Tendrás cuidado a la hora de realizar fogatas y desechar residuos para no provocar incendios forestales en la región.
7. Trabajarás junto a tu comunidad para mejorar la calidad del aire que todos compartimos.
8. Utilizarás elementos de protección, siguiendo las recomendaciones de los médicos y las autoridades de salud, cuando el aire de tu zona presente altos niveles de contaminación.
9. Mantendrás hábitos de consumo adecuados y disminuirás las actividades que son altamente impactantes al medio ambiente y a la calidad del aire, como fumar cigarrillos o quemar neumáticos.
10. Amarás a esta tierra y a la naturaleza de la cual tú también haces parte.



## ANEXOS



# Edgar y 24 horas de contaminación atmosférica

## "Mezclando la contaminación atmosférica"

Con esta historia aprenderás qué actividades realiza Edgar durante su día a día y como en estas se genera contaminación atmosférica. Para cada hora del día se contará una parte de la historia y se indicarán que fuentes de contaminación están presentes.

### 6:00 am

#### Fuentes de contaminación:

- Quema de gas natural
- Productos que liberan compuestos químicos

Edgar toma una larga ducha para tratar de despertarse. El agua de la ducha se calienta gracias a una calentador que quema gas natural y libera metano, óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono. El jabón y el shampoo de la ducha liberan vapores orgánicos volátiles (VOCs).

### 7:00 am

#### Fuentes de contaminación:

- Quema de gas natural
- Quema de carbón

Edgar prepara un desayuno con huevos, tostadas y café. Su estufa funciona con gas natural y su cafetera utiliza energía eléctrica. Esta electricidad proviene de una planta de energía dónde se quema carbón, liberando contaminantes como dióxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y material particulado.

### 8:00 am

#### Fuentes de contaminación:

- Quema de gasolina

Edgar conduce su automóvil para ir al trabajo. Como tiene un poco de afán, acelera cuando puede y frena constantemente, sin saber que esta forma de conducir libera más contaminación que cuando se maneja a una velocidad estable. La quema de gasolina libera monóxido y dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, material particulado y vapores orgánicos volátiles (VOCs).

### 9:00 am

#### Fuentes de contaminación:

- Quema de gasolina
- Material particulado

En su trabajo, Edgar se encarga de hacer labores de mantenimiento y cuidado de las diferentes zonas de una empresa. Para comenzar el día, Edgar debe limpiar las hojas secas y el polvo que se van quedando en el jardín de la empresa. Para esto utiliza un soplador de hojas que funciona con gasolina.

### 10:00 am

#### Fuentes de contaminación:

- Productos que liberan compuestos químicos

Edgar debe pintar toda una pared que ya se encuentra en mal estado. Para hacer esto, utiliza la pintura barata y de mala calidad que sus jefes han comprado. El problema es que algunas de estas pinturas liberan vapores orgánicos volátiles en la atmósfera.

### 11:00 am

#### Fuentes de contaminación:

- Quema de gasolina

Para continuar con las actividades del día, Edgar debe podar los arboles de la parte trasera de la empresa. La moto sierra que utiliza para este fin libera monóxido y dióxido de carbono, material particulado y VOCs.

## **12:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de gasolina
- Productos que liberan compuestos químicos

En la hora del almuerzo Edgar y sus compañeros se toman un descanso para comer y hacer una pausa de las actividades de su día. Para conseguir su almuerzo Edgar se dirige en coche a un negocio de comidas rápidas. La hamburguesa que compra viene en un recipiente de poliestireno, que cuando se descomponga liberará VOCs al aire.

## **1:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de carbón
- Material particulado

De vuelta a su trabajo Edgar pasa a recoger en su carro unas fotocopias que le habían encargado de una papelería del vecindario. El proceso de fotocopiado libera también material particulado a la atmósfera.

## **2:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de gasolina

Edgar vuelve a su trabajo para continuar con las actividades de su día a día.

## **3:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de gasolina
- Productos que liberan compuestos químicos

Para terminar el trabajo de pintura que le habían encargado, Edgar debe utilizar un compresor que le permita apresurar su trabajo. Debido a que en la zona donde va a pintar no hay energía eléctrica, Edgar utiliza también un generador de electricidad que funciona quemando gasolina y liberando contaminantes al aire.

## **4:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de carbón
- Material particulado

Como ultima actividad del día Edgar debe instalar un par de baldosas cerámicas para reemplazar unas antiguas que existían en la empresa. Para esto, corta las baldosas con una cortadora eléctrica, pero por el afán olvida utilizar un tapabocas y no recuerda que la actividad que está realizando libera una gran cantidad de material particulado al aire.

## **5:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Material particulado

Para cerrar el día en el trabajo Edgar tiene que limpiar su área de trabajo y las herramientas que utilizó en el día, generando mucho polvo y liberando material particulado en el aire.

## **6:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de gasolina
- Quema de carbón
- Productos que liberan compuestos químicos

Edgar va de regreso a su casa pero antes pasa a recoger su vestido de gala en la lavandería, donde lo había dejado desde la semana pasada. En una lavandería en seco se utilizan productos de limpieza que liberan VOCs y otros contaminantes al aire.

## **7:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de gasolina
- Quema de carbón

Edgar llega a su casa con hambre y se prepara algo para comer. Para esto saca una lasagna del congelador y la coloca en su horno eléctrico. La lasagna fue realizada con ingredientes traídos de diferentes partes del mundo, que fueron transportados en barcos y camiones que queman combustibles fósiles.

## **8:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de gasolina
- Quema de carbón

Edgar se sienta en su sala para cenar y ver las noticias en televisión. También está muy animado porque acaban de llegarle unos zapatos que pidió por internet hace un par de semanas. El paquete venía desde Estados Unidos quemando combustibles fósiles y liberando contaminantes al aire. La fábrica dónde se hicieron los zapatos es alimentada por energía eléctrica producida por una termoeléctrica.

## **9:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Productos que liberan compuestos químicos

Antes de dormir, Edgar trapea la sala y la cocina de su casa, para lo que utiliza algunos productos químicos que liberan VOCs al aire. Al realizar estas actividades es importante no mezclar ciertos productos y mantener una buena ventilación.

## **10:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de carbón

Después de limpiar su casa Edgar se acuesta en su cama para leer un poco y se queda dormido con las luces encendidas, manteniendo su consumo de energía que proviene del carbón.

## **11:00 - 12:00 pm**

Fuentes de contaminación:

- Quema de carbón

Edgar sigue dormido y las luces encendidas.

## **1:00 am**

Fuentes de contaminación:

- Quema de carbón

Edgar se despierta confundido y con frío. Apaga las luces que dejó encendidas pero prende la calefacción de su apartamento y vuelve a dormir.

## **2:00 - 5:00 am**

Fuentes de contaminación:

- Quema de carbón

La calefacción encendida sigue gastando energía que se produce a través de la termoeléctrica. Recién cuando despierta Edgar apaga la calefacción y se prepara para iniciar un nuevo día de su vida.



Proyecto ganador del Premio Zayed para la Sustentabilidad, Categoría Escuelas Globales, 2023