



 **Comité Cívico**
AMBIENTAL
Manual de usuario

Guía para el Coordinador
Programa Banderas de
la Calidad del Aire

El Programa Banderas de la Calidad del Aire una iniciativa del Comité Cívico Ambiental (CCA), basado en el AQI School Flag Program de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (en inglés, Environmental Protection Agency; más conocida por las siglas EPA).

Conozca más en www.comitecivicoambiental.org

Agradecemos su participación como Coordinador del Programa; esperamos que este manual le sea útil y recibimos con gusto toda sugerencia que tenga para mejorarlo. Las preguntas y sugerencias relacionadas se deben dirigir al <https://www.comitecivicoambiental.org/contactus>

Programa Banderas de la Calidad del Aire
Manual para Coordinador

Primera edición 2019
Investigación y texto: Alexa Gutierrez y María Eugenia Mexia
Diseño: Hector Mexia

Redspira
Calle Cerro de las Campanas No. 384, Col. Insurgentes Oeste, CP. 21280, Mexicali, Baja California, México.
<https://www.respira.org.mx/>

Comité Cívico Ambiental
<https://www.comitecivicoambiental.org/>

Distribución gratuita.

Tabla de Contenido

Presentación	2
¿En qué consiste el Programa Banderas de la Calidad del Aire?	3
1.1 Red de monitoreo Redspira	4
1.2 App Redspira	5
1.3 Campaña de difusión en escuelas	7
Pasos para llevar a cabo el Programa Banderas de la Calidad del Aire	9
2.1 Definir la dinámica	9
2.2 Quiénes participarán	9
2.3 Seleccionar una fecha para presentar el programa a la comunidad escolar	10
2.4 Las banderas	10
2.5 Identificar acciones para cada nivel de contaminación indicada en el semáforo	12
2.6 Qué es una contingencia ambiental y qué hacer en caso de una	12
2.7 Comunicar el programa	14
Recursos de apoyo	15
Glosario	17
Fuentes de referencia	19

I. Presentación

Uno de los principales riesgos para la salud y el medio ambiente de la población en general es la contaminación atmosférica. Existen diversos tipos de contaminantes, en México, las Normas Oficiales describen límites permisibles para los contaminantes criterio: dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono, partículas menores a 10 micrómetros, partículas menores a 2.5 micrómetros y el plomo.

Sin embargo, dentro de los mayor presencia e impacto negativo se encuentran el Ozono (O₃) y el Material Particulado (MP).

De acuerdo con la OMS (Organización Mundial de la Salud) sus efectos a corto y largo plazo varían, por ejemplo, las personas que padecen asma presentan un riesgo mayor de sufrir una crisis asmática en los días en que las concentraciones de ozono a nivel del suelo son más elevadas, mientras que las personas expuestas durante varios años a concentraciones elevadas de material particulado (MP) tienen un riesgo mayor de padecer enfermedades del corazón y derrames cerebrales.

Los efectos más graves se producen en las personas que ya están enfermas. Además, los grupos más vulnerables, como los niños y adultos mayores son más susceptibles a los efectos nocivos de dicho fenómeno.

Además de los efectos negativos en la salud humana, la contaminación atmosférica contribuye al cambio climático mediante el efecto invernadero, altera los niveles de acidez en lagos, ríos y lagunas.

La contaminación atmosférica y sus efectos pueden ser disminuidos mediante la promoción de la cultura de cuidado del ambiente y la salud. El programa Banderas de la Calidad del Aire busca informar a las organizaciones y escuelas sobre la calidad del aire local y ayudar a la toma de medidas preventivas para proteger la salud de la comunidad.

Este manual contiene información sobre contaminación atmosférica, en qué consiste el programa Banderas de la Calidad del Aire y cómo llevarlo a cabo de manera exitosa en su escuela.

II. ¿En qué consiste el Programa Banderas de la Calidad del Aire?

El Programa Banderas de la Calidad del Aire está basado en el *School Flag Program* de la *Environmental Protection Agency* (EPA) de Estados Unidos; se adopta como una iniciativa del Comité Cívico Ambiental en la ciudad de Mexicali, en Baja California, México. Dicho comité está integrado por un grupo de organizaciones, cada una con un fin en particular pero una meta en común: diseñar, impulsar y ejecutar estrategias enfocadas a promover el cuidado del medio ambiente y la salud.

Como parte de la problemática de contaminación atmosférica, se ha identificado que la mayoría de las ciudades no miden o no reportan la calidad del aire, la información disponible es muy técnica y difícil de entender para la mayoría de las personas, y que los mecanismos de comunicación disponibles no reflejan los riesgos a los que se expone la población.

El Programa Banderas de la Calidad del Aire busca disminuir la problemática conjugando la tecnología, obteniendo mediciones en tiempo real; y movilizándolo a las personas, para lograr la difusión de las mediciones y medidas preventivas. Está integrado de los siguientes elementos que interactúan entre sí: Red de monitoreo Redspira, App y red colaborativa Redspira, y campaña de difusión a la comunidad.



1.1 Red de monitoreo Redspira

Redspira es una red colaborativa que por medio de un mapa interactivo integra la información recopilada de una red de sensores o monitores para la consulta por ubicación de la calidad del aire.

Cada monitor mide hora por hora el Índice de la Calidad del Aire (Air Quality Index, o AQI por sus siglas en inglés). Se puede consultar de manera gratuita en redspira.org

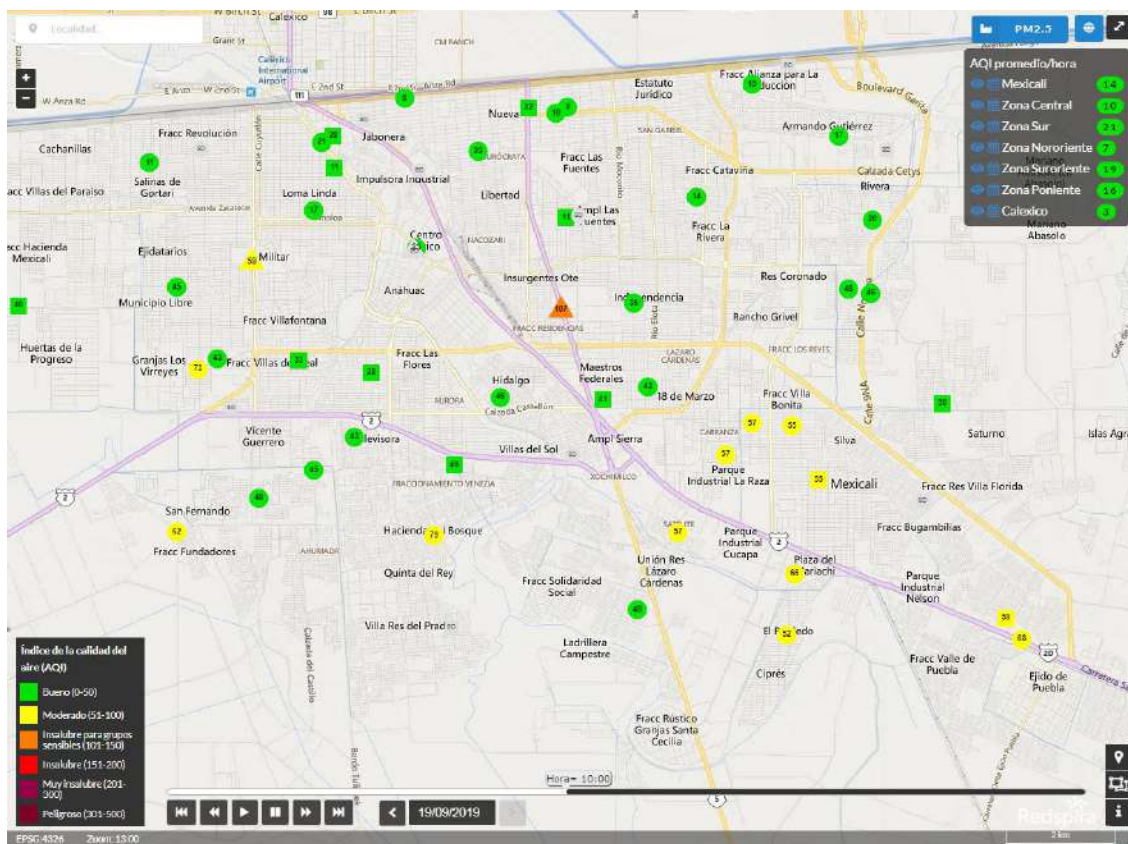


Fig. Mapa de plataforma geostatística Redspira

Redspira muestra el AQI en categorías de colores, a manera de un semáforo, de acuerdo con lo que define la Agencia de Protección Ambiental (Environment Protection Agency, o EPA por sus siglas en inglés), como se muestra a continuación:

Valores del índice de la calidad del aire (AQI)	Niveles preocupantes para la salud	Colores
Cuando el AQI se encuentra en esta gama:	...La condición de la calidad del aire es:	...Conforme se representa con el color:
0 a 50	Buena	Verde
51 a 100	Moderada	Amarillo
101 a 150	Insalubre para grupos sensibles	Naranja
151 a 200	Insalubre	Rojo
201 a 300	Muy insalubre	Morado

Tabla. Semáforo de AQI.

Nota: Hay un sexto color –el granate– que se usa en el Índice de la Calidad del Aire de la EPA e indica que la calidad del aire es peligrosa. No se incluye en el Programa de Banderas para las escuelas dado que es inusual y desencadenará advertencias sanitarias de condiciones de emergencia en los medios de comunicación locales.

Redspira se encuentra vinculada con las redes de monitoreo de la Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California (SPA-BC); Dirección de Protección al Ambiente (DPA) del Municipio de Mexicali; y Redes ciudadanas *PurpleAir*.

1.2 App Redspira

Se trata de una aplicación gratuita para *Smartphones* disponible en tiendas Google Play y iTunes. La aplicación cuenta con diversas funciones, las cuales se listan a continuación:

- Información sobre las diferentes zonas de la ciudad
 - Índice de la Calidad del Aire (AQI)
 - El color de bandera que corresponde a la zona
- Datos sobre el clima



Fig. Pantalla principal de la aplicación Redspira

- Promedio del Índice de la Calidad del Aire por tiempo
- Acceso al mapa de monitores
- Reportes de incidencias

Cada rango de AQI, dependiendo del grado de insalubridad, cuenta con alertas sobre niveles críticos de contaminación, noticias y recomendaciones del aire y sugerencias de acciones de cuidado de salud.

Tanto la plataforma web como las aplicaciones móviles muestran la información de la calidad del aire utilizando el instrumento de difusión del Índice de Calidad del Aire (AQI), que traduce los niveles de concentración de contaminantes en índices, categorías y escalas de color fáciles de entender. También incluye recomendaciones para la salud basadas en el semáforo.



Tabla. Banderas de colores relacionadas con el semáforo de AQI.

1.3 Campaña de difusión en escuelas

Esta actividad consiste en la difusión diaria a la comunidad escolar mediante banderas de colores colocadas en un punto estratégico de las instalaciones de la escuela; el color de la bandera será de acuerdo con el semáforo del AQI, consultando la aplicación Redspira, como se muestra en la siguiente tabla:

Índice de la calidad del aire	¿Quién se debe preocupar?	¿Qué debo hacer?
<p>Buena (0/50)</p>	<p>¡Es un día excelente para realizar actividades al aire libre!</p>	
<p>Moderada (51/100)</p>	<p>Personas que podrían ser excepcionalmente sensibles a la contaminación por partículas.</p>	<p>Personas excepcionalmente sensibles: Contemplar reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso al aire libre. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar. Esto indica que se debe reducir el esfuerzo.</p> <p>Para el resto de las personas: ¡Es un buen día para realizar actividades al aire libre!</p>
<p>Insalubre para grupos sensibles (101/150)</p>	<p>Los grupos sensibles comprenden a personas con cardiopatías o enfermedades pulmonares, adultos mayores, niños y adolescentes.</p>	<p>Grupos sensibles: Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Está bien realizar actividades al aire libre pero descanse a menudo y realice actividades menos intensas. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar.</p> <p>Las personas asmáticas: deben seguir sus planes de acción y tener a mano medicamentos de acción rápida.</p> <p>Si padece de una cardiopatía: Síntomas como palpitaciones, dificultad para respirar o fatiga inusual pueden indicar un problema grave. Si sufre cualquiera de estos síntomas, comuníquese con su proveedor médico.</p>

Insalubre (151/200)	Todos	<p>Grupos sensibles: Evitar actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Tener en cuenta la posibilidad de realizar las actividades adentro o reprogramarlas.</p> <p>Para el resto de las personas: Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Descansar a menudo durante las actividades al aire Libre.</p>
Muy Insalubre (201/300)	Todos	<p>Grupos sensibles: Evitar todas las actividades físicas al aire libre. Trasladar las actividades al interior o reprogramarlas para cuando la calidad del aire sea mejor.</p> <p>Para el resto de las personas: Evitar las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Contemplar trasladar las actividades al interior o reprogramarlas a un horario en el que la calidad del aire sea mejor.</p>

Dependiendo del semáforo, se deben tomar acciones preventivas, o bien, declarar contingencia ambiental.

III. Pasos para llevar a cabo el Programa Banderas de la Calidad del Aire

2.1 Definir la dinámica

Ya que el implementar este programa requiere de la movilización de recursos personales de los involucrados, tales como: compromiso, colaboración y entusiasmo; forma parte del rol de Coordinador, identificar cómo puede hacer que el programa sea exitoso.

Analice y decida qué funcionará mejor dentro de la cultura de su comunidad escolar, por ejemplo:

- Asignar los roles o solicitar voluntarios.
- Tomar las decisiones o hacer consenso.
- Comunicar por partes o en una sola sesión.

Esta guía le presentará sugerencias sobre las posibles formas de implementar el programa, sin embargo será usted como coordinador quien finalmente decida cómo hacerlo.

2.2 Quiénes participarán

A continuación se describen los roles mínimos para llevar a cabo el programa.

Funciones			Quién puede llevarlas a cabo
Rol	General	Específica	
Patrocinador	Detona el programa.	<ul style="list-style-type: none"> • Informar a personal e inspector de zona sobre el programa. • Incluye el programa en el calendario anual de actividades escolares. • Asigna a una persona para el rol de coordinador para el programa. • En caso de contingencia ambiental, mantiene comunicación con autoridades educativas. • Proporcionar los recursos necesarios. 	Director Subdirector

<p>Coordinador</p>	<p>Proporcionar apoyo administrativo, operativo y técnico en el desarrollo del Programa. Comunicar el color de la bandera de acuerdo con lo que indique el semáforo de la App Redspira.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Crear y llevar a cabo un plan de trabajo para llevar a cabo el programa. • Comunicar el programa a comunidad escolar. • Administrar los recursos asignados al programa. • Asegurarse que la bandera se actualice diariamente. • Instalar la App Redspira. • Programa las notificaciones. • Comunica el color de la bandera que debe difundirse a la comunidad escolar los días o semanas que le hayan sido asignados. • Coloca la bandera del color correspondiente (un alumno de un grupo puede realizar esta actividad bajo la supervisión de su profesor*). • Imprimir material didáctico. • Asegurarse de contar con recursos como espacios, proyector e impresiones necesarias. 	<p>Profesores frente a grupo. Padres de familia. Directivos. Alumno.*</p>
--------------------	---	---	---

Defina si participarán únicamente a los profesores y alumnos, o bien a padres de familia, lo anterior le servirá para identificar cuando es el momento oportuno para comunicar el programa.

2.3 Seleccionar una fecha para presentar el programa a la comunidad escolar

Cualquier día es bueno para comenzar con el programa, sin embargo, puede realizar la actividad enmarcada por fechas relacionadas con el medio ambiente, tales como el Día Mundial del Medio Ambiente (5 de junio), Día Internacional de la Tierra (21 de abril), y Día Interamericano de la Calidad del Aire (segundo viernes de agosto). También puede presentar el programa al iniciar el ciclo escolar en una junta de padres de familia.

Programe la fecha en el calendario escolar y comunique a los directivos y personal de su escuela con antelación.

2.4 Las banderas

- **Modalidades**

- Banderas digitales. Descargue a la aplicación Redspira y configure los avisos de la aplicación, redes sociales, widget, y suscripción por correo electrónico.
- Banderas de tela. Puede adquirirlas por medio del registro <https://www.comitecivicoambiental.org/registra-tu-escuela>. Existen las siguientes opciones:
 - A. Para asta. Consiste en un kit de 5 banderas (verde, amarillo, naranja, rojo, morado, guinda) con una dimensión de 90 centímetros por 1.5 metros en forma triangular, con ojillos para montar en asta bandera. Se recomienda la instalación de una lona informativa de 2 metros por 1.5 metros. La instalación de la lona corre a cuenta de la escuela.
 - B. Para pared o mampara. Es un kit de 5 banderas con una dimensión de 40 cm por 60 cm en forma triangular, que se adhieren utilizando velcros a una lona informativa con una dimensión de 2 metros por 1 metro. La instalación de la lona corre a cuenta de la escuela.
- El costo de un kit es de 100 dls, representa un donativo por la implementación del programa. Puede proporcionarse un deducible.
- Si no desea adquirirlas, puede elaborarlas usted mismo. Encontrará las medidas de una bandera en los recursos de apoyo. Puede implementar las banderas en cada salón de clase, mediante banderas de papel de china o constructivo, colocados en el friso del salón.
 - Los colores de las telas son:
 - #349 Irish Green (PMS 3415c)
 - #108 FM Yellow (PMS 102c)
 - #151 Golden Poppy (PMS 151c)
 - #485 Canada Red (PMS 186c)
 - #2627 Pansy (PMS 2627c)
 - Si no puede encontrar los colores exactos, no se preocupe, considere únicamente utilizar colores básicos que los niños puedan diferenciar para cada AQI.

- Determinar una ubicación.
 - En caso que vaya a someter a votación donde estará ubicada la bandera de tela, se sugiere preseleccionar dos o más opciones; las características sugeridas son:
 - Que exista tránsito y pueda ser vista por toda comunidad escolar (directivos, administrativos, profesores, alumnos y padres de familia); por ejemplo, el Periódico Escolar o la entrada de la escuela.
 - Que pueda adecuarse a los recursos con los que cuenta la escuela.

Es recomendable que cuando presente el programa ya cuente con las Banderas, para que cuando haga la explicación las pueda usar.

2.5 Identificar acciones para cada nivel de contaminación indicada en el semáforo

El semáforo indica afectación a diferentes grupos de personas, que van desde el grupo de personas sensibles hasta la población en general.

Identifique para los semáforos con niveles nocivos de AQI: Moderada (amarillo), Insalubre para grupos sensibles (naranja), Insalubre (rojo), Muy insalubre (morado); qué mecanismos se detonarán, a quién(es) y cómo le(s) va a informar.

Es importante saber que los grupos sensibles son: personas con enfermedades pulmonares; los adultos mayores y los niños son más susceptibles a la exposición al ozono; mientras que los adultos mayores, niños y las personas con cardiopatías y enfermedades pulmonares son más susceptibles a la presencia de partículas en el aire.

2.6 Qué es una contingencia ambiental y qué hacer en caso de una

De acuerdo con el Plan de Contingencia Ambiental Atmosférica para la Ciudad de Mexicali, emitido por la Secretaría de Protección al Ambiente, una contingencia ambiental atmosférica es una situación eventual y transitoria, la cual es declarada por las autoridades competentes cuando se registran o se predicen altas concentraciones de contaminantes en base a monitoreos ambientales.

La Secretaría de Protección al Ambiente es la encargada de realizar las acciones oficiales correspondientes con el plan de contingencia atmosférica ambiental vigente a una contingencia ambiental. Por parte de Redspira, se emiten únicamente recomendaciones.

De acuerdo con el Plan de Contingencia Ambiental Atmosférica para la Ciudad de Mexicali 2019, una contingencia ambiental se trata por fases de acuerdo con criterios definidos, como se describe a continuación de manera general:

Etapas	AQI (puntos)	Criterio	Acción
Alarma	140	Valores superiores a los 140 puntos y estos van en aumento.	Decreto de alerta interna en la Secretaría de Protección al Ambiente
Precontingencia	≥ 150	Si se observa que las concentraciones promedio de la hora siguen altas, considerando que debe ser el promedio de las últimas 24 horas	Emitir el comunicado que indique la activación de la Precontingencia Ambiental en la(s) zona(s) correspondientes a las autoridades competentes, centros de salud y escuelas. • Se limitarán las actividades al aire libre de los grupos de personas sensibles (niños y adultos mayores). • Se limitarán las obras de mantenimiento urbano. • Vigilancia y control de incendios. • Vigilar las actividades de construcción en la ciudad a fin de controlar y mitigar las emisiones a la atmósfera
Fase I	≥ 200	Valores iguales o superiores a 200 puntos.	Se aplicará la contingencia únicamente a la zona donde se haya registrado la medición.
Fase II	≥ 300	Se alcanzan niveles superiores a los puntos establecidos.	Se suspenderán todas las actividades en oficinas públicas y lugares recreativos o de servicio. Para las empresas generadoras de material particulado, deberá reducir sus actividades en su forma parcial para disminuir los índices de contaminación atmosférica

De manera específica, en caso de una precontingencia y una contingencia ambiental, el plan indica que para las escuelas y guarderías, será el Sistema Educativo Estatal de Baja California (SEEBEC) quién emita un comunicado de manera oficial donde se indicará:

- Suspensión de las actividades al aire libre (deportivas, cívicas, de recreo, etc.) en todos los centros escolares a nivel preescolar, primarias,

secundaria y guarderías y en el nivel superior en las zonas donde se hayan identificados los niveles de AQI.

- Cerrar puertas y ventanas de las aulas.

De igual forma, una vez que la contingencia haya terminado, la SEEBC emitirá el comunicado correspondiente. Esta información la deben conocer de manera general los directivos y profesores como parte del programa.

NOTA: Los niveles de contaminación mostrados a través de la plataforma Redspira son emitidos como información de referencia, esto significa que sólo las autoridades competentes están autorizadas para la emisión de la contingencia ambiental. El programa no incluye el sexto color indicado en la escala de gravedad. Este programa no sustituye el plan de contingencia, por el contrario tiene como objetivo la educación y sensibilización a la población sobre las acciones a realizar para prevenir los efectos nocivos de la contaminación del aire.

2.7 Comunicar el programa

El objetivo de esta actividad es sensibilizar sobre la problemática a la comunidad escolar.

- **Profesores**
 - Previo a presentar el programa a los alumnos, padres de familia y comunidad en general, se sugiere que se presente a los profesores, ya que ellos podrán resolver dudas que tengan alumnos y padres de familia.
- **Alumnos**
 - Se sugiere que adicional a la presentación a la comunidad escolar, se realice una a cada cada grupo, relacionado con la asignatura correspondiente con el grado escolar que estén cursando.
- **Padres de familia y comunidad en general**
 - En caso que decida involucrar a Padres de familia y Comunidad en general, se sugiere hacerlo en un lugar que cuente con el espacio suficiente, un proyector y computadora.

Como parte de los recursos proporcionados por el Comité Cívico Ambiental podrá descargar presentaciones y material para imprimir que le servirán de apoyo en comunicar a cada uno de los participantes el programa.

IV. Recursos de apoyo

Para poder comunicar de mejor manera el programa, se proporcionan recursos impresos de apoyo. Podrá descargar gratuitamente los recursos de apoyo de la página <https://www.comitecivicoambiental.org/>

- **Cartel sobre programa Banderas**

Como parte de la campaña de difusión del programa, le proporcionamos un cartel, para ser impreso en tamaño tabloide y colocado en cada salón de clases; o bien, en puntos estratégicos, tales como la cafetería o sala de computación.

- **Cartel de descarga de Aplicación Redspira**

Para facilitar la descarga de la aplicación Redspira, le proporcionamos un cartel con un código QR. El cual al ser escaneado por medio de un *smartphone*, conduce directamente a tienda de la aplicación para su descarga. Además de imprimirlo, lo puede hacer llegar a la comunidad escolar por medio de redes sociales o correos electrónicos.

- **Modelo de Carta para Padres de Familia**

Podrá encontrar una plantilla que puede utilizar para comunicar a los padres de familia sobre el programa.

- **Presentación para Guía para Padres de Familia sobre la Contaminación del Aire**

En esta presentación podrá encontrar aspectos básicos sobre la contaminación atmosférica así como en qué consiste el Programa Banderas de la Calidad del Aire. Puede utilizar la presentación para presentar el programa, o bien, como parte de su plan de trabajo de educación ambiental.

- **Guía para Profesores**

Información básica sobre el Programa Banderas de la Calidad del Aire, contaminación atmosférica y relación con los programas de estudio.

- **Patrón de medidas para banderas**

En este documento encontrará las medidas y forma para que pueda hacer usted mismo las banderas.

- **Material promocional**

Encontrará material como gafete para Coordinador, Calcomanías y QR para descarga de la aplicación Redspira.

- **Sensores de calidad del aire**

Cada escuela podrá opcionalmente adquirir un sensor de calidad del aire a través del CCA.

- **Videos**

¿Aire tóxico para los niños? Respira profundo | UNICEF

<https://www.youtube.com/watch?v=DUsDR-emWxE>

#AireLimpioMx / Participación Infantil, Calidad del Aire

<https://www.youtube.com/watch?v=Dztxjtki4VU>

- **Para saber más**

Comité Cívico Ambiental

<https://www.comitecivicoambiental.org/>

Qué son, cómo son y cómo se originan las partículas

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/695/queson.pdf>

Redspira Red de Monitoreo de la Calidad del Aire

<https://www.respira.org.mx/>

<https://www.facebook.com/REDspira/>

Descarga de Redspira en

[Google Play - Redspira](#)

[App Store - Redspira](#)

V. Glosario

Efecto Invernadero.

La radiación solar calienta la superficie de la Tierra. Esta emite a su vez radiación infrarroja, que atraviesa la atmósfera en sentido inverso. Es aquí donde se genera el denominado efecto invernadero, determinando que la temperatura media global de la Tierra sea de 15 °C. La atmósfera terrestre es transparente a la radiación solar visible, y presenta un comportamiento similar al de la cubierta de un invernadero. Debido a esta similitud, también llamamos efecto invernadero a lo que ocurre en la atmósfera de la Tierra. Los gases invernadero absorben la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra y la re emiten nuevamente hacia ella. Los constituyentes atmosféricos que contribuyen en mayor medida al efecto invernadero, son el vapor de agua, H₂O, y el dióxido de carbono, CO₂. Se les denomina gases invernadero.

Índice de Calidad del Aire (AQI).

Un índice de calidad del aire pondera y transforma las concentraciones de un conjunto de contaminantes a un número adimensional, el cual indica el nivel de contaminación presente en una localidad determinada y puede ser fácilmente entendido por el público. Se le dio más versatilidad al asociar colores para cada rango de valor para hacer más fácil su identificación, de ahí que también se le conozca como colorímetro o semáforo indicativo de la calidad del aire.

Tipo de contaminantes

En la atmósfera se encuentran una serie de compuestos que contribuyen a la contaminación del aire, de los cuales se pueden diferenciar dos grupos principales: A. Contaminantes primarios. Son vertidos directamente a la atmósfera por alguna fuente de emisión como chimeneas, automóviles, entre otros. Los contaminantes atmosféricos que integran este grupo son:

Contaminantes Primarios:

Óxidos de azufre (SOX). Se forman por la combustión del azufre presente en el carbón y el petróleo. Los SOX forman con la humedad ambiente aerosoles, incrementando el poder corrosivo de la atmósfera, disminuyendo la visibilidad y

provocando la lluvia ácida.

Monóxido de carbono (CO). Es el contaminante más abundante en la capa inferior de la atmósfera. Se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono. Es un gas inestable que se oxida generando dióxido de carbono (CO₂). Alrededor del 70 por ciento del CO provienen de los vehículos.

Óxidos de nitrógeno (NOX). Se producen en la combustión de productos fósiles, destacando los vehículos, carbón y quemados de madera. La producción de fertilizantes y explosivos, tabaco y calderas generan emisiones importantes de NOX. El monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) requieren especial atención. El NO se oxida formando NO₂, mientras que el NO₂ es precursor del smog fotoquímico. ·

Hidrocarburos (HC). Las emisiones de HC están asociadas a la mala combustión de derivados del petróleo. Las fuentes más importantes de emisión son el transporte por carretera, los disolventes, pinturas, vertederos y la producción de energía. Los de mayor interés son los compuestos orgánicos volátiles (COV), dioxinas, furanos, bifenilos policlorados (PCB) y los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH).
Contaminantes secundarios. Son los contaminantes originados en el aire como consecuencia de la transformación y reacciones químicas que sufren los contaminantes primarios en la atmósfera. Se pueden considerar:

Material Particulado (PM). Mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas provienen la trituración de material, mientras otras son producto de reacciones químicas. Llegan ser tan pequeñas que no pueden ser percibidas a simple vista, pueden llegar a ser inhaladas y depositarse en los pulmones.

El material particulado respirable presente en la atmósfera de nuestras ciudades en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) se puede dividir, según su tamaño, en dos grupos principales. A las de diámetro aerodinámico igual o inferior a los 10 µm o 10 micrómetros (1 µm corresponde a la milésima parte de un milímetro) se las denomina PM₁₀ y a la fracción respirable más pequeña, PM_{2.5}. Estas últimas están constituidas por aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano. Además, el tamaño no es la única diferencia. Cada tipo de partículas está compuesto de diferente material y puede provenir de diferentes fuentes. En el caso de las PM_{2.5}, su origen está

principalmente en fuentes de carácter antropogénico como las emisiones de los vehículos diésel, mientras que las partículas de mayor tamaño pueden tener en su composición un importante componente de tipo natural, como partículas de polvo procedente de las intrusiones de viento del norte de África (polvo sahariano), frecuente en nuestras latitudes.

PM2.5

De origen es antropogénico en una alta proporción, puesto que las PM2.5 en buena medida provienen de las emisiones de los vehículos diésel en la ciudad, caminos no pavimentados, generación de energía eléctrica y de las quemas agrícolas (GEBC et al, 2018). Por otro lado, los efectos que tienen sobre nuestra salud son muy graves, por su gran capacidad de penetración en las vías respiratorias.

PM10

Las partículas con diámetro menor a PM10 μm pueden ser de origen natural o antropogénico (Canales, 2015); es decir, que surgen como resultado de la actividad humana. Las primeras se componen principalmente de suelos y, ocasionalmente, por partículas de origen biológico. Por otro lado, las de origen antropogénico provienen de la combustión (fuentes estacionarias, diésel entre otras) y generalmente están integradas por partículas atomizadas y cenizas del combustible. Debido a su tamaño estas se sedimentan a una velocidad tan lenta que pueden ser inhaladas por el humano, incrementando el potencial tóxico y/o patógeno de sus componentes. Además, estas partículas son responsables de la reducción de la visibilidad y son participantes en otras reacciones con otros contaminantes atmosféricos.

Contaminantes Secundarios:

Ozono (O3). Como se mencionó anteriormente el O3 forma parte de la composición de la atmósfera, sin embargo a baja altura (O3 troposférico) resulta perjudicial por su carácter oxidante, reactivo, corrosivo y tóxico, por lo que reacciona con rapidez generando compuestos secundarios.

Lluvia ácida. Es el término que se ha usado para describir el proceso por el cual ciertos ácidos se forman en la atmósfera a partir de contaminantes y luego se precipitan a la tierra. El SO2 (dióxido de azufre) y los NOX, causan la lluvia ácida. Estas sustancias en presencia de agua, O2 y otros compuestos químicos forman ácido sulfúrico (H2SO4) y ácido nítrico (HNO3) respectivamente, que se precipitan a la tierra en forma líquida cuando se presentan lluvias o en forma seca en presencia de nevadas o neblinas. El pH de la lluvia normal es de alrededor de 6, mientras que la

llovía ácida presenta un pH menor a 5.

Contaminación fotoquímica. La constituyen la luz solar y sustancias susceptibles de ser oxidadas. El smog fotoquímico es una mezcla de contaminantes que se forman por reacciones producidas por la luz solar al incidir sobre los contaminantes primarios

VI. Fuentes de referencia

Calidad del aire: una práctica de vida.

<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001593.pdf>

¿Qué consecuencias sanitarias acarrea la contaminación atmosférica urbana?

https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/es/

Plan de Contingencia Ambiental Atmosférica para la Ciudad de Mexicali 2019

http://www.spabc.gob.mx/wp-content/uploads/2019/01/PLAN-DE-CONTINGENCIA-AMBIENTAL-ATMOSF%C3%89RICA-PARA-LA-CIUDAD-DE-MEXICALI_-ENERO-2019.pdf

¿Qué es el material particulado?

<http://www.cemcaq.mx/contaminacion/particulas-pm>

Fundamentos del Índice de la Calidad del Aire (AQI)

https://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi_sp