

## Lección 2:

# Monitoreo de contaminantes del aire

## Guía para presentadores

### Objetivo

El objetivo de esta lección es que los estudiantes investiguen la composición del aire más allá de los gases. Los estudiantes aprenderán los contaminantes clave en la mala calidad del aire y estudiarán los datos históricos de contaminación del aire en la CDMX durante los últimos 20 años.

### Equipo

- Una hoja de trabajo por cada 2 alumnos (recomendado). Hay 15 hojas de trabajo en total, por lo que, dependiendo del número de estudiantes, es posible que algunos estudiantes tengan que trabajar por su cuenta.
- Introducción a la lección 2 diapositivas de PowerPoint

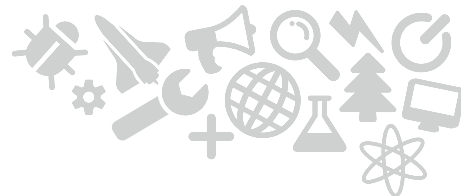
### Preparación

Necesitará tiempo para imprimir las hojas de trabajo vinculadas con esta lección y materiales de evaluación. Puede encontrar más información sobre los materiales de evaluación al final de este documento.

### Vínculos curriculares en todos los recursos educativos de MANAPRE

Nuestras lecciones se han diseñado con enlaces al currículo nacional. La lista no es extensa y estamos dispuestos a trabajar con profesores y presentadores para que estos enlaces sean más claros y completos.

Asignatura	Nivel	Enlace
Geografía	Secundaria 1	<b>Medioambiente y sustentabilidad</b> Analiza la relación entre el deterioro del medioambiente y la calidad de vida de la población en diferentes países.
Química	Secundaria 3	<b>Propiedades</b> Caracteriza propiedades físicas y químicas para identificar materiales y sustancias, explicar su uso y aplicaciones.
Química	Secundaria 3	<b>Ecosistemas</b> Argumenta acerca de las implicaciones del uso de productos y procesos químicos en la calidad de vida y el medioambiente
Matemática	Secundaria 1	<b>Estadística</b> Recolecta, registra y lee datos en tablas; usa e interpreta moda, media aritmética y mediana.



## Introducción [ 7 minutos ]

**NOTA:** Darle a su estudiante el pre-cuestionario de evaluación antes de iniciar de esta lección. El modo de evaluación se puede encontrar al final de este documento.

## Aire y atmósfera

Comience dividiendo el salón en parejas de estudiantes. Dé a los estudiantes 1 minuto para discutir de qué está hecho el aire. Mostrarles la diapositiva con los diferentes gases en el aire hasta llegar al resto. El resto (0,03%) contiene trazas de otros gases como neón, helio.

La atmósfera de la Tierra contiene todos los gases del aire pero también vapor de agua (que varía local y estacionalmente). También hay contaminantes del aire.

Los contaminantes del aire son, por definición, partículas sólidas, líquidas (y algunas gaseosas) que están suspendidas en el aire y, por lo tanto, contaminan la atmósfera y el aire que respiramos.

## Fuentes y sectores que contribuyen a la contaminación del aire

Tanto los procesos naturales (como erupciones volcánicas) como la actividad humana (quema de combustibles fósiles) pueden generar contaminación atmosférica. Por ejemplo, el polen liberado por los árboles es un ejemplo de un contaminante natural del aire. El dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) es un subproducto de la combustión de gasolina y, por tanto, aumenta con la actividad humana. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), se resumen algunas de las fuentes que contribuyen a la contaminación del aire en Europa como:

- fuentes naturales, incluidas erupciones volcánicas, polvo arrastrado por el viento, niebla de sal marina y emisiones de compuestos orgánicos volátiles de las plantas
- quema de combustibles fósiles en la generación de electricidad, transporte, industria y hogares;
- procesos industriales y uso de disolventes, por ejemplo, en las industrias química y minera;
- agricultura;
- tratamiento de desechos.

Por tanto, los sectores asociados a la contaminación atmosférica son:

- Industria y suministro energético
- Transporte
- Gestión de residuos
- Agricultura
- Energía doméstica



**SUGERENCIA:** Si está buscando infografías para mostrar en su salón de clases sobre el tema de la contaminación del aire, la Organización Mundial de la Salud (OMS) tiene una colección disponible [aquí](#).

## La contaminación del aire viaja a todas partes

Debido a que nuestro planeta tiene una atmósfera rica y dinámica, los contaminantes del aire viajan por todo el mundo mediante patrones climáticos y corrientes oceánicas. El video [Un año en la vida de la Tierra](#), creado por la NASA, muestra cómo las fuentes de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) se dispersan por la dinámica de la atmósfera. Esta es una de las razones por las que la contaminación del aire es un problema mundial y todos los países deben trabajar juntos para reducir las fuentes de contaminación del aire. La idea de que la contaminación del aire es un problema global que puede ser abordado por ciudadanos individuales se desarrolla más al final de esta lección.

## Contaminantes aumentados por ACTIVIDAD HUMANA

Hay muchos contaminantes incrementados por la actividad humana. En esta diapositiva se presentan algunos ejemplos de los contaminantes del aire en función de su estado de la materia: gases tales como el monóxido de carbono, sólidos, tal como el plomo, pero también una categoría importante de contaminantes del aire designados por materia particulada o PM. Exploraremos más sobre la PM en el resto de esta lección. Puede encontrar información adicional sobre los contaminantes atmosféricos más relevantes en la [página web de CDMX Aire](#).

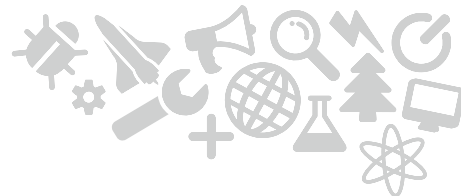
## Materia particulada PM

Como se mencionó, la materia particulada (PM) es una clase compleja de contaminantes del aire que abarca sólidos y líquidos suspendidos en el aire. PM varía en tamaño, composición y origen. Una buena forma de clasificar las PM es según sus tamaños :

- $\text{PM}_{10}$ : se refiere a partículas de menos de 10 micrones
- $\text{PM}_{2.5}$ : se refiere a partículas de menos de 2.5 micrones
- $\text{PM}_{1}$ : se refiere a partículas de menos de 1 micrón

En comparación, el diámetro promedio de un cabello humano es de aproximadamente 70 micrones.

El material particulado afecta a las personas más que cualquier otro contaminante del aire, ya que las  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$  pueden penetrar profundamente en nuestras vías respiratorias y causar problemas de salud. Hay estudios que confirman que la  $\text{PM}_{1}$  pueden penetrar profundamente en nuestros pulmones y causar impactos en la salud.



## ¿Quién estudia la calidad del aire? - Persona STEM de la semana

Elizabeth Vega es una de las científicas incluidas en nuestro *¿Quién estudia la contaminación del aire?* -El recurso *Persona de la semana STEM*, que es una intervención de 5 semanas en las escuelas diseñada para ampliar la percepción de los estudiantes sobre las personas que trabajan en STEM y sus atributos. Si está ejecutando esta intervención en paralelo, recomendamos alinear a la persona STEM de la semana con la que aparece en este recurso. Para obtener más información, consulte nuestra guía del presentador 4.

Hay varias personas que estudian la calidad del aire, como Elizabeth, que es científica ambiental y está interesada en estudiar las fuentes de contaminación del aire a partir de muestras de polvo o lluvia.

## Actividad [15 minutos para completar la hoja de trabajo]

### ***Monitoreo de niveles de PM<sub>10</sub> en CDMX***

La materia particulada, PM, afecta a más personas que cualquier otro contaminante del aire. Esta es la razón por la que PM<sub>10</sub> es uno de los seis contaminantes del aire que una red de estaciones de monitoreo mide constantemente en la CDMX.

La PM<sub>10</sub> se mide en unidades de masa por volumen, más explícitamente en *microgramos por metro cúbico*. El límite recomendado de PM<sub>10</sub> medido durante un período de 24 horas tiene un valor medio de 75  $\mu\text{m} / \text{m}^3$ .

Para esta actividad les pedimos a sus alumnos que investiguen dos preguntas.

### ***1. Monitoreo de niveles de PM<sub>10</sub> en CDMX e Índice de Calidad del Aire***

Los estudiantes accederán a los datos históricos de PM<sub>10</sub> medidos en tres ubicaciones de la CDMX: Merced (MER), Pedregal (PED) y Villa de las Flores (VIF).

El conjunto de datos se refiere a los primeros 7 días de abril de los años 2000, 2005, 2010, 2015 y 2020.

Los valores corresponden a la media durante 24 horas de PM<sub>10</sub> para las fechas antes mencionadas.

### ***Tarea 1: AQI***

Los datos recopilados por las estaciones de monitoreo se utilizan para informar a los ciudadanos sobre la calidad del aire mediante un Índice de Calidad del Aire (AQI). Los diferentes AQI se relacionan con el valor medio de PM<sub>10</sub> medido en 24 horas como se indica a continuación:



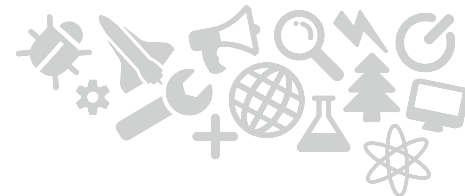
Índice de Calidad del Aire	Valor de $PM_{10}$ En $\mu m / m^3$
Bueno	0 hasta 50
Aceptable	50 hasta 75
Insalubre	75 hasta 155
Muy insalubre	155 hasta 235
Extremadamente insalubre	más de 235

Por ejemplo, si una estación mide un valor medio de  $PM_{10} = 10 \mu m / m^3$ , el índice de calidad del aire es **bueno**.

Para esta tarea, se invita a los estudiantes a completar la columna del Índice de calidad del aire durante los primeros 7 días de abril utilizando la información de la tabla .

Fecha	Valor de $PM_{10}$ En $\mu m / m^3$	Índice de Calidad del Aire
01 ABRIL	80	Insalubre
02 ABRIL	92	Insalubre
03 ABIRL	79	Insalubre
04 ABIRL	47	Bueno
05 ABIRL		
06 ABRIL	---	
07 ABIRL	---	
Promedio	74.5	

**SUGERENCIA:** A veces, las estaciones de monitoreo necesitan mantenimiento o colapsan, por lo que es posible que los estudiantes no tengan datos para todos los días.



## **Tarea 2: $PM_{10}$ medias semanales**

Los estudiantes deben calcular el valor medio semanal de  $PM_{10}$  durante los 7 días y completar su tabla .

### **2. ¿Cómo han cambiado los niveles de $PM_{10}$ en los últimos 20 años en CDMX?**

La red de estaciones de monitoreo de la CDMX ha estado midiendo los niveles de  $PM_{10}$  durante más de 20 años. El análisis de estos datos ayudará a sus estudiantes a comprender cuán efectivas son algunas medidas para crear un aire más limpio para todos.

## **Tarea 3**

Los estudiantes deben copiar su media semanal y escribirla en el cuadro correspondiente de la siguiente tabla.

Año	Promedio En $\mu m / m^3$
2000	74.5
2005	97.3
2010	71.6
2015	52.1
2020	47.6

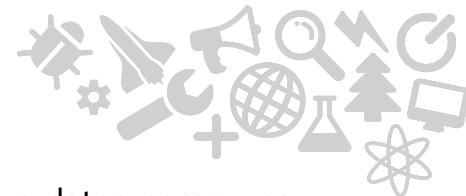
## **Tarea 4: Recolectar las medias semanales de $PM_{10}$ a lo largo de los años**

NOTA: esta tarea implicará que los estudiantes hablen entre sí para recopilar información de cada uno; esperar interrupciones en el aula

Los estudiantes deben averiguar quién en su salón de clases ha calculado los valores promedios de los 7 días para la misma estación pero en diferentes años. Esto ayudará para completar la tabla como se muestra arriba para VIF.

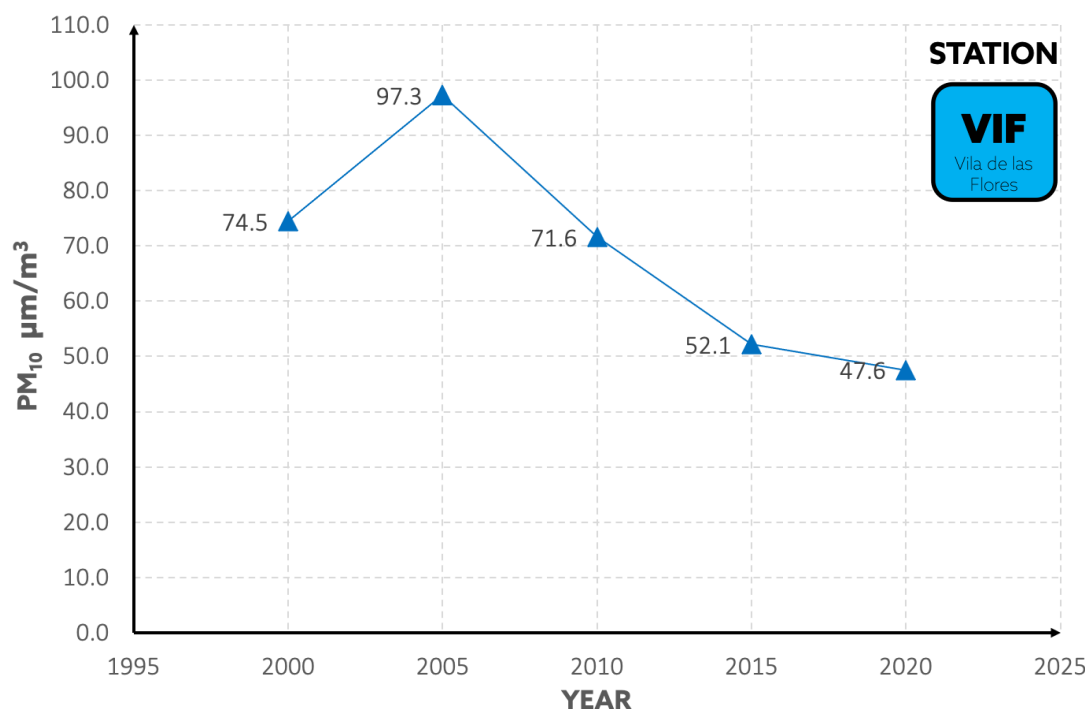
**SUGERENCIA:** Las 3 estaciones están codificadas por colores: MER (verde), PED (rojo) y VIF (azul) para que pueda reagrupar a los estudiantes en orden a su estación.

## **Tarea 5: Trazar datos históricos**



Para esta tarea, les pedimos a los estudiantes que tracen sus datos como una ayuda visual para comprender cómo los niveles de  $PM_{10}$  han cambiado a lo largo de 20 años (aumentado o disminuido) y que sugieran qué podría haber causado estos cambios.

Como ejemplo, el gráfico con respecto a VIF se vería como sigue:

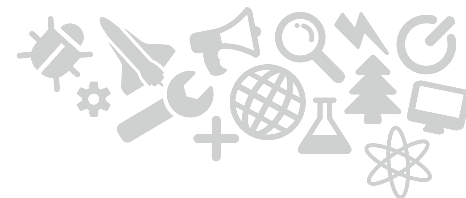


**SUGERENCIA:** Si tiene poco tiempo, simplemente puede pedir a los estudiantes que contribuyan con sus recursos semanales mientras navegan por las diapositivas de la actividad de resumen.

**NOTA:** Esta tarea debe verse como una aproximación de cuál es la verdadera variación de  $PM_{10}$  a lo largo de un período de 20 años. Sería muy laborioso pedir a los estudiantes que calculen 20 promedios anuales, cada uno vinculado con un conjunto de datos potencial de 365. Una muestra media semanal a lo largo de 5 años tiene su limitación de interpretación, pero proporciona información suficiente para determinar si los niveles de  $PM_{10}$  han disminuido o no en estas 3 ubicaciones.

**Tarea 6:** La hoja de trabajo termina pidiendo a los estudiantes sugerencias sobre lo que se puede hacer para ayudar a reducir los niveles de  $PM_{10}$  durante los próximos 5 años. Los estudiantes pueden pensar en quién puede implementarlos en las siguientes categorías:

- Industria y suministro energético
- Transporte
- Gestión de residuos
- Agricultura

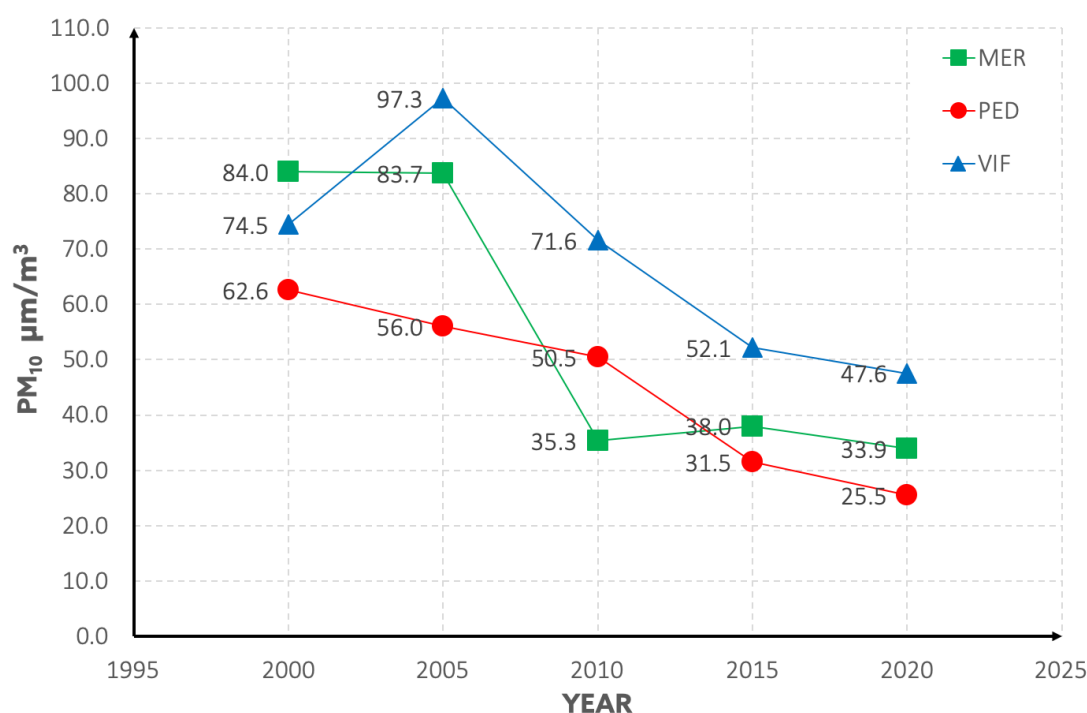


- Energía doméstica

## Actividad final [ 5 minutos ]

Una vez que sus estudiantes completen sus hojas de trabajo, le sugerimos que presente las diapositivas con los gráficos que muestran las medias semanales de  $PM_{10}$  a lo largo de los años. A continuación se presenta un resumen de los datos que podría usarse para ayudar a sus estudiantes con sus cálculos independientes.

	2000	2005	2010	2015	2020
MER	84.0	83.7	35.3	38.0	33.9
PED	62.6	56.0	50.5	31.5	25.5
VIF	74.5	97.3	71.6	52.1	47.6

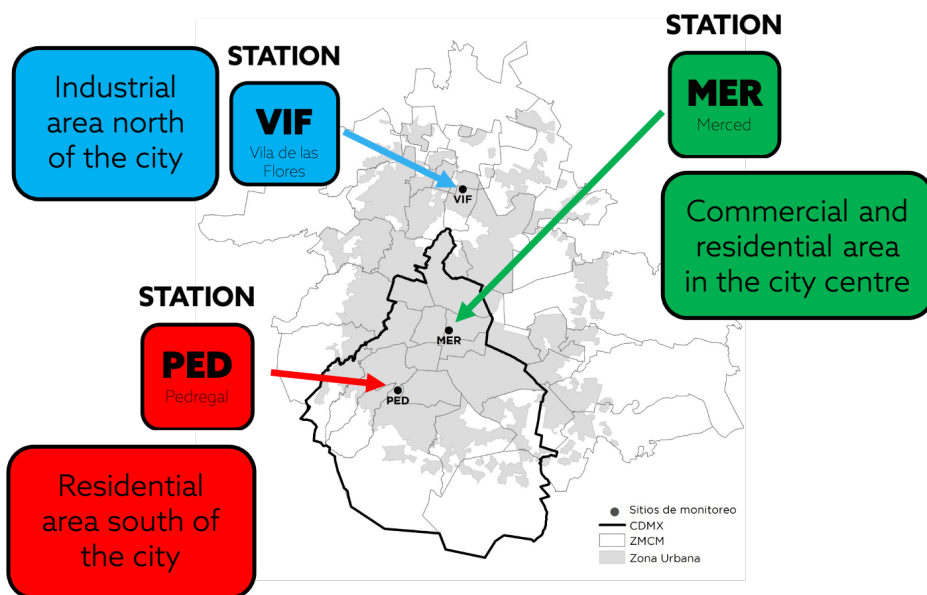
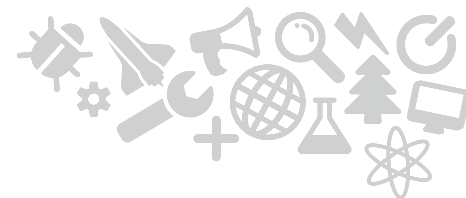


Sugerimos explorar las siguientes preguntas con sus estudiantes:

*¿Cómo cambiaron los niveles de  $PM_{10}$  durante 20 años?*

Esto debe basarse en la interpretación del gráfico creado por sus estudiantes y presentado por usted en el aula; podría preguntarles a los estudiantes si creen que las 3 ubicaciones muestran la misma tendencia a lo largo de los años y, potencialmente, qué es diferente en estas áreas de la CDMX. Aquí hay un recordatorio de las diferentes áreas que se monitorean:





*¿Por qué cambiaron los niveles de  $PM_{10}$  durante 20 años?  
¿Puede predecir cuáles serán los niveles de  $PM_{10}$  en 2025?*

Para estimular la discusión sobre estas 2 preguntas, sugerimos a los estudiantes que revisen sus sugerencias para la Tarea 6.

Un buen resumen de los esfuerzos realizados por las autoridades en la CDMX durante los últimos 25 años para reducir la contaminación del aire se puede encontrar en el informe publicado por la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA)(ver página 59). Vale la pena destacar de este informe:

- *La calidad del aire ha mejorado significativamente en la Ciudad de México en los últimos 25 años.*
- *Las mejoras en la calidad del aire han salvado 22,000 vidas, principalmente por las reducciones en las concentraciones de  $PM_{2.5}$ .*
- *A pesar de las mejoras en la calidad de aire, los niveles actuales aún se encuentran por arriba de aquellos que representan riesgos para la salud.*
- *Una de las principales fuentes de emisión de  $PM_{2.5}$  son los vehículos pesados de diésel.*
- *Los habitantes de la Ciudad de México viven en promedio 3.2 años más gracias a las mejoras en la calidad del aire.*
- *También es necesario abordar los niveles de ozono.*



## Introducción de la lección [ 3 minutos ]

### Contaminación del aire y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Dado que la contaminación del aire es un problema mundial, los países deben trabajar juntos en soluciones para reducir las fuentes de contaminación del aire, especialmente las relacionadas con la actividad humana. Ejemplos de estas soluciones globales son:

- abordar el transporte sostenible.
- producción de energía más eficiente y renovable.
- mejor uso y gestión de residuos.

Abordar la contaminación del aire es parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible número 11, que es uno de los 17 objetivos destinados a hacer del mundo un lugar mejor para 2030.

Los objetivos han sido acordados por miembros de las Naciones Unidas (ONU). Los ODS deberían permitir que los jóvenes estudiantes se vean a sí mismos como ciudadanos del mundo y se involucren con oportunidades para tomar medidas para el desarrollo sostenible en las escuelas, las comunidades locales y más allá.

¡AIRE CLARO PARA TODOS! Todos son responsables, todos pueden ayudar, es el mensaje común en todos los recursos educativos de MANAPRE y un buen llamado a la acción para que usted y sus estudiantes piensen qué pueden hacer para abordar la contaminación del aire.

### Extensión

#### En y alrededor de la escuela

El Centro Global para la Investigación del Aire Limpio con sede en la Universidad de Surrey ha publicado un informe apto para niños, estudiantes, maestros y escuelas con recomendaciones sobre cómo [mitigar la exposición a la contaminación del tráfico en los alrededores de las escuelas](#). Vale la pena explorar este documento con sus estudiantes en contra de sus sugerencias sobre la tarea 6 de la hoja de trabajo.

#### Préstamo de estación de monitoreo de calidad del aire portátil para la escuela

Los maestros pueden solicitar el préstamo de una estación portátil de monitoreo de la calidad del aire para usar en la escuela. Puede encontrar más información sobre cómo solicitarlos en el sitio web de MANAPRE.

### Otras lecturas:



*Lista de fuentes de información recomendadas para profesores y presentadores que deseen aprender más sobre la calidad del aire y que se utilizan en todos los recursos educativos de MANAPRE.*

*Panorama general de los impactos de la contaminación del aire en la salud*

[https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action#:~:text=Air%20pollution%20levels%20remain%20hangerously,outdoor\)%20and%20household%20air%20polución](https://www.who.int/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action#:~:text=Air%20pollution%20levels%20remain%20hangerously,outdoor)%20and%20household%20air%20polución)

*Beneficios para la salud de SEDEMA al reducir la contaminación del aire en CDMX*

<http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/beneficios-en-salud-por-la-mejora-de-la-calidad-del-aire/descargas/analisis-espanol.pdf>

*Mitigar la exposición a la contaminación del tráfico en las escuelas y sus alrededores*

[http://epubs.surrey.ac.uk/857127/1/4564\\_Brochure%20%28FINAL\\_All%29.pdf](http://epubs.surrey.ac.uk/857127/1/4564_Brochure%20%28FINAL_All%29.pdf)

*Objetivos de desarrollo sostenible para docentes*

[https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/620842/ed\\_u-sustainable-development-guide-15072019-en.pdf?sequence=4#:~:text=The%20SDGs%20are%20a%20set,el%20world%20a%20better%20place.&text=Los%20SDGs%2C%20también%20conocidos%20as,protegen%20el%20clima%20y%20el%20medio ambiente.](https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/620842/ed_u-sustainable-development-guide-15072019-en.pdf?sequence=4#:~:text=The%20SDGs%20are%20a%20set,el%20world%20a%20better%20place.&text=Los%20SDGs%2C%20también%20conocidos%20as,protegen%20el%20clima%20y%20el%20medio ambiente.)

## **Kit de herramientas de evaluación**

Los recursos educativos de MANAPRE fueron creados bajo un marco de evaluación que ayuda a los presentadores a cuantificar los cambios en el conocimiento y apreciación de la calidad del aire por parte de los estudiantes. La evaluación es fácil de implementar y se explica a continuación. Todos los formularios están disponibles en línea y cualquier evaluación recopilada debe enviarse electrónicamente a [nustem@northumbria.ac.uk](mailto:nustem@northumbria.ac.uk).

## **Cuestionarios pre y post para estudiantes:**

Estos los diseñamos para recopilar una información básica de conocimiento y apreciación del tema. El cuestionario previo debe entregarse a los estudiantes antes de cualquier entrega y es *independiente del número de actividades que elija entregar a sus estudiantes*. De manera similar, el cuestionario posterior se debe



entregar a sus estudiantes después de todas las actividades de MANAPRE que elija realizar.

**Before we start...**

How much do you agree with the following statements?

(please circle one face on each row only)

	strongly disagree	disagree	neither agree nor disagree	agree	strongly agree
1 I know what air pollution is	☹️	☹️	😊	😊	😊
2 I understand how air pollution can impact our health	☹️	☹️	😊	😊	😊
3 I know how I can help tackle air pollution	☹️	☹️	😊	😊	😊
4 I know how to measure air quality	☹️	☹️	😊	😊	😊
5 I think environmental science is interesting	☹️	☹️	😊	😊	😊
6 I know some different jobs in environmental science	☹️	☹️	😊	😊	😊
7 People who work in environmental science have exciting jobs	☹️	☹️	😊	😊	😊
8 I am interested in protecting the environment	☹️	☹️	😊	😊	😊
9 I would like to find out more about air pollution	☹️	☹️	😊	😊	😊

First letter of your first name:  Favourite food:  Favourite animal:  Favourite colour:  Boy or Girl?:

**nustem**

**And finally...**

How much do you agree with the following statements?

(please circle one face on each row only)

	strongly disagree	disagree	neither agree nor disagree	agree	strongly agree
1 I know what air pollution is	☹️	☹️	😊	😊	😊
2 I understand how air pollution can impact our health	☹️	☹️	😊	😊	😊
3 I know how I can help tackle air pollution	☹️	☹️	😊	😊	😊
4 I know how to measure air quality	☹️	☹️	😊	😊	😊
5 I think environmental science is interesting	☹️	☹️	😊	😊	😊
6 I know some different jobs in environmental science	☹️	☹️	😊	😊	😊
7 People who work in environmental science have exciting jobs	☹️	☹️	😊	😊	😊
8 I am interested in protecting the environment	☹️	☹️	😊	😊	😊
9 I would like to find out more about air pollution	☹️	☹️	😊	😊	😊

First letter of your first name:  Favourite food:  Favourite animal:  Favourite colour:  Boy or Girl?:

**nustem**

## Comentarios de aprendizaje de inserción de lecciones

Estas son postales de evaluación rápida para entregar a sus estudiantes al final de cada lección (excepto la lección 4). Fueron diseñados para recopilar información sobre el disfrute de las actividades y para identificar cualquier mejora inmediata del conocimiento del tema, pero también para reconocer cualquier concepto erróneo.

**Workshop Review**

What can be found in air pollution besides gases?

How many stars would you give this workshop?

☆☆☆☆☆

**nustem**

**Workshop Review**

Has air quality improved in CDMX over the past 20 years?

How many stars would you give this workshop?

☆☆☆☆☆

**nustem**

**Workshop Review**

How can air pollution affect health?

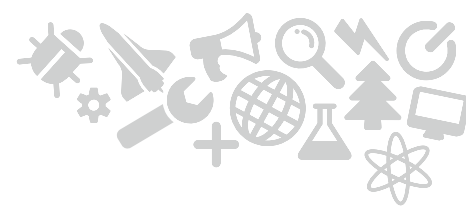
What new thing did you learn in today's workshop?

How many stars would you give this workshop?

☆☆☆☆☆

**nustem**

Northumbria University  
NEWCASTLE



## Comentarios de profesores y presentadores

Este formulario fue diseñado para recopilar la retroalimentación de los maestros y presentadores con respecto al contenido y la experiencia de cualquiera de los recursos educativos MANAPRE

MANAPRE Teacher Feedback Survey

Which of the following MANAPRE activities did you do with your class?

	Yes	No	Not sure	How many pupils did the activity?
1 Things in Air				
2 Monitoring air pollution				
3 Health impacts of air pollution				
4 Who studies air pollution - STEM Person of The Week				

What do you think children in your class have learnt as a result of taking part in this project?  
*Please write below*

What have you learnt as a result of taking part in this project?  
*Please write below*

Has taking part in this project made you think about or do anything differently?  
*Please write below*

nustem