



"¿Qué es lo que contamina el aire?" - unidad didáctica

| | |
|-----------------------|---|
| Duración | 1 hora |
| Edad | 15-19 |
| Tipo de clases | Actividades didácticas y educativas |
| Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> ● Familiarizar a los estudiantes con el problema de la contaminación del aire y su frecuencia, incluso en las zonas rurales. ● Familiarizar a los estudiantes con las causas de la mala calidad del aire y lo nocivo que resulta quemar carbón y leña. ● Familiarizar a los alumnos con las definiciones clave del alcance de los contaminantes atmosféricos (partículas, benzo(a)pireno, concentración de la emisión) ● Lograr que los alumnos comprendan los efectos de la contaminación del aire: de naturaleza sanitaria, social, de imagen ● Crear una sensación de influir en el estado del aire a escala local ● Formar las actitudes de responsabilidad social relacionada con la acción correctiva para mejorar la calidad del aire (organización de eventos, campañas divulgativas, etc.). ● Concienciar a los alumnos sobre la necesidad de comprobar la calidad del aire y familiarizarlos con las posibles formas de hacerlo ● Desarrollar la habilidad para contrastar la calidad del aire y los niveles aceptables de persistencia para poner a prueba el buen comportamiento de las concentraciones de los contaminantes del aire. |
| Metodología | Muestra, charla, visualización de una película, <i>brainstorming</i> de ideas, juegos didácticos |
| Formas de trabajo | Individual, colectivo |
| Materiales necesarios | <ul style="list-style-type: none"> ● Tarjetas con enunciados escritos de los temas ● Proyector, ordenador portátil, el video de Clean Air ● Dos cubos (dados grandes), con sustantivos escritos en las caras del primero (aire, basura, smog, humo, salud, ser humano) y verbos en el otro (contaminar, quemar, dañar, proteger, destruir) ● "Camisetas" recortadas de papel ● Periódicos con artículos sobre la contaminación del aire ● Varias tijeras, rotuladores, pegamentos ● Tablas impresas con los estándares y calendarios de la calidad del aire |



Atención: Durante la clase, merece la pena usar la presentación temática que está disponible para su descarga desde la página web de "Aire Limpio".

Esta presentación consta de una serie de diapositivas relacionadas con los temas tratados durante la clase. Tras cada ejercicio, el profesor puede usar una diapositiva (o varias) para resumir el tema tratado, subrayar la información más importante para los alumnos y sistematizar sus conocimientos.

1. Introducción - adquisición de los conocimientos relacionados con la contaminación del aire y sus causas

El profesor divide a los alumnos en cuatro grupos (o bien los mismos alumnos forman sus cuatro grupos propios). Cada grupo recibe un tema diferente con las tareas que deberán realizar mientras ven la película. Los temas son (diapositiva 2):

¿Cuáles son las sustancias que contaminan el aire? - los **contaminantes del aire**

b) Unas **definiciones básicas** acerca de la contaminación del aire: *smog*, partículas, benzo(a)pireno, emisión, concentración.

c) Las **principales causas de la contaminación del aire**.

d) La **calidad del aire** en la ciudad y en el campo.

2. Visualización de una película

El profesor reproduce la película

3. Presentación de la información obtenida

Cada uno de los grupos presenta la información sobre el tema que han trabajado siguiendo el orden anteriormente indicado. A cada grupo el profesor le formula unas preguntas complementarias. Posibles preguntas:

- ¿Cuáles son las sustancias que contaminan el aire? ¿Qué tipos de contaminación nos causan mayores problemas? ¿Por qué son problemáticas las partículas y el benzo(a)pireno?
- ¿Cuál es la diferencia entre los términos "emisión" y "concentración"? ¿Qué unidades de medida se usan para expresar el valor de la concentración? ¿Cómo de pequeñas son las PM10 y PM2,5?
- ¿Cuál es la fuente principal de las emisiones de partículas y de benzo(a)pireno? ¿Cuál es la fuente principal de las emisiones de dióxido de nitrógeno?
- ¿Qué tipos de contaminación de los mencionados anteriormente son más problemáticos en las zonas rurales? ¿El aire siempre es mejor en las zonas rurales que en las ciudades? ¿De dónde crees que viene esa creencia?

Tras la presentación de cada grupo, el profesor muestra las diapositivas en las que se resumen los conocimientos adquiridos (3–12).



GRUPO 1 - CONTAMINANTES DEL AIRE

Son varias las sustancias que contaminan nuestro aire, como por ejemplo:

Partículas - una mezcla de diversas partículas pequeñas suspendidas en el aire. "PM10" se refiere a las partículas de un diámetro de 10 micrómetros o menos, mientras que "PM2,5" se refiere a las partículas de un diámetro de 2,5 micrómetros o menos. Pueden incluir varias sustancias peligrosas (por ejemplo, el benzo(a)pireno).

PAH - hidrocarburos aromáticos policíclicos (por sus siglas en inglés), como por ejemplo el benzo(a)pireno, que es un compuesto químico cancerígeno y mutagénico.

Dióxido de azufre - se produce como producto secundario de la quema de combustibles fósiles contaminados con compuestos sulfurados. La inhalación de dióxido de azufre se asocia con un aumento de los síntomas y las enfermedades del sistema respiratorio, lo que puede provocar dificultades para respirar y una muerte prematura.

Óxidos de nitrógeno - para los ciudadanos de a pie, las fuentes principales de NO₂ son los motores de los vehículos que funcionan gracias a la quema de combustibles fósiles. En el exterior, el NO₂ lo genera el tráfico rodado. Para los ciudadanos, la exposición crónica ante el NO₂ puede tener unos efectos respiratorios en personas sanas que incluyen la inflamación del sistema respiratorio y un empeoramiento de los síntomas de las personas que padecen asma.

Ozono - su formación es generada por el NO₂. Se ha vinculado la exposición ante el ozono con la muerte prematura, el asma, la bronquitis, los ataques al corazón y otros problemas cardiopulmonares.

Metales pesados - como, por ejemplo, el mercurio, plomo, cadmio, cromo, níquel, cobre, zinc. Sus efectos tóxicos están relacionados con su capacidad de acumularse dentro del cuerpo, especialmente en los huesos, los riñones y el cerebro.

GRUPO 2 - DEFINICIONES BÁSICAS

Smog - Este término proviene de la combinación de dos palabras inglesas: *smoke* (humo) y *fog* (niebla). En pocas palabras, el *smog* es un fenómeno no natural y peligroso durante el cual se da una combinación de altas concentraciones de contaminación atmosférica con condiciones meteorológicas adversas que conducen a una acumulación de los contaminantes.

Nuestro *smog* contiene varias sustancias peligrosas.

Partículas - una mezcla de varias partículas pequeñas suspendidas en el aire. No se trata de un grupo homogéneo de sustancias, sino que puede incluir las partículas de polvo, cenizas, polen, hollín o por el desgaste de los neumáticos o las pastillas de freno de los vehículos. Es importante saber que muchas veces esta partículas incluyen (o tienen en su superficie) varias sustancias peligrosas, como son los metales pesados o los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), que pueden introducirse posteriormente en nuestro cuerpos cuando las inhalamos el polvo en suspensión que se encuentra en el aire.

"PM10" se refiere a las partículas de un diámetro de 10 micrómetros o menos, mientras que "PM2,5" se refiere a las partículas de un diámetro de 2,5 micrómetros o menos.

Benzo(a)pireno - un compuesto químico cancerígeno y mutagénico que es uno de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH). La fuente principal de esta sustancia en el aire es la quema de combustibles sólidos a bajas temperaturas, es decir, el carbón y la madera en instalaciones de calefacción doméstica. El

benzo(a)pireno también se encuentra en el humo de tabaco.

El benzo(a)pireno presenta una baja toxicidad aguda y una alta toxicidad crónica, relacionada con su capacidad de acumulación dentro del cuerpo.

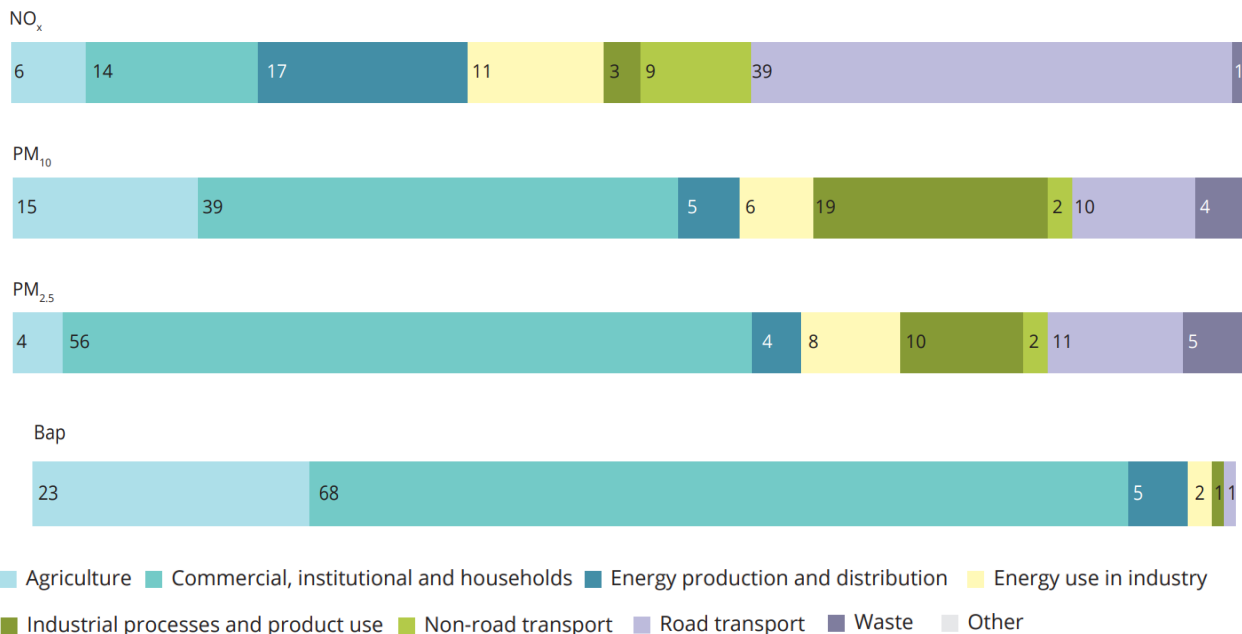
¡Comprueba cuántos cigarrillos tendrías que fumar para inhalar la dosis que respiras!
<https://www.omnicalculator.com/ecology/smog-benzoapiren>

Emisión de contaminantes - determina la cantidad de contaminantes que se introducen directamente en el aire.

Inmisión de contaminantes (la concentración de los contaminantes) - determina la cantidad de contaminación de polvo o de gas que se encuentra en una unidad de volumen del aire atmosférico.

La concentración de los contaminantes depende de la envergadura de las emisiones además de las condiciones de la propagación, incluyendo la topografía de la zona y los condicionantes meteorológicos.

GRUPO 3 - LAS PRINCIPALES FUENTES DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE



GRUPO 4 - LA CALIDAD DEL AIRE EN LAS ZONAS RURALES Y URBANAS

Persiste una creencia muy arraigada sobre la limpieza del aire en las aldeas y los pueblos pequeños. De hecho, como no hay grandes fábricas ni mucho tráfico, podríamos suponer que las emisiones dañinas serán poco significativas.

Sin embargo, cabe recordar que la fuente principal de las partículas y del benzo(a)pireno en el aire europeo no es ni la industria ni la energía, sino lo que se conoce como las emisiones de baja altura, es decir, aquellas que provienen de nuestras chimeneas domésticas. Esto quiere decir que en las zonas rurales el aire podría ser aún peor que en las grandes ciudades, porque hay más núcleos de viviendas que muchas veces cuentan con unos sistemas de calefacción obsoletos que se basan en la quema de combustibles sólidos. A veces la gente llega incluso a quemar su basura.

Además, se infravalora el nivel de contaminación del aire en las zonas rurales porque las estaciones de medición de la calidad del aire suelen estar localizadas en las grandes ciudades.



Resumiendo:

En las grandes ciudades, el problema principal son las emisiones procedentes del transporte (las principales responsables de las altas concentraciones de los óxidos de nitrógeno) y de la industria, mientras que en los pueblos pequeños y en las zonas rurales, las sociedades sufren las emisiones de poca altura, es decir, aquellas generadas por las chimeneas y las calderas de combustibles sólidos, que generan unas altas concentraciones de partículas y del compuesto cancerígeno benzo(a)pireno.

Es una creencia falsa que la calidad del aire en las zonas rurales sea siempre mejor que en las ciudades. A menudo sucede que las concentraciones de contaminantes en los pueblos y aldeas más pequeñas sobrepasan con creces los niveles admisibles, especialmente en lo que se refiere a las partículas y al benzo(a)pireno.

4. Parte creativa - proyecto de una campaña para combatir el *smog*

Tras presentar todas las presentaciones, el profesor pasa a la parte creativa de la clase (diapositiva 13), eligiendo los ejercicios entre las siguientes sugerencias según su propio criterio (y en función del tiempo del que aún disponga).

El profesor introduce a los alumnos el tema de las campañas para combatir el *smog*, explicándoles la importancia de concienciar a los ciudadanos en relación con lo importante que es problema de la contaminación del aire, incluso en las zonas rurales.

El profesor pide a los alumnos que pasen un rato haciendo el papel de unos activistas contra el *smog* y les ayuda a realizar una campaña eficaz sobre los riesgos que tiene para la salud respirar aire contaminado, prohibiendo la quema de basuras y de combustibles de poca calidad y haciendo hincapié en la necesidad de sustituir las calderas antiguas por fuentes de calor ecológicas.

Propuesta 1: Establecer un eslogan contra el *smog* de entre unas palabras elegidas al azar (ejercicio corto, de unos 8 minutos de duración)

El profesor recomienda que cada uno de los grupos anteriores debiera subdividirse en dos grupos (de 3–4 alumnos). El profesor da a los alumnos unos dados especiales. El dado tiene tres sustantivos y tres verbos escritos en sus caras, relacionados con la inquietud por la calidad del aire y su contaminación. A continuación, cada grupo lanza su dado dos veces. En la pizarra se apuntan las palabras obtenidas al azar por cada grupo.

El profesor da a los alumnos unos minutos para que elaboren un eslogan para una campaña contra el *smog* que consista en un número indefinido de palabras, pero que debe incluir las dos palabras obtenidas tras lanzar el dado. El profesor ofrece un ejemplo. Pide a los alumnos que sean lo más creativos que puedan, recordándoles que hay que elaborar un eslogan que atraiga a la persona que lo lea.

A continuación, cada grupo presenta su eslogan y el profesor los va apuntando en la pizarra. El profesor hace hincapié en la importancia de concienciar a los ciudadanos acerca de los efectos de la contaminación atmosférica y la necesidad de mejorar la calidad del aire.

ATENCIÓN: Esta tarea puede verse dificultada por la elección de más palabras de las que se deberían usar en un eslogan.



ATENCIÓN: En vez de usar datos, simplemente pueden escribirse las palabras en unas pequeñas tarjetas. Sin embargo, la versión con los datos parece captar mejor el interés de los alumnos.

Propuesta 2: Análisis de artículos y creación de un diseño para una camiseta contra el *smog* (ejercicio largo, de unos 20 minutos de duración)

El profesor reparte a cada uno de los alumnos un artículo recortado del periódico sobre la contaminación del aire, pidiéndoles que lo lean. También pide a cada alumno que extraiga del artículo la información más importante, que resuma su contenido y a continuación que lo presente ante los demás alumnos. Este tipo de ejercicio desarrolla la habilidad importante de saber expresarse en público.

Tras varios minutos de preparación, cada alumno presenta ante el grupo lo que ha aprendido del artículo que acaba de leer.

Tras la presentación del contenido de todos los artículos, el profesor reparte más periódicos. Esta vez completos, sobre cualquier tema, y también unas camisetas recortadas de papel. Pide a los alumnos que elaboren un diseño propio para una camiseta contra el *smog* con un eslogan llamativo y pegadizo. Hay que usar los periódicos que se han repartido. Los alumnos pueden recortar palabras completas, letras aisladas e imágenes y pegarlas en las camisetas de papel. También estarán disponibles unos rotuladores de colores.

A continuación, todos presentan su camiseta y el eslogan contra el *smog* que acaban de crear. El profesor anima al grupo a que divulguen sus trabajos en el periódico del colegio.

ATENCIÓN: Este ejercicio también puede hacerse indicando a los alumnos que utilicen los eslóganes ya elaborados en el ejercicio anterior.

5. ¿Cómo de contaminado puede llegar a estar el aire?

- a) El profesor explica que existen unos umbrales aceptables para las sustancias contenidas en el aire (las concentraciones permisibles de los contaminantes atmosféricos). ¡Éstos no deberían sobrepasarse!
- b) El profesor reparte las tablas y el calendario de las mediciones de calidad del aire impresos en las fichas.
- c) A continuación, el profesor muestra una presentación (diapositiva 14) con los niveles admisibles de cada uno de los compuestos, pidiendo a los alumnos que completen los datos que faltan en sus fichas.



Tabla para el profesor:

| Sustancia | Período de la medida media | Nivel permisible / objetivo |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|
| PM10 | 24 horas | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Un año | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| PM 2,5 | Un año | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Benzo(a)pireno | Un año | 1 ng/m^3 |
| NO ₂ | 1 hora | 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Un año | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| SO ₂ | 1 hora | 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | 24 horas | 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

Tabla para los alumnos:

| Sustancia | Período de la medida media | Nivel permisible / objetivo |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------|
| PM10 | 24 horas | |
| | Un año | |
| PM 2,5 | Un año | |
| Benzo(a)pireno | Un año | |
| NO ₂ | 1 hora | |
| | Un año | |
| SO ₂ | 1 hora | |
| | 24 horas | |

- d) Tras cumplimentar la tabla con los niveles admisibles, el profesor indica a los alumnos exactamente dónde podrán comprobar la calidad del aire, instruyéndoles a apuntar las concentraciones diarias de PM10 en la estación más cercana a lo largo de la semana siguiente.



- e) Durante la próxima clase, los alumnos analizan los resultados, calculan el porcentaje de la media y determinan si se han sobrepasado los niveles admisibles. Junto con el profesor, sacan unas conclusiones acerca de la calidad del aire en su zona.

| Fecha | Concentración diaria media de PM10 | Porcentaje de la media |
|-------|------------------------------------|------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Para terminar la clase, el profesor muestra la diapositiva 16.

El apoyo prestado por parte de la Comisión Europea para la producción de la presente publicación no constituye una aprobación de los contenidos, que reflejan únicamente las opiniones de sus autores, sin que la Comisión se haga responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma.