



## "El impacto en la salud humana de la contaminación del aire" - unidad didáctica

Duración	1 hora
Edad	15-19
Tipo de clases	Actividades didácticas y educativas
Cometidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los alumnos adquieren conocimientos acerca del impacto que tiene en la salud humana la contaminación del aire</li> <li>● Los alumnos recaban datos a través de los sentidos</li> <li>● Los alumnos comunican los datos y la información de un modo adecuado. Familiarizar a los niños con los temas generales relacionados con el aire: el fenómeno de la propagación, el fenómeno de la respiración y la importancia de estos fenómenos para el ser humano.</li> <li>● Presentar métodos para un comportamiento adecuado durante los días en los que las concentraciones de contaminantes en el aire sean altas e intentar consolidar los hábitos deseados.</li> </ul>
Metodología	Muestra, charla, visualización de una película, <i>brainstorming</i> de ideas
Formas de trabajo	Individual, en grupos
Material necesario	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tarjetas impresas con pulmones</li> <li>● Una imagen de una pista de tenis</li> <li>● Una imagen del tamaño de las partículas (comparado con el de un pelo)</li> <li>● Una imagen de los vasos sanguíneos y del corazón</li> <li>● Maniquí del cuerpo humano (opcional)</li> <li>● Reproductor de vídeo y conexión a Internet</li> <li>● Máscaras antipolvo</li> </ul>
Métodos de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Encuesta</li> </ul>

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 diapositivas relacionadas con los temas tratados durante la clase. Después de 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. La presentación incluye también unas diapositivas con ejercicios y las respuestas correctas.

### 1. El sistema respiratorio

El profesor pregunta a los alumnos: ¿Qué haces durante todo el día, todos los días, cada minuto, estés donde estés? - y después de unos minutos el profesor da a los alumnos tres opciones:

- a. Pensar
- b. Parpadear
- c. Respirar (diapositiva 2)



La mayoría de los alumnos darán con la respuesta correcta, eligiendo la opción "C". A continuación, el profesor explica que todos necesitamos respirar el aire para seguir vivos. El aire contiene oxígeno, que es imprescindible para nuestro organismo. El oxígeno se introduce en el organismo a través de los pulmones, por el sistema respiratorio. Respiramos casi 25.000 veces todos los días, para obtener casi 10.000 litros de aire.

Es fácil notar los pulmones. Basta con colocar la mano encima del pecho y respirar hondo. Notarás como crece el pecho.

El profesor explica cómo el aire llega a nuestro cuerpo. Primero, el aire viaja desde la boca hasta los pulmones por la tráquea, que luego se bifurca en dos para formar los bronquios, que a su vez se dividen miles de veces para formar los bronquiolos, y al final se encuentran los alvéolos. El profesor explica que tenemos unos 30.000 bronquiolos en cada pulmón, con aproximadamente el mismo grosor de un pelo.

El profesor muestra una pista de tenis, explicando que tenemos unos 600 millones de alvéolos, que si los pudiéramos desenredar taparían una pista de tenis. (diapositiva 3)

Al final del recorrido, los alvéolos permiten que el oxígeno pase a la sangre a través de unas tuberías ultrafinas llamadas capilares, y el corazón envía el oxígeno a las células de nuestro cuerpo. Estos capilares son tan diminutos que las células de la sangre necesitan alinearse una tras otra para poder pasar a través de ellos.

El profesor explica a los alumnos que cuando respiramos estamos introduciendo también todo lo que contiene el aire y si nos encontramos en una zona contaminada, el aire puede contener unas partículas pequeñas, de menos de 10 micrómetros de diámetro o incluso menores a los 2,5 micrómetros (PM10 y PM2,5). El problema es que estas partículas son tan pequeñas que son capaces de pasar a través de los capilares e introducirse en la sangre, provocando graves problemas de salud.

A continuación, el profesor muestra las diapositivas 4 y 5 de la presentación, para resumir los conocimientos recién adquiridos.

## 2. El sistema cardiovascular

El profesor pregunta a los alumnos: Aparte de respirar, ¿qué haces durante todo el día, todos los días, cada minuto, estés donde estés?

Sí, la respuesta es que bombeamos sangre a todas las partes de nuestro cuerpo, gracias a un músculo llamado corazón (diapositiva 6).

El profesor explica a los alumnos:

El corazón es el responsable de bombear la sangre y de llevar el oxígeno hasta las células, a la vez que recolecta residuos a través de las arterias y las venas.

Tu corazón es un músculo localizado en el centro del pecho, un poco desviado hacia la izquierda. Tiene más o menos el mismo tamaño que tu puño.

El corazón es como una bomba, o más bien dos bombas en una. La parte derecha del corazón recibe la sangre del cuerpo y la bombea hacia los pulmones. La parte izquierda del corazón hace lo contrario: recibe la sangre de los pulmones y la bombea hacia el resto del cuerpo.

El movimiento de la sangre por el corazón y alrededor del cuerpo se llama la circulación. El corazón tarda menos de 60 segundos en bombear la sangre a todas las células del cuerpo.

A lo largo de la vida media de las personas, el corazón late unos tres mil millones de veces.

Si colocásemos todos los capilares, arterias y venas de un adulto en una fila continua, tendrían una longitud de unos 100.000 kilómetros (diapositiva 7).



A continuación, el profesor muestra la diapositiva 8 de la presentación, para resumir los conocimientos recién adquiridos.

### 3. Los efectos de la contaminación del aire en la salud y el desarrollo de los niños

El profesor reproduce un vídeo corto (1:18 minutos) de la OMS “Respira la vida: cómo los efectos de la contaminación del aire afecta a tu cuerpo” (diapositiva 9). A continuación establece una conversación con los alumnos para preguntarles sobre los efectos en el cuerpo de unos de los principales contaminantes: las partículas.

Versión inglesa (subtítulos en inglés)

<https://www.youtube.com/watch?v=GVBey1jSG9Y&feature=youtu.be>),

Versión inglesa (subtítulos en español)

<https://www.youtube.com/watch?v=vdhDnYdBDhQ&feature=youtu.be>

Versión inglesa (subtítulos en portugués)

<https://www.youtube.com/watch?v=giyXjOA-2Zc&feature=youtu.be>

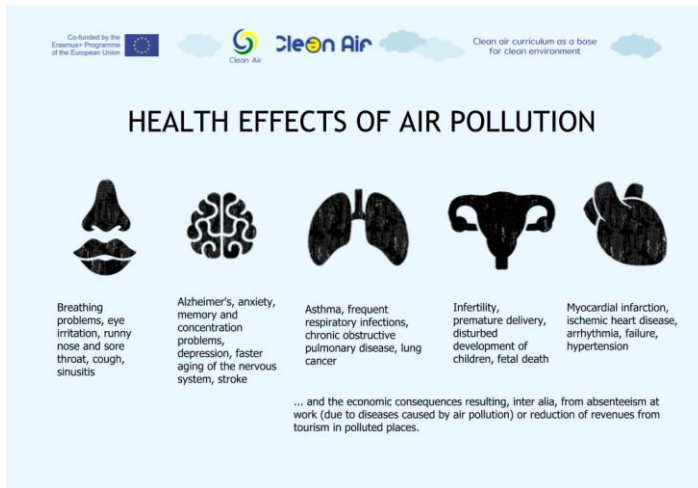
El profesor explica que la contaminación puede provocar unos efectos cardiovasculares, como los infartos, la insuficiencia cardíaca y los derrames cerebrales, que dan lugar a la hospitalización y en algunos casos a una muerte prematura. También es probable que la exposición ante las partículas finas tenga sus efectos en la respiración, incluyendo ataques de asma, un menor desarrollo de los pulmones en los niños y un mayor índice de síntomas respiratorios como son la tos, los jadeos y las dificultades para respirar. (EPA, La contaminación por partículas y la salud de sus pacientes) (<https://www.epa.gov/pmcourse/particle-pollution-exposure>)

En resumen, las principales consecuencias de la contaminación del aire para la vida humana son:

- Enfermedades respiratorias
- Daños cardiovasculares
- Fatiga, dolores de cabeza y ansiedad
- Irritación de los ojos, la nariz y la garganta
- Daños en los órganos reproductivos
- Daños en el hígado, el bazo y la sangre
- Daños en el sistema nervioso

El profesor explica que los contaminantes no solo provocan problemas para la salud física, si no que también, según algunas investigaciones recientes, pueden provocar una reducción "muy importante" de la inteligencia.

Como resumen, el profesor muestra la diapositiva 10.



El profesor explica que no todas las personas se ven afectadas de la misma forma o por los mismos contaminantes; hay algunas personas que son más proclives a sufrir sus consecuencias (diapositiva 11), por ejemplo:

- Personas que padecen asma
- Personas con enfermedades pulmonares
- Personas con enfermedades cardiovasculares (del corazón):
- Bebés en fase de gestación (mujeres embarazadas)
- Niños
- Adultos mayores

El profesor pregunta a los alumnos: Y tú, ¿qué? (diapositiva 12), explicándoles por que son tan vulnerables las personas jóvenes: porque sus pulmones aún no se han desarrollado del todo. Los pulmones siguen desarrollándose y madurando y es durante esta fase de la vida cuando son más susceptibles a las lesiones provocadas por los contaminantes del aire.

El profesor pregunta a los niños: ¿A qué edad tenemos el mayor riesgo de la exposición?

- a. Menor de 5 años
- b. Menor de 14 años
- c. Menor de 18 años

Fuentes:

<https://www.epa.gov/pmcourse/particle-pollution-exposure>

[https://pediatrics.aappublications.org/content/116/Supplement\\_2/555.1](https://pediatrics.aappublications.org/content/116/Supplement_2/555.1)

<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa040610>

#### 4. Recordatorio acerca de los contaminantes

Lo primero que hay que saber es cómo debo protegerme: ¿quién es el enemigo?

El profesor pregunta a los alumnos si recuerdan los principales contaminantes del aire. Después de unos minutos el profesor les refresca la memoria (diapositivas 13 y 14).



- Partículas. Materia sólida o líquida en suspensión en el aire. Para poder mantenerse en el aire en condiciones normales, las partículas deben tener una anchura de menos de 0,1 mm y pueden llegar a ser tan pequeños como 0,00005 mm (consulta la imagen “Comparaciones de tamaño de las partículas PM” en <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>).

Algunas partículas se emiten directamente (PM primarias); otros se forman en la atmósfera mediante unas reacciones químicas complejas (PM secundarias). Las principales formas de las PM generadas por el hombre son la combustión de los combustibles y otros procesos físicos como el desgaste de los neumáticos y las pastillas de freno. Las fuentes naturales incluyen la tierra y el polvo llevados por el viento, las partículas pulverizadas del agua de mar y los incendios forestales o la quema de rastrojos.

Las PM se clasifican en función de su tamaño aerodinámico, denominándose:

- Partículas gruesas – PM<sub>10</sub>, con un diámetro inferior a los 10 micrones (µm).
  - Partículas finas – PM<sub>2,5</sub>, con un diámetro inferior a los 2,5 µm.
  - Partículas ultrafinas – PM<sub>0,1</sub>, con un diámetro inferior a 0,1 µm)
- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) Un gas marrón rojizo generado por la quema de combustibles fósiles. Tiene un olor fuerte en altas concentraciones. Se produce junto con el óxido de nitrógeno (NO) mediante los procesos de combustión. Juntos, se los conoce como óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). Están asociados principalmente con el tráfico.
  - Ozono (O<sub>3</sub>). Un gas que se encuentra en dos lugares: Cerca del suelo (la troposfera), donde es uno de los principales componentes del *smog*. El ozono nocivo de la baja atmósfera no debería confundirse con la capa protectora de ozona de la atmósfera superior (la estratosfera), que filtra los rayos ultravioletas dañinos. Se crea a través de unas reacciones fotoquímicas en las que están involucrados los contaminantes precursores NO<sub>x</sub> y los compuestos orgánicos volátiles (VOC, por sus siglas en inglés). La luz solar es necesario. Por eso, en el este de Europa se trata de un problema que en gran medida se limita a los meses del verano. Suele producirse con mayor frecuencia en las grandes ciudades.
  - Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) Un gas corrosivo que ni se ve ni se huele en bajas concentraciones, pero que cuando los niveles son altos puede oler a "huevos podridos". Se produce cuando se queman los contaminantes que contienen azufre, como el carbón. Las reacciones químicas del SO<sub>2</sub> también pueden producir sulfatos, que persisten en el aire como partículas secundarias y contribuyen a la mezcla de PM.

El profesor explica que el problema que presentan estos contaminantes es que son "asesinos invisibles". No se ven ni se huelen y crean la ilusión de que no pasa nada cuando la verdad es que nuestro organismo está sufriendo.

A continuación, el profesor enseña a los alumnos lo realmente pequeñas que son las PM, y que por eso son tan peligrosas, por ser capaces de penetrar en el cuerpo, el flujo sanguíneo y en los órganos (diapositiva 15).

## 5. ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AIRE (AQI)



Es probable que mires la previsión meteorológica todos los días. A fin de cuentas, se trata de una herramienta útil que nos ayuda a planificar qué ropa ponernos y saber si hace falta llevar un paraguas cuando salimos a la calle. Pero hay otra previsión que deberías mirar también: el Índice de Calidad del Aire o "AQI" (por sus siglas en inglés). Puede ayudarte a planificar las actividades para proteger tu salud (diapositiva 16).

Los meteorólogos de las agencias nacionales y locales de calidad del aire elaboran las previsiones de AQI basadas en datos reales de la calidad del aire, además de la información de las previsiones meteorológicas. Estas previsiones se representan mediante un sencillo código de colores que nos indica en cada momento cómo de salubre o insalubre es el aire. En los días de calidad del aire con código rojo, todos estamos en riesgo de sufrir efectos en nuestra salud.

Estamos expuestos a la contaminación cada vez que respiramos aire, pero cuando hacemos ejercicio, hacemos trabajo físico o nos esforzamos para aumentar nuestro ritmo de respiración, se introduce más aire dentro de nuestros pulmones, si el ambiente que nos rodea está contaminado estamos exponiendo más nuestro organismo a la contaminación

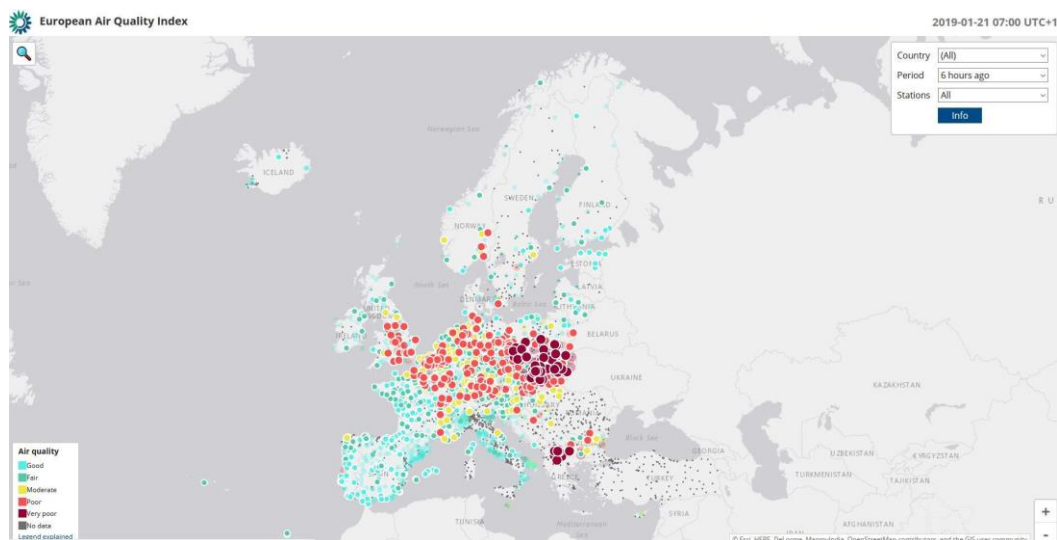
El profesor pregunta a los alumnos: ¿Cómo puedes saber si la contaminación te está afectando?  
El profesor explica que son varios los indicadores disponibles para determinar la calidad del aire. Enseña a los alumnos cómo podrán encontrar la previsión de contaminación de la agencia meteorológica nacional o en los paneles urbanos (las pantallas en los autobuses, etc., en función de cada ciudad), identificando los indicadores principales.

El profesor explica que otra manera de protegerse es intentar evitar las zonas contaminadas para reducir la exposición.

El profesor pregunta: ¿Cómo podemos evitar las zonas contaminadas?

Tras esperar unos minutos, el profesor explica que lo primero que debemos establecer son los niveles de contaminación.

El profesor pregunta de nuevo: ¿Dónde podemos informarnos de los niveles de contaminación?  
Tras hacer la pregunta, anima a los alumnos a consultar la página web <http://airindex.eea.europa.eu/> buscando su propia ciudad.



A continuación, el profesor explica a los alumnos el AQI (Índice de Calidad del Aire; diapositiva 17).

Pollutant	Index level (based on pollutant concentrations in µg/m3)				
	Good	Fair	Moderate	Poor	Very poor
Particles less than 2.5 µm (PM <sub>2.5</sub> )	0-10	10-20	20-25	25-50	50-800
Particles less than 10 µm (PM <sub>10</sub> )	0-20	20-35	35-50	50-100	100-1200
Nitrogen dioxide (NO <sub>2</sub> )	0-40	40-100	100-200	200-400	400-1000
Ozone (O <sub>3</sub> )	0-80	80-120	120-180	180-240	240-600
Sulphur dioxide (SO <sub>2</sub> )	0-100	100-200	200-350	350-500	500-1250

Y si queremos saber el estado de la contaminación del aire ambiente global podemos consultar <http://maps.who.int/airpollution/>

Ahora hay que recordar lo que aprendimos en la clase sobre cuáles son los límites legales. El profesor pregunta a los alumnos acerca de los umbrales (diapositivas 18 y 19):

¿Cuáles son los umbrales saludables para cada uno de los principales contaminantes principales?

PM<sub>2,5</sub> (media anual)

40 µg/m <sup>3</sup>
25 µg/m <sup>3</sup>
35 µg/m <sup>3</sup>

PM 10 (media diaria)

60µg/m <sup>3</sup>
50 µg/m <sup>3</sup>
30µg/m <sup>3</sup>

NO<sub>2</sub> (media horaria)

400 µg/m <sup>3</sup>
200 µg/m <sup>3</sup>
350 µg/m <sup>3</sup>

O<sub>3</sub> (media horaria)

400 µg/m <sup>3</sup>
180 µg/m <sup>3</sup>
350 µg/m <sup>3</sup>

SO<sub>2</sub> (media horaria)

400 µg/m <sup>3</sup>
180 µg/m <sup>3</sup>
350 µg/m <sup>3</sup>

## 6. Protégete del aire insalubre



El profesor pregunta a los alumnos cómo pueden protegerse de la contaminación del aire. Tras unos minutos escuchando sus respuestas, el profesor les da unos consejos (diapositiva 20)

### **8 consejos para protegerte del aire insalubre**

1. Limita la exposición ante el *smog* intentando evitar las zonas en donde el aire esté más contaminado.
2. No salgas al exterior si tus indagaciones te indican que la contaminación del aire está alta en tu zona.
3. No ventiles tu casa cuando el aire esté muy contaminado.
4. Considera la opción de comprar un limpiador de aire.
5. Ten a mano unas máscaras antipolvo profesionales.
6. Los conductores pueden reducir su exposición a la contaminación por partículas manteniendo la ventilación del vehículo en modo de "recirculación" cuando conducen por carreteras con mucho tráfico.
7. Evita fumar o entrar en sitios en donde haya personas fumando o en donde haya hogueras.
8. No quemes ni leña ni basura. La quema de leña y basura se encuentra entre las principales fuentes de la contaminación por partículas en muchas regiones de los países.

Para terminar la clase, el profesor muestra la diapositiva 21.

*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.*