

TEMA 10. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Guión del tema

1. Introducción
2. Contaminación del aire
3. La contaminación acústica
4. La contaminación lumínica.

Desarrollo del tema

1. Introducción

Aire es el conjunto de gases que forman la atmósfera y que constituye el recurso natural con mayor nivel de intercambio con la biosfera.

Se trata de un recurso limitado que debemos utilizar evitando alteraciones que pongan el peligro la vida sobre el planeta.

La contaminación del aire es un problema antiguo que se ha agravado en los últimos siglos con el desarrollo industrial y las actividades urbanas, tanto a nivel químico como a nivel acústico, produciendo graves problemas de salud en el ser humano.

2. Contaminación del aire

Contaminación según la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico

es la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

Según la OMS

presencia en el aire de una o varias sustancias extrañas, en determinadas cantidades y durante determinados periodos de tiempo, que pueden resultar nocivas para el ser humano, los animales, las plantas o las tierras, y así como perturbar el bienestar o el uso de los bienes.

2.a Fuentes de contaminación

Naturales. Derivadas de los procesos naturales de la geosfera y la biosfera	Artificiales o antropogénicas
<ul style="list-style-type: none">• Erupciones volcánicas• Respiración de los seres vivos• Descomposición anaeróbica de la materia orgánica• Presencia de pólenes y esporas• Incendios forestales• Descargas eléctricas de las tormentas	<ul style="list-style-type: none">• Uso de combustibles fósiles• Procesos químicos• Industrias agroalimentarias• Metalurgia• Minería• Eliminación de residuos mediante incineración• Agricultura y ganadería intensiva• Transporte

2.b Tipos de contaminantes

La composición del aire se autorregula de modo natural a través de los ciclos biogeoquímicos, pero las actividades humanas aceleran estos procesos, movilizan las reservas y rompen el equilibrio.

Contaminantes son sustancias químicas y formas de energía que en determinadas concentraciones pueden causar molestias, daños o riesgos a personas y resto de seres vivos, o bien alterar el funcionamiento de los ecosistemas, bienes materiales y clima.

Tiempo de residencia es el periodo de tiempo que puede permanecer el contaminante como tal en la atmósfera y depende de cada contaminante.

✚ Sustancias químicas

- **Contaminantes primarios.** Emitidos a la atmósfera directamente desde fuentes identificables. **Tabla Mc Graw**
- **Contaminantes secundarios.** Originados a partir de los contaminantes primarios mediante reacciones químicas que tienen lugar en la atmósfera. **Tabla**

✚ Formas de energía

- **Radiaciones ionizantes.** Partículas u ondas electromagnéticas que pueden ionizar átomos o moléculas de la materia alterando el equilibrio químico de su estructura y sus funciones.

Las radiaciones alfa y beta son partículas cargadas eléctricamente con mayor poder de penetración las segundas.

Los rayos X y las radiaciones gamma son ondas electromagnéticas con alto poder de penetración y con mayores efectos sobre los seres vivos.

Proceden de procesos naturales pero también de centrales nucleares, materiales radiactivos, investigación, etc. Afectan a procesos biológicos y pueden provocar malformaciones, cáncer, etc.

- **Radiaciones no ionizantes.** Ondas electromagnéticas que no modifican la estructura de la materia.

Son los rayos UV, infrarrojos, radiofrecuencias y microondas. Sus efectos dependen de la intensidad y tiempo de exposición.

Origen natural en el Sol y la superficie terrestre y artificial en los cables eléctricos y aparatos eléctricos. Pueden provocar alteraciones nerviosas y endocrinas, problemas inmunológicos, fiebre, etc.

Contaminación lumínica. Brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno que se produce por reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y partículas del aire. Supone:

- un despilfarro energético
- dificulta la observación de estrellas en observatorios astronómicos
- modifica hábitos en animales, sobre todo insectos, aunque también aves
- altera los ciclos biológicos de las plantas, afectando a procesos ligados al fotoperiodo y también a las nastias

- **Ruido.** De gran incidencia en las poblaciones.

2.c Dispersión de los contaminantes

Dibujo

Emisión es la cantidad de contaminantes que vierte un foco emisor en un periodo de tiempo determinado. Se mide a la salida del foco.

La evolución de los contaminantes continua con:

- transporte
- difusión
- mezcla
- acumulación
- reacciones químicas de transformación

Inmisión es la cantidad final de contaminantes presentes en la atmósfera a los que están expuestos los seres vivos y materiales que se encuentran bajo su influencia. Determina la calidad del aire.

✚ Características de las emisiones

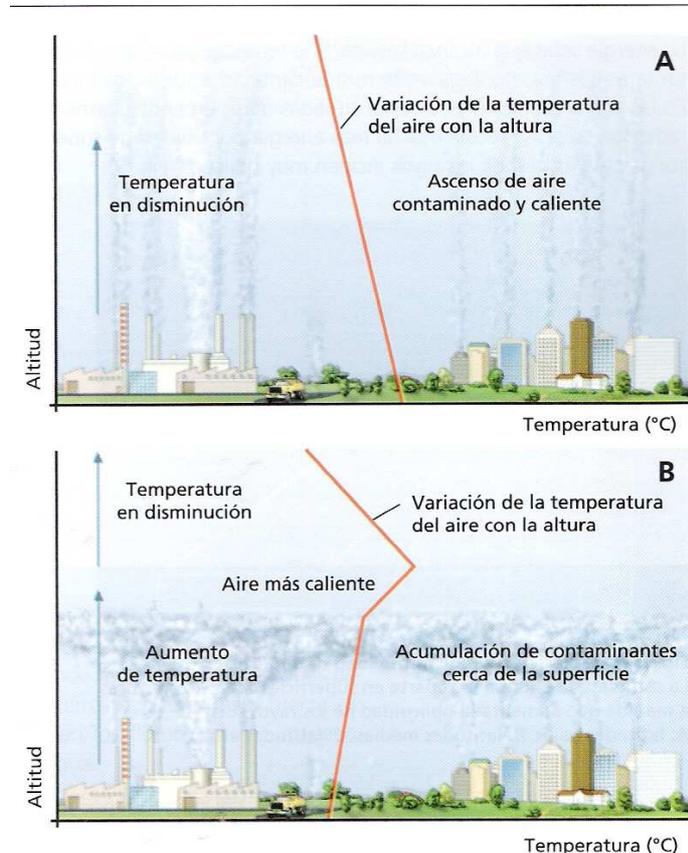
Depende de:

- la naturaleza del contaminante
- concentración
- características físico-químicas (temperatura y velocidad de salida)
- altura del foco emisor

✚ Condiciones atmosféricas

Determinará la estabilidad o inestabilidad atmosférica y con ello la capacidad de dispersión de los contaminantes (menor en condiciones anticiclónicas y mayor en las borrascas).

- Temperatura del aire y sus variaciones con la altura (GVT, inversiones térmicas)
- Vientos y dinámica horizontal de la atmósfera (dirección, velocidad y turbulencia)
- Precipitaciones y lavado de la atmósfera
- Insolación y reacciones fotoquímicas de creación de contaminantes secundarios



✚ Características geográficas y topográficas Dibujos

Situación geográfica y relieve influyen mucho en la dispersión o concentración de los contaminantes.

- Zonas costeras. Sistema de brisas y desplazamiento de la contaminación
- Zonas de valles fluviales y laderas. Brisas y acumulación de contaminación en el valle. El caso de Alcalá de Henares.
- Presencia de masas vegetales. Sumidero de dióxido de carbono y de partículas que se depositan en el follaje.
- Presencia de núcleos urbanos. Creación de turbulencias y aparición de **islas de calor** con la creación de brisas urbanas cíclicas al crear situación de bajas presiones en el interior. Esto concentra contaminantes formando la **cúpula de contaminantes o boina** que se incrementa en los anticiclones.

[Actividad 9 en clase, pág. 242](#)

2.d Efectos de la contaminación del aire

Los cambios en la composición del aire ocasionan efectos negativos en los seres vivos, los materiales y los ecosistemas, a corto, medio y largo plazo, a escala local, regional o planetaria.

Tabla de contaminantes y efectos.

✚ Efectos locales. Formación de nieblas contaminantes o “smog”.

Existen dos tipos de smog que reflejan la relación directa entre condiciones atmosféricas y contaminación del aire.

- **Smog sulfuroso o húmedo**
 - Londres, 1952, 4000 muertos
 - Origen en la elevada concentración en las ciudades de partículas en suspensión, dióxido de azufre y su combinación con nieblas en situación de anticiclón, con vientos en calma.
 - Es una neblina pardogrisácea que causa alteraciones respiratorias que agravan procesos asmáticos.
- **Smog fotoquímico**
 - Origen en la presencia en la atmósfera de oxidantes fotoquímicos (ozono, PAN, aldehídos) que surgen de las reacciones de los NOx, hidrocarburos y oxígeno con la radiación solar UV.
 - Se favorece en anticiclones, con fuerte insolación y vientos débiles.
 - Se trata de una bruma con formación de ozono, daño ocular, en la vegetación y materiales.
 - Las reacciones fotoquímicas responsables son:
 - ¾ Formación de ozono a partir del ciclo fotolítica del dióxido de nitrógeno, en presencia de hidrocarburos
 - ¾ Formación de radicales libres activos a partir de mezclas de radicales de hidrocarburos que producen la oxidación del monóxido al dióxido de nitrógeno, con aumento de la concentración de ozono.
 - ¾ Formación de PAN (nitrato de peroxiacetileno) un oxidante muy potente.
 - Es cada vez más frecuente en ciudades con mucha industria y gran densidad de tráfico.

✚ Efectos regionales. Lluvia ácida.

Los contaminantes pueden afectar a la superficie terrestre en lugares próximos o lejanos a los focos de emisión, siendo en el segundo caso una **contaminación transfronteriza**.

Dibujo

Se produce cuando S y N de los combustibles fósiles se liberan a la atmósfera en forma de NOx y SOx que se transportan, reaccionan y vuelven a la tierra de dos formas distintas:

- Deposición seca. En forma de gas o aerosoles cerca de las fuentes de emisión.
- Deposición húmeda. Como ácido sulfúrico y ácido nítrico disueltos en las gotas de agua de la lluvia y transportados a grandes distancias del foco emisor.

Los efectos de la lluvia ácida se producen sobre:

- los ecosistemas, con alteración de la flora y la fauna
- el suelo, perjudicando su calidad y productividad
- la vegetación, con defoliación y muerte de los bosques
- los materiales, por corrosión y descomposición de los materiales (**mal de la piedra**)

✚ Efectos globales. Cambio climático. Agujero en la capa de ozono.

Abarcan la totalidad del planeta y solo pueden mitigarse actuando en su propio origen y con una clara política común medioambiental desde la legislación y desde la educación.

- **Cambio climático**

Repasando lo visto en el tema anterior, en relación con el clima hay que destacar:

- Se ha producido un incremento real aunque irregular de la temperatura en la superficie con suavización de las temperaturas nocturnas.
- Hay un retroceso irregular de los glaciares de montaña desde el siglo XIX particularmente notorio en España.
- La precipitación del África Subsahariana ha cambiado mucho en los últimos años.
- En muchas zonas del planeta ha cambiado mucho el régimen de precipitaciones y la nubosidad media.

Las consecuencias del cambio climático:

- Desplazamiento de las zonas climáticas hacia los polos, con especial afectación del sur de Europa que se hará más seco, con precipitaciones similares a las de zonas áridas, grandes sequías y lluvias torrenciales.
- Efectos en la agricultura, vegetación, suelos, fauna, procesos hidrológicos, ecosistemas.
- Expansión de enfermedades tropicales transmitidas por insectos (malaria)
- Aumento del nivel del mar con alteración del clima global

- **Agujero en la capa de ozono**

- Se percibió en los años 1977 y 1984 que la cantidad de ozono sobre la Antártida había disminuido en un 40 %, y actualmente se ve que se ha extendido a América austral

- Tiene que ver con el aumento de los casos de cáncer de piel y de la ceguera, así como con alteraciones inmunológicas

Son dos los compuestos que tienen directa relación con este problema:

NOx	<ul style="list-style-type: none"> ○ Se producen en grandes cantidades durante las tormentas quedando en la estratosfera ○ Son liberados durante las combustiones en la troposfera quedando en capas bajas, no así el óxido nitroso que es un compuesto poco reactivo y escapa transformándose en la estratosfera en NOx por fotólisis. ○ Los NOx estratosféricos actúan como catalizadores en la reacción de destrucción del ozono sin consumirse, repitiéndose la reacción indefinidamente
CFC y otros compuestos de cloro	<ul style="list-style-type: none"> ○ Los CFC se rompen por acción de los rayos UV liberando cloro que reacciona con el ozono rompiendo la molécula y formando oxígeno molecular. ○ El cloro puede destruir hasta 100.000 moléculas de ozono en cien años ○ El dióxido de nitrógeno puede atrapar cloro formando nitrato de cloro y protegiendo al ozono de su acción <p>En España actualmente el 95 % de los aerosoles no utiliza CFC como propelente.</p>

Nubes estratosféricas polares (NEP) se forman a muy bajas temperaturas (<-83°C) sobre la antártica durante su invierno, en condiciones anticiclónicas muy estables

Los NOx actúan como núcleos de condensación, reaccionando con el agua y formando ácido nítrico que cae con la nieve desnitrificando la atmósfera.

Durante la primavera austral los NOx no capturan el cloro y éste puede destruir el ozono aumentando así el tamaño del agujero.

La permanencia del vórtice polar durante gran parte del año impide que lleguen masas de aire tropicales ricas en ozono.

Respuesta internacional en relación con este problema global.

- **Convenio de Viena, 1985.** Protección de la capa de ozono, identificación de problemas y acciones de cooperación internacional.
- **Protocolo de Montreal, 1987.** Eliminación de las sustancias que agotan esta capa. 160 países han suscrito este protocolo.
- **Cumbre de la Tierra, Río de Janeiro, 1992.** Recomendaciones para congelar, reducir y prohibir su fabricación y uso en fases sucesivas.
- **XI Cumbre del Protocolo de Montreal, Pekín, 1999.** Nuevas recomendaciones respecto a otros compuestos relacionados y búsqueda de sustitutos.

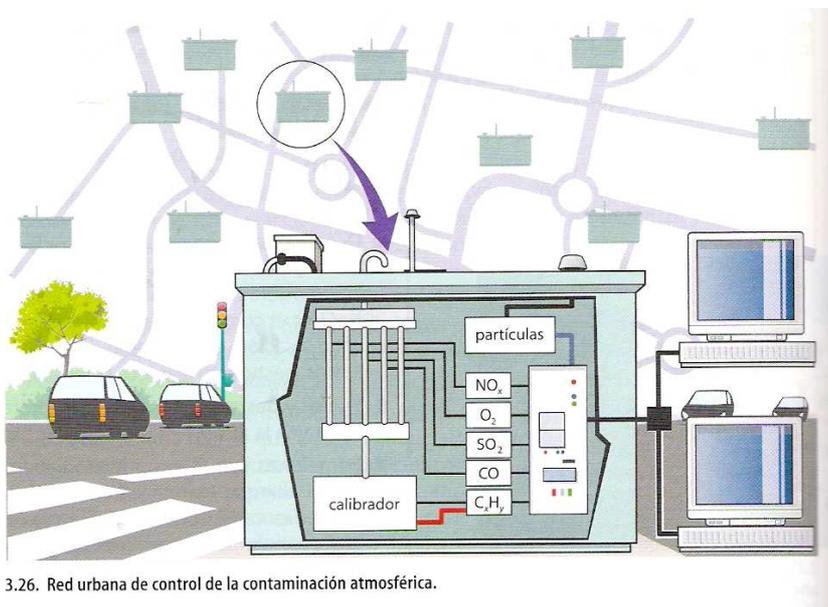
2.e La calidad del aire

Se establece en función de unos niveles máximos admisibles de emisiones procedentes de actividades industriales y vehículos en relación a NO_x, CO, plomo, cloro molecular, ácido clorhídrico, sulfuro de hidrógeno y partículas sedimentables.

✚ **Vigilancia de la calidad del aire**

Conjunto de sistemas y procedimientos utilizados para evaluar la presencia de agentes contaminantes en la atmósfera, así como la evolución de sus concentraciones en el tiempo y en el espacio, con el fin de prevenir y reducir los efectos que pueden causar sobre la salud y el medio ambiente.

- **Redes de vigilancia.** Conjunto de estaciones de medida de los contaminantes del aire, tanto manuales como automáticos. Hay redes locales, comunitarias (EMEP, CAMP) y mundiales (BAPMON).



- **Métodos de análisis.** Físicos (color, absorción de luz de distinta longitud de onda) y químicos (reacciones de coloración y combinación con reactivos gaseosos que producen fluorescencia)
- **Indicadores biológicos.** Basados en la sensibilidad de distintos seres vivos a ciertos contaminantes atmosféricos como fluoruro de hidrógeno, dióxido de azufre, oxidantes fotoquímicos, metales pesados e isótopos radiactivos. Se emplean los líquenes.
- **Empleo de sensores Lídár.** Interacción del pulso láser del sensor con los contaminantes atmosféricos, con posibilidad de construir un mapa tridimensional de la contaminación y deducir los focos de emisión.

✚ **Medidas de prevención y corrección**

- **Medidas preventivas**
 - Planificación de usos del suelo
 - Evaluaciones de impacto ambiental
 - Empleo de tecnologías de baja o nula emisión de residuos
 - Programas I+D
 - Mejora de la calidad y el tipo de combustibles o carburantes
 - Medidas sociales de información
 - Medidas legislativas. La UE marca la Directiva Marco de calidad del aire
- **Medidas correctoras**
 - Concentración y retención de partículas con equipos adecuados (separadores de gravedad, filtros de tejido, precipitadores electrostáticos, absorbentes húmedos).
 - Sistemas de depuración de gases (con líquidos disolventes, sólidos de retención, procesos de combustión y procesos de reducción catalítica)
 - Expulsión de los contaminantes por medio de chimeneas adecuadas.

3. La contaminación acústica

Ruido es un sonido excesivo o intempestivo que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos no deseados sobre una persona o grupo de personas.

La intensidad sonora se mide en belios o en submúltiplos (dB). Por encima de 120 dB la sensación es dolorosa. El ruido se mide con sonómetros. Un aumento de 3 dB equivale a duplicar la intensidad sonora ya que se emplea una escala logarítmica.

3.a Origen y fuentes productoras de ruido

Las principales fuentes consideradas por la OMS son:

- ✚ **Industria.** Causado por la maquinaria empleada y por el tráfico que genera en su entorno.
- ✚ **Medios de transporte.** Depende del tipo de vehículo, de la vía, de la velocidad, del uso de alarmas, etc.
- ✚ **Construcción de edificios y obras públicas.** Por la maquinaria empleada que no cuenta con silenciadores.
- ✚ **Interior de edificios.** Electrodomésticos, aparatos de radio y televisión, ruidos de carácter privado de difícil control.
- ✚ **Otras fuentes.** Actividades relacionadas con el ocio y tiempo libre como lugares de diversión con un alto nivel de ruido (94 a 100 dB de media)

Según la UE el límite de contaminación acústica admisible es de 65 dB

3.b Efectos de la contaminación acústica

El ruido afecta al organismo a través de la vía auditiva y psicológica afectando a la salud y al comportamiento de las personas.

Su efecto depende de:

- tiempo de exposición
- edad del individuo
- estilo de vida
- tipo de trabajo
- conjunto de ruidos a los que está sometido

Los efectos del ruido son:

Alteraciones fisiológicas

- Pérdida de audición, de carácter gradual, sobre todo a partir de 85 dB
- Aumento de la frecuencia respiratoria, a partir de 90 dB
- Aceleración del ritmo cardiaco, hipertensión y riesgo coronario
- Disminución de secreción salivar, náuseas, inapetencia y úlceras (estrés)
- Alteración en las suprarrenales con aumento de secreción de adrenalina
- Alteración del órgano del equilibrio

Alteraciones psíquicas

Dependen de la intensidad, regularidad, fuente, hora y estado de ánimo del individuo.

- Neurosis
- Irritabilidad
- Estrés

Otras alteraciones

- Dificultad de comunicación oral, con daños en las cuerdas vocales
- Dificultad de conciliar el sueño
- Descenso del rendimiento laboral
- Dificultad en procesos de concentración y eficiencia mental

3.c Soluciones frente a la contaminación acústica

Requieren una política de gestión medioambiental y de mejora de la calidad de vida.

Acciones preventivas

- Planificación del uso del suelo
- Planificación urbana
- Arquitectura urbana
- Estudios de impacto ambiental
- Establecimiento de tasas, multas, etc.
- Sistemas de disminución de ruido en las fuentes emisoras
- Información y educación ambiental para sensibilizar a los ciudadanos
- Elaboración de mapas de ruido a partir de los datos de las estaciones de vigilancia

Acciones correctoras

- Normativa para regular los niveles de emisión de ruidos y legislaciones globales contra la contaminación acústica.
- Acciones directas contra las fuentes de emisión.

4. La contaminación lumínica.

Definición: Es el resplandor luminoso nocturno o brillo producido por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión de la atmósfera.

4.A. Formas y Fuentes de contaminación lumínica.

Provocada por iluminación privada de exteriores (ornamental de monumentos y edificios),

farolas de calles, autopistas, escaparates, viviendas)...

Se puede manifestar como :

- a) **Luz intrusa:** La iluminación artificial sale en todas direcciones desde el área donde es necesaria para invadir otras zonas. (Luz de una farola que entra en una vivienda).
- b) **Difusión hacia el cielo:** La luz interactúa con las partículas del aire y parte del haz es desviado en todas direcciones (una ciudad tiene un halo de luz encima de ella).
- c) **Deslumbramiento:** La luz incide directamente sobre el ojo dificultando la visibilidad y provocando una situación de peligro. (exceso de luz o luz mal dirigida).

4.B. Efectos y soluciones frente a la contaminación lumínica.

Efectos:

- **Económicos:** Sobreconsumo energético y su correspondiente gasto.
- **Ecológicos:** Afecta a la flora y fauna nocturnos (plancton, aves, murciélagos...) y afectando los ciclos día-noche. Afecta a las cadenas tróficas.
- **Sanitarios:** Afecta al sueño, fatiga, accidentes...
- **Científicos y culturales:** Dificulta las observaciones astronómicas.

Soluciones.

- Mejorar la calidad y cantidad de la iluminación (orientación adecuada y watos justos)
- Afinar en el horario en el que funcione.
- Moderar la intensidad.
- Usar lámparas de bajo consumo
- Ordenanzas, campañas de información y orientación ambiental.