

XX CURSO DE SAÚDE AMBIENTAL

Silleda, 26-29 abril 2004

T E M A 3:

“CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA E ACÚSTICA: PREVENCIÓN E LOITA”

Prof. Dr. Francisco Peña

Silleda, 28 abril 2004

EL AIRE COMO FACTOR DE RIESGO EN LA SALUD

- **Contaminación abiótica de la atmósfera:**
 - **A través de agentes químicos: gases, humos.**
 - **A través de agentes físicos: energía vibratoria, energía radiante.**
- **Contaminación biótica de la atmósfera:**
 - **Producida por virus, bacterias, hongos, esporos y polen → enfermedades aerógenas.**

IMPORTANCIA DE LA PUREZA DEL AIRE

El hombre pasa por sus pulmones 20.000 litros de aire atmosférico/día, por lo que cualquier variación sobre la composición normal del aire va a tener una gran importancia sobre su salud.

| COMPONENTES PRINCIPALES | % EN VOLUMEN |
|-------------------------|--------------|
| Nitrógeno | 78,00 |
| Oxígeno | 21,00 |
| Argon | 0,93 |
| Dióxido de Carbono | 0,032 |

CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

(Fuentes de polución atmosférica de origen antropogénico)

La contaminación atmosférica se produce si hay una variación importante en la proporción de los constituyentes normales de la atmósfera y/o se incorporan sustancias químicas extrañas a su composición normal.

- **Focos fijos:** actividades domésticas (calefacciones) e industriales (procesos industriales, instalaciones de combustión).
- **Focos móviles:** vehículos a motor, aeronaves, buques.
- **Focos compuestos:** aglomeraciones industriales y áreas urbanas.



CONTAMINANTES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS

- **Contaminantes primarios:** aquellos contaminantes atmosféricos que son evacuados directamente desde las fuentes de contaminación.
- **Contaminantes secundarios:** son aquellos que pueden permanecer en el aire o por medio de mecanismos físico-químicos se pueden transformar en otros compuestos que se denominan contaminantes secundarios.

EVOLUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- 1/ Fase de emisión:** los polucionantes aparecen “in situ” y se encuentran a una [elevada]; los accidentes ocasionados son de carácter agudo, limitados geográficamente al perímetro inmediato a la fuente de emisión.
- 2/ Fase de suspensión en la atmósfera:** el contaminante manifiesta su actividad hacia los seres vivos: hombres, animales o vegetales; las condiciones meteorológicas juegan un papel muy importante –ya que contribuyen a dispersar o concentrar los contaminantes en lugares determinados-; y el número de personas afectadas suele ser muy elevado.
- 3/ Fase terminal o de sedimentación:** se produce un retorno de las sustancias contaminantes hacia el suelo, la vegetación o sobre los materiales en los que puede producirse una fijación irreversible, y sus efectos suelen ser: corrosión sobre edificios y necrosis en los vegetales.

LA CALIDAD DEL AIRE EN LAS CIUDADES

Va a depender de la emisión de las fuentes contaminantes y de factores geográficos, topográficos y meteorológicos que condicionan su mayor o menor duración en el aire de las ciudades y núcleos industriales.

- **VALOR DE EMISIÓN:** concentración de un contaminante que vierte a la atmósfera un foco emisor.

- **VALOR DE INMISIÓN:** la [contaminante] a nivel del suelo –que es la que respiramos- corresponde al nivel de inmisión; que son los niveles que nos interesan, sanitariamente considerados, y la fijación de los mismos dependerá de los criterios de calidad del aire de acuerdo con la legislación vigente.

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

- **La calidad del aire de las ciudades españolas mejoró en los últimos años pese al incremento de vehículos.**
- **El cambio de las calderas de calefacción de las viviendas y el incremento de vehículos ha provocado un cambio en la tipología de la contaminación urbana reduciéndose la concentración de SO₂, SPM y compuestos de plomo particulados, y aumentando el NO₂, CO e HC.**

CONTAMINACIÓN ÁCIDA

- Tanto el carbón como el petróleo contienen como impureza S y la combustión de ambos va a introducir a la atmósfera SO_2 que puede oxidarse y pasar a SO_3 y si existe humedad ambiente puede dar lugar a SO_4H_2 .
- En días invernales con niebla intensa, se va a producir un verdadero aerosol ácido de efectos perniciosos para el hombre, animales y superficies (contaminación ácida o smog ácido: episodio de Londres de 1952).
- Barcelona, Bilbao, Madrid, en algunos días invernales presentan una contaminación ácida similar a la de Londres.

CONTAMINACIÓN OXIDANTE

- Se produce en situaciones donde existe un clima cálido, soleado, con gran cantidad de coches, teniendo lugar en la atmósfera una cadena de reacciones fotoquímicas con la presencia de NO_x, HC, O₃ y luz intensa, dando lugar a los nitratos de peroxiacilo.
- Este tipo de contaminación oxidante o smog oxidante es más frecuente en verano (Países Bajos, Génova, Los Angeles, Madrid).

EPIDEMIOLOGÍA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- **1/ Fuentes de contaminación:**
 - Naturales.
 - Artificiales (focos móviles y fijos).
- **2/ Mecanismos de transmisión:**
 - Condiciones meteorológicas y topográficas.
 - Inversión térmica.
- **3/ Susceptibles:**
 - Humanos (grupos vulnerables).
 - Animales y plantas.
 - Economía humana.

EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- **Efectos agudos: función directa de la concentración de polucionante.**
- **Efectos crónicos: pequeñas dosis repetidas.**
- **Efectos acumulativos o de sumación.**
- **Es evidente la relación existente entre la contaminación atmosférica y las afecciones broncopulmonares: n° creciente de casos de bronquitis crónica, enfisema, asma, que el médico diagnostica en las grandes aglomeraciones urbanas y la mejoría que experimentan estos enfermos cuando se trasladan de la ciudad al campo y respiran aire puro.**

SINTOMATOLOGÍA

- **Tos, irritación de garganta y ocular, que en el caso de episodios agudos, va a suponer que los enfermos crónicos del aparato cardiorrespiratorio, puedan agravarse sus procesos y a muchos de ellos sobrevenirle la muerte.**
- **Pandemia de cáncer broncopulmonar debido al 3-4 benzopireno en las atmósferas contaminantes y al humo del tabaco inhalado.**
- **[CO] elevadas pueden dar lugar a intoxicaciones agudas al combinarse con la Hb de la sangre dando lugar a la formación de la COHb.**
- **Contaminación oxidante: irritación ocular, inflamación de la córnea, conjuntiva, lacrimales.**
- **SPM < tamaño no retiradas por los conductos nasales, afectan a la células broncopulmonares, incrementándose cuando aparecen con altas [SO₂].**

ACIDIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

- Algunos polucionantes ambientales, después de descargados en la atmósfera por las plantas de producción de energía eléctrica, instalaciones industriales y automóviles son transformados químicamente en compuestos ácidos (precipitaciones ácidas: $\text{ph} < 5,6$).



- La deposición atmosférica seca (predominante zonas próximas foco emisor) o húmeda de estos compuestos, bien secos o como ácidos nítrico y/o sulfúrico en la lluvia o en la nieve, está suponiendo una carga preocupante sobre los bosques, las corrientes de agua y lagos en estas áreas.

PREVENCIÓN DE LA DEPOSICIÓN ÁCIDA Y SUS EFECTOS

- **La prevención de nuevos daños a los ecosistemas requerirá una reducción sustancial en las descargas de estos polucionantes, especialmente SO_2 .**
- **Principales medidas para controlar la deposición ácida y sus efectos:**
 - **Reducir las descargas a la atmósfera de SO_x y NO_x .**
 - **Cuando se trata de los SO_x se pueden reducir las descargas quemando combustibles con menos cantidad de S y en el de los NO_x controlando las emisiones de los automóviles.**

EFEECTO INVERNADERO: CONSECUENCIAS

- **Algunos gases: CO₂, CH₄ y CFCs, están causando un calentamiento de la tierra, ya que se comportan como un filtro en un solo sentido, permitiendo que pase la luz visible e impidiendo que la luz de una longitud de onda mayor se desplace en sentido opuesto (“EFEECTO INVERNADERO”).**
- **Cambios en las precipitaciones y en los niveles de los océanos, podrían ser serias para algunas partes del mundo.**
- **Si bien los países industrializados, especialmente EEUU y Rusia, han sido los mayores emisores de CO₂ en el pasado; actualmente Brasil, China y La India, también figuran como los mayores contribuidores al calentamiento global del planeta.**
- **Solución ideal: rebajar la velocidad de emisión de las [gases del efecto invernadero].**
- **Será difícil conciliar tales medidas de control con las necesidades de la creciente población mundial.**

NECESIDAD DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL

- El efecto invernadero y la disminución de la capa de ozono, pueden ser resueltos a través de una cooperación internacional.
- Promover el uso de fuentes de energía (solar, nuclear) que no producen CO₂.
- El Consejo de Ministros de Medio Ambiente de la Unión Europea (Luxemburgo, 1997), llegó al acuerdo, de adoptar para el año 2005 una reducción, como mínimo, del 7,5% sobre las emisiones de CO₂ y otros gases con efecto invernadero, con respecto a las realizadas en el año 1990.
- Cumbre de Kyoto: se acordó para el 2010 la reducción del 15% de los gases que contribuyen al efecto invernadero.
- Cumbre de Amsterdam (2000): no hubo acuerdo (enfrentadas la postura de la Unión Europea -más restrictiva- con la de Japón, EEUU y Canadá -más permisiva-) de respetar lo acordado en Kyoto.

LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Es el conjunto de acciones legales y técnicas destinadas a prevenir la emisión de los contaminantes a la atmósfera, y a regular las cantidades que pueden ser toleradas.

COMPRENDE:

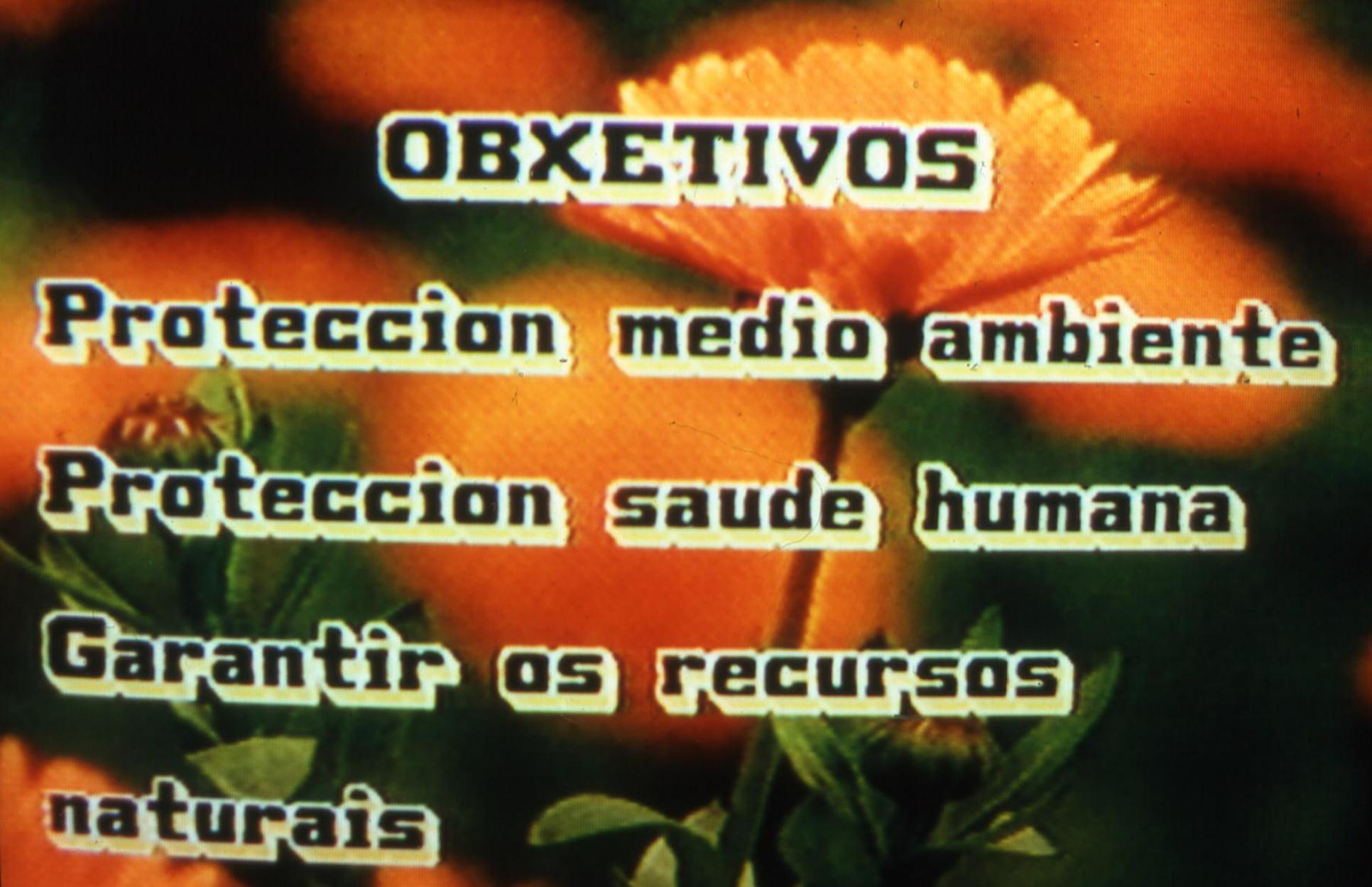
1/ El estudio de las fuentes de contaminación principales.

2/ Los métodos de depuración y eliminación de contaminantes, que pueden ser procesos naturales de depuración en los que influyen principalmente la meteorología y la topografía del terreno.

3/ Los métodos desarrollados por la tecnología para la depuración y eliminación de la contaminación del aire:

a/ Evitar la formación de contaminantes: actuación sobre el proceso generador (cambio de materias primas -disminución S- y modificaciones: equipos y procedimientos.

b/ Medidas para evitar su lanzamiento a la atmósfera: concentrar y retener (equipos depuradores), expulsar y diluir (elevar altura chimeneas, predilución corrientes gaseosas).



OBJETIVOS

Proteccion medio ambiente

Proteccion saude humana

Garantir os recursos

naturais

El objetivo final debe ser la reducción de los contaminantes a los niveles más bajos posibles.

MEDIDA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- 1/ Estudios previos: se analizan fuentes de contaminación, difusión de contaminantes (meteorología y topografía local).**
- 2/ Aparatos de toma de muestra automáticos, semiautomáticos y normales (vigilancia de la contaminación atmosférica).**

MÉTODOS ANALÍTICOS DE LOS CONTAMINANTES EN EL NIVEL DE INMISIÓN

- A/ Por la forma de operación: manuales y automáticos.**
- B/ Por la existencia de solución absorbente (vía húmeda y vía seca).**
- C/ Por el método utilizado: métodos físicos -vía seca- y métodos químicos -vía húmeda-.**

MÉTODOS DE ANÁLISIS DE LOS CONTAMINANTES

- 1/ Métodos de medición:** son aquellos procedimientos que permiten evaluar la concentración de un determinado contaminante atmosférico.
- 2/ Técnicas patrón:** son métodos concretos para cada contaminante y que sirven de referencia y contraste para otras técnicas aplicables.

Las respuestas de estos métodos suelen darse bastante tiempo después de haberse producido la contaminación y la medición.

ANALIZADORES AUTOMÁTICOS

- **Son aquellos instrumentos que además de tomar muestras de aire ambiente, son capaces de detectar y aun registrar los niveles de un determinado contaminante, sea en microgramos/m³ o en ppm, según se determine.**
- **Es necesario disponer de métodos que registren en el momento de generarse la polución el nivel de inmisión (métodos automáticos).**
- **Son de dos tipos: de 1^a generación (vía húmeda) y de 2^a generación (vía seca).**

VENTAJAS DE LOS ANALIZADORES AUTOMÁTICOS

- 1/ En lugares con [altas] rayando lo peligroso e incluso por encima de los límites tolerados, resulta fundamental conocer estas situaciones en el momento que se están produciendo a fin de paliarlas de forma inmediata.**
- 2/ Posibilidad de prever episodios de gravedad mediante el uso de modelos matemáticos adecuados.**
- 3/ Facilidad de tratamiento de la información (comodidad de su almacenamiento).**

REDES DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE

- **Por vigilancia de la calidad del aire se entiende al conjunto de métodos que permiten determinar las características de la atmósfera, especialmente en lo que se refiere a la concentración de contaminantes en el aire, con el fin de satisfacer los criterios de calidad del aire establecidos en los programas de control del aire y en la legislación correspondiente.**
- **Con el fin de conocer la calidad del aire se instalan diversos aparatos (manuales o automáticos) en diferentes lugares de una ciudad, en torno a una industria determinada.**

¿QUÉ ES UNA RED?

- **El conjunto de dichos aparatos constituye lo que se denomina una “RED”, la cual tiene como objetivo prioritario el funcionar como un sistema de vigilancia y control.**
- **En el caso de que el sistema de vigilancia se instale con finalidad de proteger la salud de las personas, la red será de control sanitario de la calidad del aire para conocer la contaminación atmosférica.**
 - **Red Nacional de Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica.**
 - **Red de Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica en Galicia.**

CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE ATMOSFÉRICO

- Lo ideal sería disponer de una serie completa de curvas dosis-respuesta para los distintos contaminantes atmosféricos, para los diferentes efectos y para los distintos tipos de población expuestos.
- Hasta el momento no se han podido reunir esos requisitos para ninguna de las sustancias contaminantes, y aún es más difícil que lleguen a reunirse para las combinaciones de sustancias que con frecuencia se encuentran en el aire ambiente.
- A pesar de este inconveniente se sabe que ciertas concentraciones de contaminantes atmosféricos provocan efectos nocivos sobre la salud.
- El hombre debe ser capaz no sólo de sobrevivir sino también de gozar de la vida.

LEGISLACIÓN COMUNITARIA, ESPAÑOLA Y GALLEGA

- **En la elaboración de las normas de calidad del aire se deben tener en cuenta cuando se lleven a cabo las investigaciones sobre criterios de calidad atmosférica no sólo las concentraciones admisibles de contaminantes sino también la calidad deseable para la atmósfera.**
- **España: obligada a cumplir la directiva madre 96/62/CE y 4 directivas hijas.**
- **La directiva madre y dos de las directivas hijas han sido traspuestas mediante el RD 1073/2002, de 18/10, sobre Evaluación y Gestión de la Calidad del Aire Ambiente en relación con el SO₂, NO₂, NO_x, partículas, Pb, benceno y CO (BOE nº 260, 30/10/ 2002); su correcta aplicación supondrá un esfuerzo notable y la colaboración de todos los implicados en el tema.**
- **Galicia: Ley 8/2002, de 18 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico de Galicia (DOGA, 31/12/2002).**

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

- **El ruido es un problema sanitario-social y medioambiental de primer orden para la vecindad en general, sobre todo en el caso de ciudades grandes y medias.**
- **El ruido no es un polucionante episódico, como tantos otros, pues no aparece en forma excesiva en un intervalo de tiempo y luego desaparece, sino que está presente prácticamente de manera constante.**

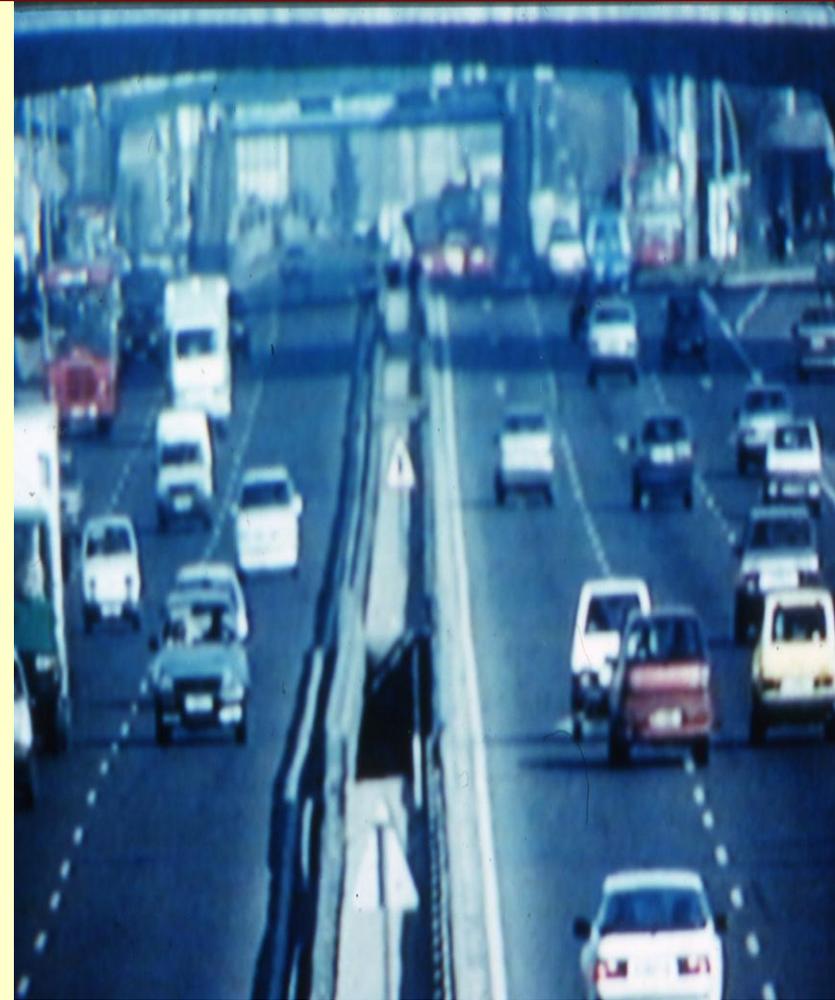
¿QUÉ ES EL RUIDO?

Según KRYTER (autoridad mundial en la materia):

“Energía acústica audible que afecta de manera adversa al bienestar fisiológico-psicológico de las personas”.

¿CUÁLES SON LAS FUENTES DE POLUCIÓN SÓNICA?

- **Tráfico rodado: principal fuente de ruido ambiental.**
- **La industria (ambiente laboral / área circundante).**
- **El tránsito ferroviario y las aeronaves.**
- **La construcción de edificios y obras públicas, el interior de los edificios.**
- **Lugares de diversión: discotecas, verbenas, etc.**



Tráfico rodado urbano

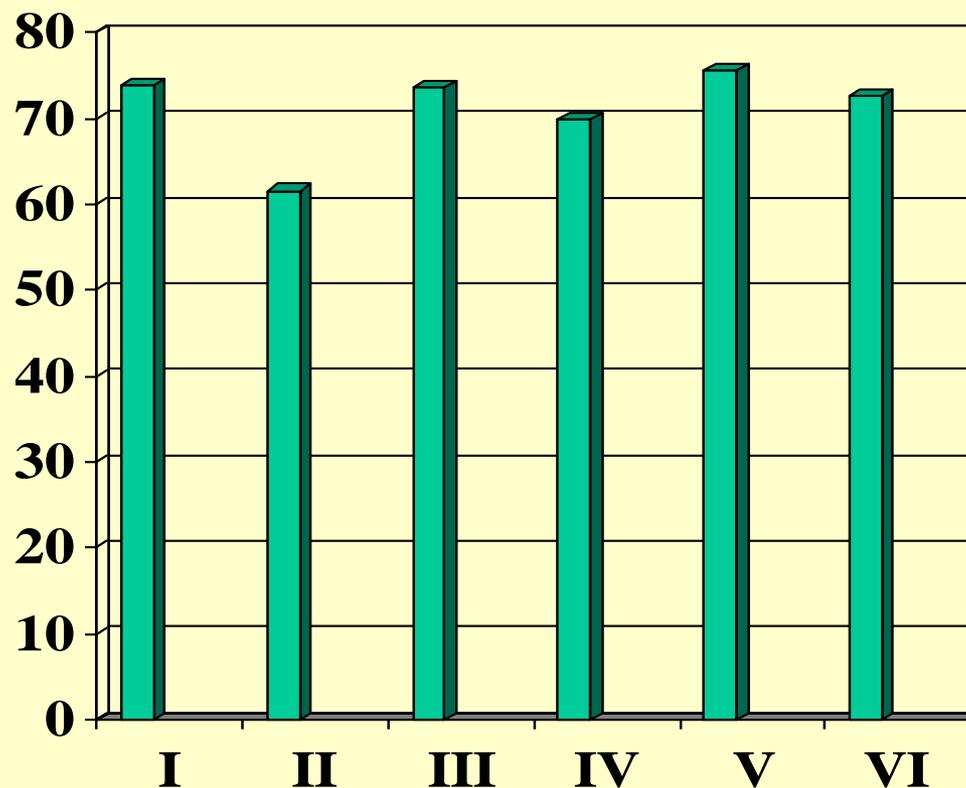
¿CÓMO SE MIDE?

- **Sonómetros:** micrófono, dispositivos para la amplificación y salida de datos (pantalla, dial), circuitos de ponderación (para añadir o restar importancia a los sonidos de determinadas frecuencias).
- **Unidad de medida: [dB]:** son una medida logarítmica de una relación entre dos magnitudes. el uso más extendido es un circuito que se nombra con la ponderación a [dB (A)].
- **Leq (nivel sonoro continuo equivalente):** es un parámetro que está muy difundido para evaluar la exposición prolongada a ruidos.
- **El Leq es una especie de promediación de la energía del sonido.** Su valor se expresa en [dB (A)] (los sonómetros incorporan la medida automática del Leq en un intervalo de tiempo determinado).

NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL EN SANTIAGO DE COMPOSTELA

(Peña Castiñeira, F.J. et al) (1985)

■ 60s Leq dB(A)



¿CÓMO NOS AFECTA?

- **Aparato auditivo.**
- **Desencadena reacciones fisiológicas de stres.**
- **Altera el equilibrio endocrino.**
- **Acelera la respiración.**
- **Provoca efectos circulatorios.**
- **Disminución de la secreción salivar y del peristaltismo intestinal que conduce por ej. al estreñimiento.**
- **Sobre el órgano del equilibrio (perturbaciones y pérdida de equilibrio, así como vértigos).**
- **Altera la función pupilar (dilatando las pupilas) y la visión estereoscópica.**
- **El ruido interfiere con el sueño, ya sea interrumpiéndolo (despertándonos), alterando sus patrones (impidiendo llegar al sueño profundo) o a través de la dificultad para conciliarlo, de tal modo que, en muchos casos, no obtenemos de él la adecuada restitución funcional.**
- **La molestia es la consecuencia más subjetiva y la más extendida de las generadas por ruido.**
- **Efecto del ruido sobre la salud mental (discusión abierta).**

LEGISLACIÓN ACTUAL

- **Ley estatal 37/2003, de 17/11, del Ruido que permite establecer un procedimiento administrativo rápido y eficaz, que de forma eficiente e integradora logre la protección de los ciudadanos contra los efectos nocivos producidos por el ruido, en cualquiera de sus manifestaciones.**
- **Ley gallega de Protección contra la Contaminación Acústica (1997).**

CONCLUSIONES

- **Es imprescindible diseñar estudios que nos permitan identificar en cada caso las distintas fuentes de ruido y los caminos por los que se transmite a la población, evaluar sus repercusiones a corto y largo plazo e idear métodos que faculten en alguna medida su control, de manera que permanezca entre márgenes que puedan considerarse aceptables.**
- **Herramientas: elaboración de mapas sonoros y realización de encuestas dirigidas a obtener la percepción subjetiva del ruido.**
- **Fijando como meta deseable el límite de los [55 dB (A)] de nivel equivalente para el ruido exterior diurno (recomendaciones de la OMS), y si consideramos que en muchas ciudades españolas se han puesto de manifiesto niveles de ruido continuo equivalente bastante altos, con valores medios por encima de los [70 dB (A)], vemos que queda mucho por hacer.**