



Cuaderno de actividades

Menos Ruido



Más Vida

M.^a Dolores Zúñiga Giménez
José Antonio Blanco Arjona
Joaquín García Sousa



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Menos ruido, más vida

Cuaderno de actividades

M.^a Dolores Zúñiga Giménez

José Antonio Blanco Arjona

Joaquín García Sousa



Edita:

Dirección General de Educación Ambiental y Sostenibilidad.
Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Dirección Facultativa:

Ubaldo Rodríguez Martínez y Josefa Isabel Luna Luna.

Autores:

M.^a Dolores Zúñiga Giménez, José Antonio Blanco Arjona
y Joaquín García Sousa.

Diseño Gráfico, Fotografía, Ilustración y Maquetación:

Carmen Pérez Hurtado de Mendoza.

Imprime:

R y C Impresores.

I.S.B.N.: 84-96329-18-6

Depósito Legal:

Índice

PRÓLOGO	5
INTRODUCCIÓN	7
MAPA DE RUIDOS	9
ESCALA DE RUIDOS	17
PAISAJE SONORO	21
ruta de sonidos agradables	25
SILENCIO SE OYE	29
INVESTIGANDO EL RUIDO	31
JUEGO DE SIMULACIÓN	41
MIRANDO EL RUIDO	45
PASATIEMPO	49
ELABORANDO UNA MAQUETA	53

Prólogo

La contaminación ambiental impuesta por los modelos de desarrollo actuales es uno de los graves problemas con que se enfrenta nuestra sociedad. La dualidad contaminación - progreso parece difícil de disociar.

Los países y sus gobiernos empiezan a tomar conciencia de la necesidad de dar respuestas a este complejo problema y establecer medidas.

Este camino no se ha hecho al margen de las presiones de distintos grupos y colectivos sociales sensibilizados.

En los últimos años se ha apreciado un interés creciente de la población hacia objetivos de calidad ambiental.

La formación y la información sobre las causas y efectos del deterioro ambiental y sus alternativas, aparecen como herramientas fundamentales para desarrollar estos objetivos.

La educación ambiental, en todos los ámbitos sociales, es la garantía para el cambio. La escuela aparece como un escenario ideal para iniciar este proceso.

Actualmente, la LOGSE reconoce este valor e introduce la educación ambiental en sus contenidos, dándole un carácter transversal. Pero su aplicación no siempre es fácil. Mientras unos temas se desarrollan adecuadamente, otros son los grandes olvidados. El ruido, su influencia sobre los

seres humanos y el medio ambiente es uno de ellos.

Difícilmente encontraremos un problema más próximo a nuestro entorno cotidiano que tantos efectos nocivos tengan sobre nuestra salud a corto plazo, nos molesta, no lo queremos, pero lo soportamos cual castigo divino.

Al aproximarnos a la problemática del ruido y su tratamiento en el ámbito educativo, hemos comprobado que es un tema útil para abordar desde cualquier área de aprendizaje y que es idóneo para que el alumnado interiorice comportamientos y valores socialmente positivos.

Este trabajo surge como pequeña aportación para iniciar un cambio de rumbo. En él, hemos agrupado y ordenado una serie de contenidos e ini-

ciativas que puedan ser útiles al profesorado para su trabajo en el aula.

Nuestro trabajo ha consistido en buscar, ordenar, y recopilar experiencias e iniciativas previas y darles un cuerpo común, basado en propuestas de acción útiles, que sean a la vez un foco de interés para el alumnado.

El objetivo es ofrecer, en el espacio del aprendizaje escolar, un lugar a la sensibilización sobre el problema que favorezca en el futuro un cambio de actitudes respetuosas con el entorno en que vivimos.

Finalmente decir que este trabajo no hubiera sido posible sin la iniciativa de la Dirección General de Educación Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y el especial empeño de Ubaldo Rodríguez Martínez y Josefa Isabel Luna Luna.

Introducción

A través de las actividades desarrolladas en este cuaderno queremos dar un paso más en el camino de la sensibilización ciudadana y la toma de conciencia que nos permita asumir responsabilidades en la problemática del ruido ambiental.

Están enfocadas sobre todo para su aplicación dentro de la E.S.O., pero también se pueden interpretar libremente como ideas o sugerencias y adaptarlas a otros niveles educativos.

Hemos procurado acercar estas actividades a los ámbitos cotidianos más próximos al alumnado para así facilitar la comprensión de la existencia de mecanismos y actitudes capaces de reducir el nivel de ruido que

emitimos. Entender que en este proceso todos, en mayor o menor medida, somos protagonistas.

La mayoría de las actividades están enfocadas desde una perspectiva de transversalidad, ya que el tema lo favorece y consideramos la forma idónea de desarrollar estos aprendizajes.

También están orientadas desde una perspectiva de actividad grupal, dentro y fuera de la escuela, porque consideramos que la contribución personal a una causa común y la resolución colectiva de problemas, es un buen método para desarrollar actitudes positivas y de mejoramiento personal.



Chandra Datta 2014

Zona hospitalaria

Mapa de ruidos

Polígono industrial

Parque

Zona residencial

Pista de Cars

Rojo	80-110dB
Naranja	65-80 dB
Amarillo	50-65 dB
Verde	35-50 dB
Azul	0-35 dB



Mapa de ruidos

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Matemáticas.
- Ciencias de la naturaleza.

PLANTEAMIENTO GENERAL

El ruido ambiental es un problema muy presente en nuestra vida cotidiana a consecuencia de actividades productivas (industria y comercio), actividades de comunicación, convivencia y ocio. Este ruido producido por nosotros y nuestras acti-



vidades llega a interferir negativamente en nuestra calidad de vida, por lo que se hace necesario encontrar un consenso entre los puntos anteriormente citados.

Para ello es necesario conocer todas las fuentes emisoras de ruido que se encuentran en nuestro entorno y buscar medidas que disminuyan la cantidad de ruido emitido, además de otras medidas que eviten que el mismo ruido emitido llegue hasta nuestros oídos con su máxima intensidad (aislamiento acústico y medidas de control).

La realización de un mapa de ruidos, identificando las fuentes de ruido y su intensidad, puede ser una buena herramienta de aprendizaje.

DESARROLLO

Mapa de ruidos en el centro escolar:

Para el desarrollo de esta actividad es necesario distribuir al alumnado por grupos. Acompañados del sonómetro u otro instrumento de medida harán las diferentes mediciones del nivel de ruido en las distintas áreas del centro educativo. Para ello nos apoyaremos en un mapa del centro (donde identificaremos posteriormen-



te las diferentes zonas sonoras), habiendo establecido previamente una escala sonora.

Dicha escala se puede establecer asignando colores diferentes a los distintos rangos de sonido:

COLOR ROJO:

Nivel sonoro de 80 a 110 dB.

COLOR NARANJA:

Nivel sonoro de 65 a 80 dB.

COLOR AMARILLO:

Nivel sonoro de 50 a 65 dB.

COLOR VERDE:

Nivel sonoro de 35 a 50 dB.

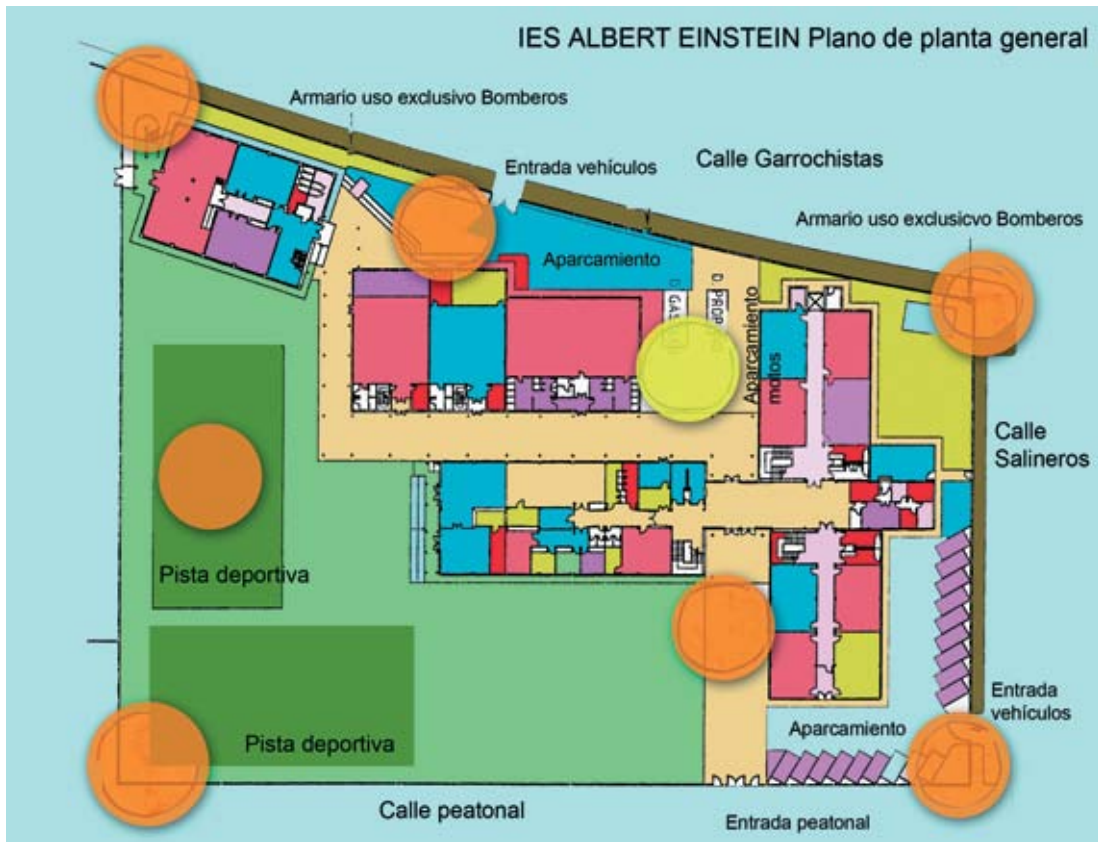
COLOR AZUL:

Nivel sonoro de 0 a 35 dB.



MATERIALES

- Bolígrafo.
- Lápiz y goma de borrar.
- Cuaderno de campo.
- Rotuladores.
- Mapa de la zona a estudiar.
- Sonómetro.
- Calculadora.



Mapa de ruidos en el entorno del centro escolar:

- **A corto plazo:** Una sola salida del centro.
- **A largo plazo:** Varias salidas del centro:
 - * A diferentes horas.
 - * En diferentes días.
 - * En diferentes zonas.
 - Industriales
 - Comerciales
 - De ocio
 - Residencial
 - Vías de comunicación

Para la realización de estas actividades es necesario el uso de un sonómetro. Si no se dispone de este aparato, se pueden hacer mediciones con otros aparatos alternativos o establecer escalas aproximadas según rango de intensidad del sonido (ambiente silencioso, aceptable y molesto)

Para el estudio sonoro se marcarán una serie de puntos que distribuiremos en el mapa según un método



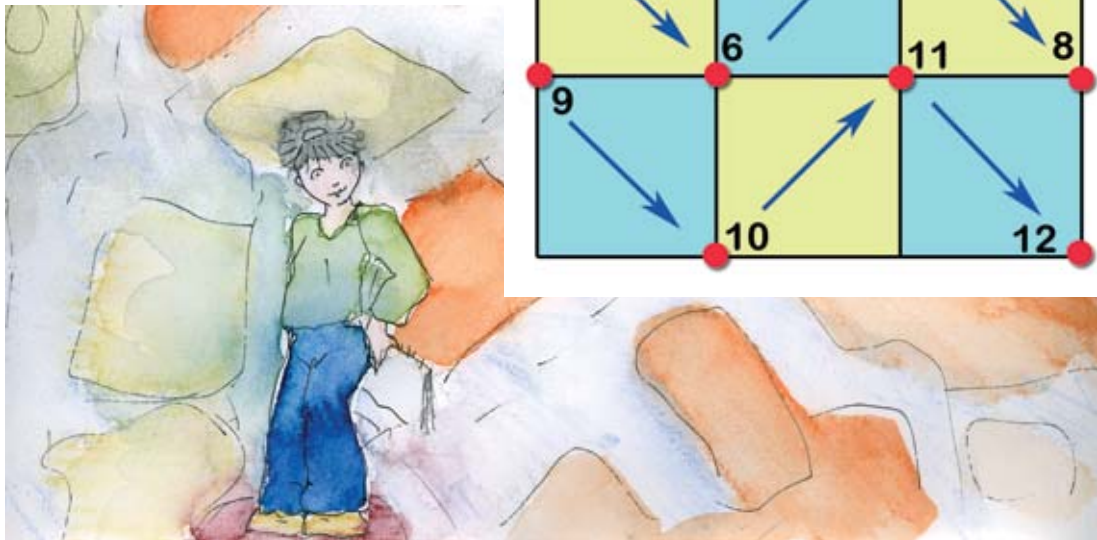
preestablecido. Nosotros proponemos tres métodos de estudio del nivel sonoro en diferentes zonas urbanas atendiendo a la distribución de las calles:

1. **Distribución regular.**
2. **Distribución irregular.**
3. **Distribución radial.**

METODO 1º: Mapa de ruidos de una zona urbana con distribución regular de sus calles.

Lo utilizaremos en zonas urbanas con distribución regular de las calles. Utilizaremos un mapa de la zona objeto de estudio y lo dividiremos mediante una cuadrícula en la que cada una de sus divisiones o cuadros mida aproximadamente 100 m x 100 m. (Distancia real) Para hacer esta división sobre el mapa es necesario que se tenga en cuenta la escala del mapa ($E = \text{Dibujo} / \text{Realidad}$).

El sistema de medición lo podemos realizar según la pauta indicada en el dibujo adjunto, considerando los puntos en rojo como puntos de medición y las flechas azules el sentido de la medición.



MÉTODO 2º: Mapa de ruidos de una zona urbana con distribución irregular de sus calles.

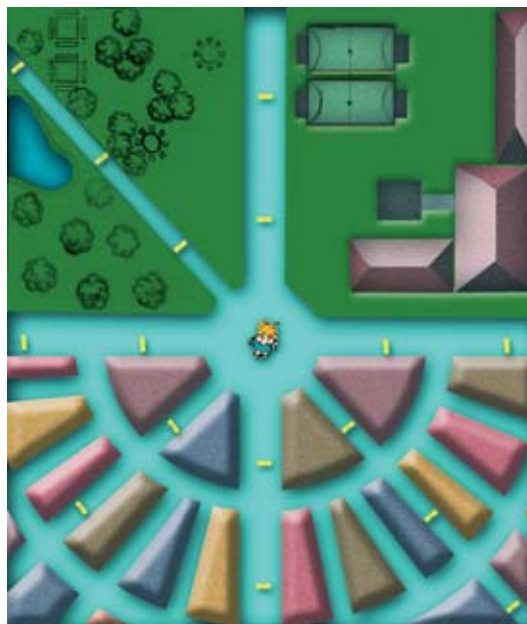
Para distribuir los puntos según este método seguiremos la línea de trazado de la calle, tomando puntos cada 100 metros y que el primer punto de cada calle coincida con una esquina.



— — Puntos de muestreo
100 m

MÉTODO 3º: Mapa de ruidos de una zona urbana con distribución radial de sus calles.

Se utilizará este método cuando la zona a medir coincida con una plaza o rotonda de la que partan de forma radiada diferentes números de calles. El primer punto a tomar en cada calle coincidirá con la esquina más próxima a la plaza o rotonda, siguiendo el método de igual manera al de la distribución irregular de calles.





RESULTADOS

Representación gráfica:

Una vez medido el nivel sonoro de cada uno de los puntos predeterminados, se procederá a su representación gráfica. Para ello utilizaremos el mapa en el que se han marcado los puntos y se trazarán líneas que unan los puntos de igual nivel sonoro, de esta manera el mapa quedará subdividido en zonas delimitadas por curvas de nivel sonoras.

Previamente, en ambas actividades, se habrá establecido una escala sonora, quedando representado cada intervalo de sonido por un color.

Posteriormente y teniendo en cuenta esta escala de sonidos trasladaremos al mapa los colores y de esta forma obtendremos una repre-



sentación visual de las diferentes zonas sonoras que tenemos en el lugar de la medición.

Será interesante la exposición de los resultados obtenidos y su conocimiento por toda la comunidad escolar, sobre todo las actividades relacionadas con el ruido en el centro educativo.

Se pueden proponer objetivos de disminución de ruido y hacer un seguimiento posterior, para comprobar si se han conseguido.

OTRAS ACTIVIDADES

Comparación de diferentes niveles acústicos: Estudio comparativo de normativa vigente, posibles fuentes de ruidos y efectos del ruido con determinados niveles acústicos medidos en un

lugar concreto. (Normativa en el ámbito de Andalucía y búsqueda de normativas municipales, ordenanzas, etc.)

Escala de ruidos: Esta actividad se encuentra desarrollada en esta colección de actividades.

OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- Aplicación en el terreno concreto de conceptos relacionados con física del sonido y contaminación acústica.

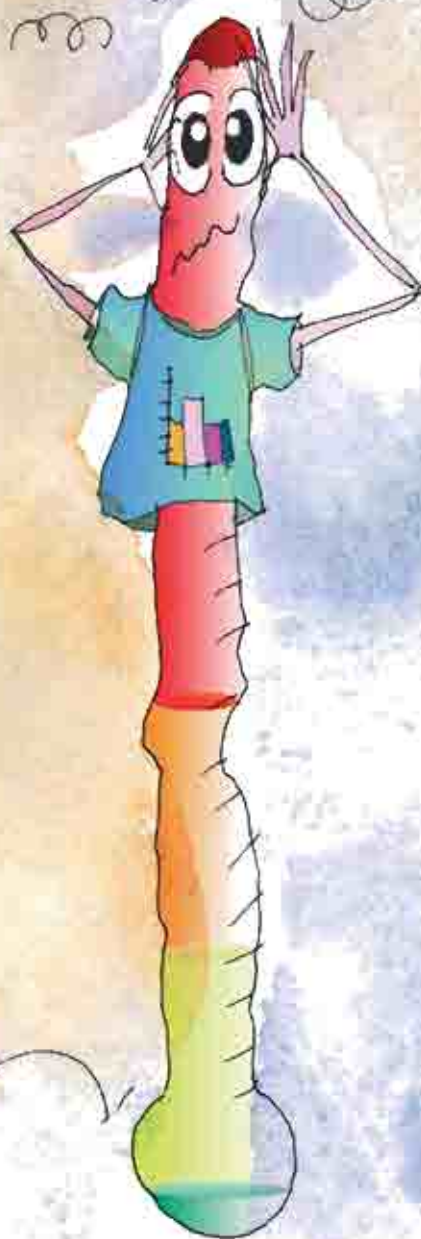
Procedimentales:

- Elaboración de mapas acústicos de una zona determinada.
- Desarrollo de procedimientos útiles para la fijación de conocimientos: investigación de campo, interpretación de mapas, elaboración de tablas y gráficas, manejo de instrumentos de medida...

Actitudinales:

- Toma de conciencia del problema medioambiental que supone el ruido y reconocimiento de los puntos calientes en cuanto a ruido se refiere, que afectan al alumnado y su entorno.
- Toma de conciencia de la influencia humana sobre la contaminación acústica, al extraer conclusiones de la comparación de los datos obtenidos y los valores de referencia que expresan su nocividad.

Escala de ruidos



120

100

80

60





Escala de ruidos

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Ciencias de la naturaleza.
- Educación Plástica y visual.

PLANTEAMIENTO GENERAL

Se trata de acercar al alumnado al problema del ruido. Para ello confeccionaremos una escala de ruidos en la que aparezcan por orden de mayor a menor intensidad, las fuentes más representativas de cada nivel. De esta manera se facilitará al alumnado la equivalencia en decibelios (dB) que produce cada fuente de ruido.

CONTENIDOS TEÓRICOS RELACIONADOS

- *Introducción al problema del ruido*
- *Física del Sonido.*
- *Fuentes de ruido.*

DESARROLLO

Para la introducción de la actividad podemos partir de los temas recogidos en el cuaderno de apoyo relacionados sobre todo con problemática del ruido y física del sonido o de los contenidos curriculares que el profesorado considere adecuados.



Escala de ruidos

Posteriormente se abordará la elaboración por grupos de la escala de sonidos, en la que aparecerá el valor en decibelios (dB) y la fuente más representativa de ese valor representada mediante dibujos, fotos, etc.

Los valores de las fuentes los podremos conseguir midiendo con un sonómetro los niveles de presión acústica de las diferentes fuentes que queramos incluir en la escala.

Si no dispusiéramos de un sonómetro con el que poder medir los so-

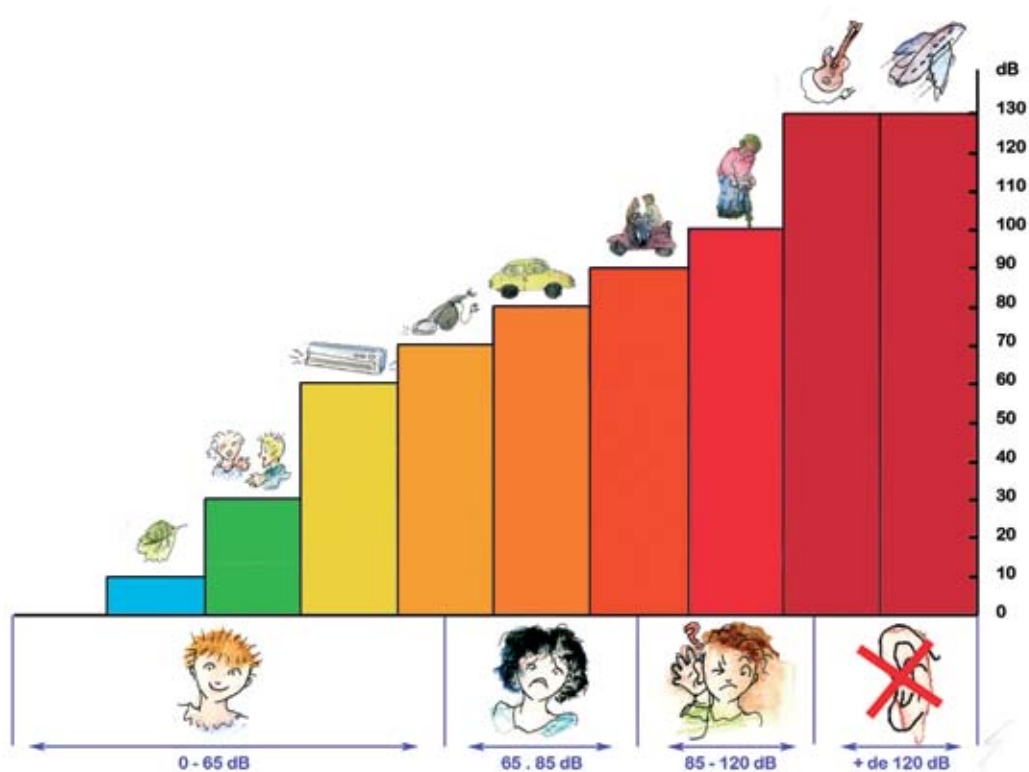


nidos de las fuentes, a continuación aparecen algunos sonidos y fuentes de ruido con el nivel de presión acústica correspondiente.

Algunos sonidos y sus niveles de presión acústica:

Pájaros trinando: 10 dB
Rumor de hojas de árboles: 20 dB
Zonas residenciales: 40 dB
Conversación normal: 50 dB
Ambiente oficina: 70 dB
Interior fábrica: 80 dB
Tráfico rodado: 85 dB
Martillo neumático: 100 dB
Avión: 130 dB

Una vez que tengamos los niveles de presión acústica de las fuentes o sonidos escogidos, haremos una escala de mayor a menor o viceversa y le adjuntaremos una imagen del sonido o fuente a la que corresponda cada nivel. Esas imágenes las podremos conseguir de diversas maneras, ya sea dibujándolas, mediante recortes de revistas o incluso fotografiándolas. Lo ideal sería hacer un cartel con dicha escala.



RESULTADOS

Cuando los diferentes grupos hayan terminado los carteles con las escalas sónicas se elegirán los mejores y se expondrán posteriormente.

MATERIALES

- Sonómetro (si se dispone de él).
- Material escolar.
- Material para hacer un cartel.
- Cuaderno de apoyo.



OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- El ruido y su medida.
- El decibelio, unidad de presión acústica.
- Fuentes de ruido.

Procedimentales:

- Utilización de un instrumento de medida del sonido (sonómetro).
- Elaboración y realización de gráficos de datos físicos.
- Elaboración y búsqueda de sopor-tes gráficos.

Actitudinales:

- Reconocimiento y valoración de las fuentes de ruido y su repercusión en el ser humano.
- Toma de conciencia de la dimensión real del ruido.
- Flexibilidad, solidaridad, interés y tolerancia, al relacionarse con otras personas y participar en actividades de grupo, superando inhibiciones y prejuicios y rechazando discriminaciones debidas a características personales o sociales.

Paisaje sonoro





Paisaje sonoro

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Ciencias Naturales.
- Ciencias Sociales.

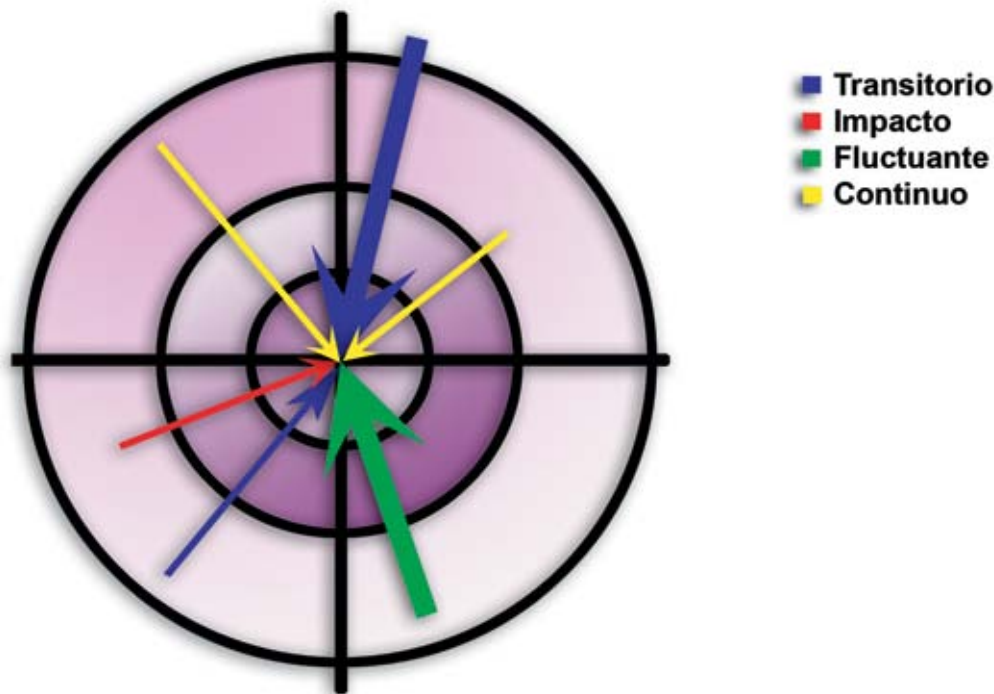
PLANTEAMIENTO GENERAL

Lo que se persigue es que el alumnado tome conciencia de la cantidad de sonidos que nos rodean. Entre ellos distinguirán los molestos y los agradables. También se pretende diferenciar sonidos con diferentes intensidades, frecuencias, además de su evolución temporal, es decir, de la frecuencia de aparición de los mismos. Se trata de observar los sonidos que se captan en un lugar durante un tiempo determinado.



DESARROLLO

En primer lugar sería conveniente introducir la problemática del ruido ambiental en sus dos vertientes: efectos sociales y efectos sobre la salud humana. Después convendría aclarar a los alumnos cómo se mide un sonido y sus unidades, y los tipos de ruidos que hay (continuo, fluctuante, de



impacto o transitorio), esto lo encontraremos en la parte de "Física del Sonido" del cuaderno de apoyo. En el mismo cuaderno aparecen las fuentes de ruido, que sería interesante conocer.

Durante un tiempo determinado iremos anotando, los sonidos que oigamos, en un eje de coordenadas, de tal manera que en el centro del

eje de coordenadas quedaríamos nosotros. Iremos representando, mediante una flecha más o menos grande, la intensidad del sonido, indicando la dirección de la que proceda y mediante un color, previamente establecido, distinguiremos si es continuo, fluctuante, de impacto o transitorio. También podríamos incluir en el eje de coordenadas a que distancia aproximada se produjo cada sonido.



RESULTADOS

Se hará una puesta en común de los sonidos que cada uno haya oído y se verificará si realmente se ha señalado correctamente cada sonido con su color. Una vez terminada la actividad, propondríamos a los alumnos y alumnas que elaboraran una

lista de las fuentes de ruido más frecuentes y lo relacionarán con los efectos sobre el ser humano.

MATERIALES

- Cuaderno de apoyo.
- Material escolar.





OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- Ruido y tipos de ruidos.
- Fuentes principales de ruido.
- Efectos del ruido.

Procedimentales:

- Interpretación y elaboración de gráficas sobre datos físicos del medio natural.

Actitudinales:

- Reconocimiento y valoración de las fuentes de ruido y su repercusión en el ser humano.
- Toma de conciencia de la dimensión real del ruido.

A vibrant watercolor illustration of a landscape. The scene features rolling hills in shades of orange, red, and green. A winding path or road cuts through the landscape, with small trees and bushes along its edges. In the upper left corner, a bright yellow sun with rays is visible. The overall style is soft and artistic, with blended colors and visible brushstrokes.

Ruta de sonidos agradables



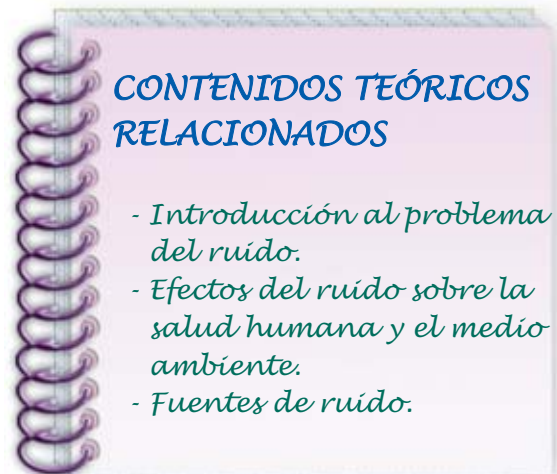
Ruta de sonidos agradables

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Ciencias Sociales.
- Plástica.
- Educación Física.
- Lengua y Literatura.

PLANTEAMIENTO GENERAL

Esta actividad plantea la elaboración de una guía o itinerario en la que queden reflejados los sonidos agradables (deseados o positivos) de un determinado lugar, como puede ser un municipio, comarca, región, paraíso natural, etc., como contrapunto a los ruidos a los que estamos expues-



tos habitualmente y que por sus molestias no deseamos. De esta manera los alumnos y alumnas elaborarían un itinerario de sonidos de los que poder disfrutar. Esta actividad los acercará a la problemática del ruido al poder contrastar sonidos agradables con ruidos.

DESARROLLO

Esta experiencia la podemos desarrollar tanto dentro del aula como fuera de ella. Lo ideal sería que se hiciera una salida hacia la zona elegida para hacer la ruta sonora. Una vez allí organizaremos la visita de la zona por grupos de trabajo que irían buscando lugares en los que oigan algún sonido o conjunto de sonidos peculiares que les resulten agradables (sonidos de agua, de hojas moviéndose por el viento, pájaros piando, etc.). La zona de la que se haría la ruta puede variar en extensión, es decir, puede ser tanto de un único lugar como de un conjunto de lugares más o menos alejados.

Cada grupo iría provisto de un mapa o plano de la zona, que si no existiera podríamos elaborar nosotros mismos, y se irían anotando esos lugares en él, asignando a cada lugar un número. Después marcaríamos el itinerario o ruta uniendo los puntos señala-



dos en el mapa, decidiendo el punto de partida y el final de la ruta.

Paralelamente a la elaboración del mapa, haríamos unas fichas, con una numeración correspondiente a los puntos del mapa, con la descripción de los lugares de interés sonoro que hayamos señalados en él, reseñando lo que nos encontraremos allí (descripción del lugar, de los sonidos y la fuente de los mismos).



En las fichas reflejaríamos los siguientes apartados:

- Nombre del lugar.
- Localización (municipio al que pertenece).
- Descripción física del sitio.
- Descripción sonora del sitio.
- Curiosidades del lugar.
- Cómo llegar.
- Fotografía o dibujo del sitio.

Aparte del itinerario y las fichas, podríamos grabar los sonidos mediante cualquier dispositivo e incluir la grabación de los sonidos de la ruta en el trabajo.

Posteriormente agruparíamos esas fichas en un fichero, para mayor comodidad y utilidad. De esta manera tendríamos la ruta sonora en el mapa y el fichero con las fichas descriptivas complementarias a dicha ruta. En las fichas descriptivas podríamos incluir fotos del lugar en cuestión.

Como dijimos anteriormente también se puede hacer la actividad dentro del aula, en la que propondríamos

al alumnado elaborar la guía sonora antes descrita pero de un lugar conocido por todos, como podría ser su propia localidad.

RESULTADOS

Mediante una puesta en común, cada grupo, presentará al resto de compañeros el resultado de su trabajo, explicando cada uno de los lugares elegidos para su ruta sonora.

MATERIALES NECESARIOS

- Mapa o plano del lugar.
- Cámara de fotos si se van a incluir fotos en las fichas.
- Sistema de grabación de sonidos (si interesase).
- Cuaderno de apoyo.
- Material escolar.

OTRAS ACTIVIDADES

Elaborar otra ruta: Elaborar otra ruta pero esta vez de sonidos molestos, desagradables o ruidos. En esta ocasión el itinerario podría transcurrir por nuestro municipio.

OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- Diferenciación objetiva y subjetiva de sonido agradable y ruido.

Procedimentales:

- Trabajo de campo e investigación.
- Elaboración de un fichero.
- Reconocimiento y trazado de un itinerario sobre planos o mapas con indicación de distancias entre distintos puntos.
- Planificación y realización de actividades en el medio natural.

Actitudinales:

- Sensibilización sobre el problema del ruido mediante la valoración de los sonidos agradables que nos rodean y enfrentarlos a los molestos ruidos.
- Valoración de la importancia de un ambiente sin ruidos y la calidad de vida y rechazo a las actividades ruidosas contaminantes.

Silencio se oye





Silencio se oye

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Ciencias Sociales.
- Ciencias Naturales.

PLANTEAMIENTO GENERAL

Se propone que oigamos los sonidos cotidianos más importantes, tanto agradables como desagradables, y que seamos conscientes de la frecuencia con la que aparecen estos sonidos, para crear una conciencia en el alumnado de la problemática de los sonidos indeseados, es decir, ruidos, y debatir las posibles alternativas para rebajar la intensidad de los mismos ó incluso su erradicación, proponiendo medidas de control.

CONTENIDOS TEÓRICOS RELACIONADOS

- *Problemática social del ruido.*
- *Efectos del ruido sobre la salud humana y el medio ambiente.*
- *Fuentes de ruido.*

DESARROLLO

Previo a la actividad, introduciremos el problema del ruido y sus efectos sobre el ser humano a través de distintos documentos. Después convendría aclarar a los alumnos y alumnas las fuentes de ruido existentes. Tanto las fuentes como los efectos los encontraremos en el cuaderno de apoyo.



La actividad consiste en guardar unos minutos de silencio anotando los sonidos que oigamos, tanto los que nos parezcan más llamativos o simplemente molestos, como también aquellos que sean agradables. Haremos una lista con estos sonidos, señalando el sonido que hayamos oído, su intensidad y su frecuencia de aparición, es decir, si es continuo, fluctuante, transitorio o de impacto.

RESULTADOS

Se hará una puesta en común en la que cada alumno o alumna dirá los sonidos que le han llamado la atención. Cuando tengamos los sonidos que los

alumnos hayan anotado se verán las fuentes de ruido que aparecen con más frecuencia, y se inducirá a los alumnos a que imaginen medidas de control para esas fuentes de ruidos.

MATERIALES

- Material escolar.
- Cuaderno de apoyo.



OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- Concepto de ruido, fuentes y efectos del ruido.

Procedimentales:

- Permanecer en silencio analizando los diferentes sonidos que oigamos y comunicación de resultados mediante la redacción de informes y realización de debates.

Actitudinales:

- Toma de conciencia de la cantidad de sonidos de los que estamos rodeados y a los que estamos expuestos, valorando la dimensión real de la problemática del ruido.

Investigando el ruido





Investigando el ruido

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Ciencias Sociales.
- Matemáticas.
- Educación Plástica y visual.

PLANTEAMIENTO GENERAL

Se pretende conseguir que el alumnado haga un trabajo de investigación, sobre la repercusión social del ruido, para averiguar hasta que punto la sociedad es consciente de la dimensión real del problema, si existen normativas eficaces contra el ruido y si esas normativas se cumplen en la práctica. Con este estudio social del ruido, además, se busca la sensibilización de los alumnos y alumnas ante los problemas que el ruido provoca en las personas.

CONTENIDOS TEÓRICOS RELACIONADOS

- Fuentes emisoras y medidas de control.
- Efectos del ruido.
- Contaminación en el entorno urbano.
- La influencia ambiental en la organización social.
- Factores y elementos de socialización.
- Planificación urbana.

DESARROLLO

Introduciremos la actividad a partir de un estudio de la problemática del ruido, sus efectos y sus fuentes. Posteriormente, también a modo de introducción, podríamos incluir una experiencia llamativa sobre el ruido. (Ofrecimiento de información).



Para conseguir la valoración que la sociedad hace del ruido, haremos una serie de encuestas realizadas en el ámbito educativo y ciudadano, que irán dirigidos al alumnado, profesorado, policía local o autoridad competente en ruido, empresas relacionadas con actividades de repercusión acústica, centros sanitarios, ciudadanos, etc. Para la elaboración de estas encuestas se adjuntan unos cuestionarios orientativos, que nos facilitarán el trabajo.

Una vez elaborado el cuestionario, realizaremos las encuestas. Para ello se puede dividir la clase en grupos y cada uno de ellos encuestará a los distintos colectivos a los que van dirigidas. También puede hacerse individualmente a cada colectivo.

Realizadas las encuestas se procede al tratamiento de la información recogida. Con los datos obtenidos elaboraremos porcentajes con las respuestas a las cuestiones de cada tipo de encuesta. La exposición de

los resultados podría realizarse mediante representaciones gráficas y para ello sería muy útil el uso de algún programa informático.

RESULTADOS

Ya con los resultados sobre la mesa valoraremos los datos obtenidos, debatiendo y analizando en clase las conclusiones oportunas que se extraen de cada cuestión. Una vez analizadas las conclusiones, es interesante divulgar aquellas que nos parezcan más interesantes (mediante carteles, collages, etc.) e incluso el estudio completo en forma de dossier (presentado en formato escrito o audiovisual). Pasado un tiempo se pueden realizar nuevos cuestionarios y comparar los resultados.

MATERIALES

- Material escolar.
- Cuaderno de apoyo.
- Cuestionarios.
- Calculadora.



CUESTIONARIO (Alumnado)

¿Consideras tu aula ruidosa?

Mucho ☐ Regular ☐ Poco ☐ Nada ☐

¿De dónde procede el ruido de tu aula?

Del exterior por el tráfico ☐
 Del exterior por otras personas ☐
 De otras aulas o espacios del centro ☐
 De los propios compañeros/as ☐

El ruido en clase:

Te produce dolor de cabeza ☐
 No te deja escuchar bien al profesor/a ☐
 Te pone nervioso/a ☐
 Dificulta la explicación del profesor/a ☐
 Te distrae ☐

¿Te molesta el ruido fuera del ambiente escolar?

Mucho ☐ Regular ☐ Poco ☐ Nada ☐

¿Cómo clasificarías el ambiente de tu clase?

Muy ruidoso ☐ Ruidoso ☐
 Poco ruidoso ☐ Nada ruidoso ☐

¿Te molesta el ruido para concentrarte en el estudio?

Mucho ☐ Regular ☐ Poco ☐ Nada ☐

¿Visitas ambientes ruidosos?:

Diariamente ☐ Semanalmente ☐
 Mensualmente ☐ Nunca ☐

¿Eres consciente de los efectos auditivos perjudiciales que el ruido provoca sobre la salud?

Sí ☐ No ☐

Enuméralos:

¿Eres consciente de los efectos no auditivos perjudiciales que el ruido provoca?

Sí ☐ No ☐

Enuméralos:



CUESTIONARIO (Profesorado)

Considera las aulas del centro:

Ruidosas ☐ Poco ruidosas ☐

Muy ruidosas ☐ Nada ruidosas ☐

Considera las aulas del centro:

Con buenas condiciones acústicas ☐

Con aceptables condiciones acústicas ☐

Con malas condiciones acústicas ☐

¿Cuáles son las principales fuentes de ruido en el aula?

Fuentes exteriores al centro ☐

Alumnos/as del aula ☐

Alumnos/as de fuera del aula ☐

Otras ☐

El ruido en clase:

Le produce dolor de cabeza ☐

Le obliga a elevar el tono de voz ☐

Le pone nervioso/a ☐

Dificulta la comunicación ☐

Le distrae ☐

Impide desarrollar su actividad ☐

Considera que el ruido en el ambiente escolar influye negativamente en su salud:

Sí ☐ No ☐

De que manera:

En el aparato fonoarticulador ☐

En la actividad intelectual ☐

En el aparato cardiocirculatorio ☐

Calidad y ritmo del sueño ☐

En el aparato digestivo ☐

Estado psicológico general ☐

Para disminuir los niveles de ruido ambiental que medidas considera más eficaces:

Legislación y aplicación sancionadora ☐

Educación y mentalización ciudadana ☐

¿Considera interesante introducir la problemática del ruido ambiental en la didáctica del aula?

Interesante ☐

Poco interesante ☐

Muy interesante ☐

Nada interesante ☐



¿Es consciente de los efectos auditivos perjudiciales que el ruido provoca sobre la salud?

Sí ☐ No ☐

Enumérelos:

¿Es consciente de los efectos no auditivos perjudiciales que el ruido provoca?

Sí ☐ No ☐

Enumérelos:

CUESTIONARIO (Ciudadanos)

¿Cree usted que esta es una buena zona para vivir?

Buena	☐	Mala	☐
Muy buena	☐	Muy mala	☐
Regular	☐	N/C	☐

¿Cree usted que ésta es una zona tranquila y sin ruidos?

	Día	Noche
Bastante tranquila	☐	☐
Muy tranquila	☐	☐
Algo tranquila	☐	☐
Poco tranquila	☐	☐
Nada tranquila	☐	☐

¿Qué cantidad de ruido soporta su vivienda?

	Día	Noche
Mucho	☐	☐
Bastante	☐	☐
Algo	☐	☐
Poco	☐	☐
Nada	☐	☐

¿Le molesta el ruido en su hogar?

	Día	Noche
Mucho	☐	☐
Bastante	☐	☐
Algo	☐	☐
Poco	☐	☐
Nada	☐	☐



Investigando el ruido

¿Qué ruidos les resultan más molestos?, los producidos por:

- Autobuses y camiones ☐
- Aparatos de radio y/o televisión ☐
- Coches ☐
- Bares y discotecas ☐
- Motos ☐
- Talleres y fábricas ☐
- Voces, gritos ☐
- Otros ☐

¿Ha tomado alguna medida para reducir el ruido en su hogar?

Sí ☐ No ☐

Enumérelas:

¿Sabe si el ayuntamiento tiene alguna normativa sobre limitación de ruidos?

Sí ☐ No ☐

¿Ha realizado usted o algún miembro de su familia alguna denuncia por ruidos?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

¿Es consciente de los efectos auditivos perjudiciales que el ruido provoca sobre la salud?

Sí ☐ No ☐

Enumérelos:

¿Es consciente de los efectos no auditivos perjudiciales que el ruido provoca?

Sí ☐ No ☐

Enumérelos:



CUESTIONARIO (Centros sanitarios y hospitalarios)

¿Considera que el ruido ambiental es un problema que puede afectar a la salud pública?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

¿Se quejan los pacientes de problemas de salud, tanto físicos como psíquicos, relacionados con el ruido ambiental?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

¿Tienen conocimiento de empresas o zonas en las que el ruido puede suponer un riesgo para la salud?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

¿Han realizado alguna actividad sanitaria en relación con esta problemática?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

¿Han realizado alguna campaña para prevenir dolencias o enfermedades provocadas por ruidos?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

¿Conoce la normativa sobre ruidos relacionada con las áreas de uso sanitario?

Sí ☐ No ☐

¿Se cumple la normativa sobre ruidos máximos permitidos en éste hospital/centro sanitario?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

¿Se han tomado medidas tanto a nivel constructivo, como de funcionamiento para reducir los niveles de ruido en el centro sanitario?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

Enúncielas:

¿Mejoraría la salud de los pacientes si se pudiera garantizar un ambiente silencioso?

Mucho ☐

Algo ☐

Poco ☐

Nada ☐



CUESTIONARIO (Jefatura de Policía o autoridad competente)

¿Presentan los ciudadanos quejas o denuncias sobre ruidos?

Sí ☐ No ☐

Si se producen, ¿son frecuentes?

Poco frecuentes ☐

Frecuentes ☐

Muy frecuentes ☐

¿Sobre que actividades se refieren estas quejas o denuncias normalmente?

Tráfico ☐

Obras y maquinaria ☐

Producidas por vecinos ☐

Bares / discotecas ☐

Otras ☐

¿Toma medidas el ayuntamiento para aplicar la normativa sobre ruidos?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

Enumérelas:

¿ Ha realizado el ayuntamiento alguna actividad de concienciación sobre el ruido?

Sí ☐ No ☐ N/C ☐

¿Qué medida considera más eficaz para reducir el ruido en la ciudad?

Planificación urbanística ☐

Educación y mentalización ciudadana ☐

Medidas de reducción y

racionalización del tráfico rodado ☐

Controles y sanciones ☐

Otras... ☐



OTRAS ACTIVIDADES

El ruido en la historia: Investigación de la evolución histórica del ruido ambiental, es decir, cuándo se empezó a tener conciencia del ruido como problema social y como ha sido esa evolución, quienes promulgaron las primeras leyes sobre ruido...

Realización de carteles: Elaboración de carteles, collages, etc, enfrentando ambientes de sonidos no deseados y agradables y sus efectos sobre la salud, y representado los datos obtenidos en el estudio social del ruido.

Realización de vídeos: Sobre fuentes de ruido en el centro escolar y en el barrio. Realización de un vídeo del estudio social realizado, incluyendo el proceso, la recopilación de información y su valoración y difusión.

Realización de visitas a centros laborales de alto impacto acústico: Visita a un centro laboral de alto impacto acústico para comprobar las medidas de control del ruido, tanto a nivel personal como a nivel estructural.





OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- Adquirir los conceptos de ruido, sus fuentes y sus efectos.
- Adquisición de conceptos sobre organización social y planificación urbana, y la influencia de los factores ambientales en su desarrollo y evolución.

Procedimentales:

- Desarrollo de habilidades de comunicación y de procedimientos de investigación social a través de la elaboración y ejecución de encuestas o cuestionarios, así como la valoración posterior de los mismos.
- Representar gráficamente datos de interés mediante algún programa informático.

Actitudinales:

- Adquisición de valores que favorezcan la calidad en la comunicación y en las relaciones sociales, al valorar los aspectos negativos del ruido ambiental en estos procesos.
- Despertar la preocupación por el valor y la necesidad de una buena calidad acústica ambiental.

Juego de simulación





Juego de simulación

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Ciencias Sociales.
- Educación Plástica y Visual.
- Lengua y Literatura

PLANTEAMIENTO GENERAL

Con esta actividad se pretende sensibilizar al alumnado sobre cómo afecta el ruido a los diferentes colectivos ciudadanos o particulares, en aquellas situaciones en las que el ruido es provocado por ellos, les afecte a ellos mismos o sea un problema de actualidad como es el caso de las concentraciones juveniles en las calles de las ciudades cuando se acerca el fin de semana, también llamadas

CONTENIDOS TEÓRICOS RELACIONADOS

- *Problemática social del ruido.*
- *Efectos del ruido sobre la salud humana y el medio ambiente.*
- *Comunicación social y planificación urbana.*

botellonas o botellones. Para ello, tendrán que meterse en el papel de las diferentes partes implicadas en dicho problema, e interpretar papeles distintos a los suyos en la vida real. Con esto se intenta llevar a los alumnos y alumnas a experimentar los conflictos desde dimensiones generalmente desconocidas para ellos, así como forzarles a que comprendan la necesidad de negociar para resolver conflictos ambientales.



Posibles situaciones y roles a interpretar

SITUACIÓN	ROLES
La movida.	Vecinos, jóvenes, policía, ayuntamiento, propietarios de bares...
Empresa ruidosa.	Trabajadores, vecinos, empresario...
Construcción.	Trabajadores, vecinos, empresario...
Ruido ambiental proveniente de sistemas de comunicación, como aeropuertos, autopistas, etc.	Vecinos, administraciones.
Ruido vecinal.	Vecinos ruidosos, resto de vecinos...

* Éstas son algunas de las situaciones en las que el ruido se convierte en una gran molestia y un problema para la sociedad, pero no son las únicas, además de éstas podríamos elegir cualquier otra situación que se nos ocurra.



DESARROLLO

En primer lugar trabajaremos el tema relacionándolo con la problemática del ruido, sus fuentes y efectos.

Posteriormente elegiremos la situación problemática-ruidosa de la cual se va a hacer el juego de simulación. Buscaremos información sobre el tema para poder situarnos en la problemática elegida. Una vez que se haya recopilado la suficiente información como para entender a las diferentes partes que intervengan en la situación, se deciden los roles a interpretar.

Cuando hayamos diferenciado los diferentes roles o partes afectadas que intervienen, se repartirán los mismos entre el alumnado y el profesor o profesora se encargará de coordinar los grupos representantes de cada colectivo. Una vez que se averigüen las posturas de cada colectivo, las interpretarán.

Para ayudar a la simulación se puede elaborar un guión para cada situación, así como la fabricación del atrezzo necesario.

RESULTADOS

Una vez que se ha interpretado la situación se hará un debate-colquio en el que los alumnos y alumnas analizarán las posturas de cada colectivo, a la vez que se propondrán pautas de actuación, tanto correctoras como preventivas.

MATERIALES

- Material escolar.
- Disfraces.
- Material audiovisual (grabadoras, videos...)

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS:

Elaboración del guión: Para la elaboración del guión, una vez elegida la situación, tomaremos una historia, real o inventada, en la que se vea reflejado el problema del ruido en todas las dimensiones de cada situación, es decir, en la que aparezcan las posturas de cada colectivo, que serán interpretados por los alumnos y las alumnas. La historia



puede tener la forma de: introducción, desarrollo y desenlace, y en ella se intentará dar solución al problema y no sólo representarlo como tal.

Elaboración del vestuario y atrezzo: Fabricar los diferentes objetos que necesitamos para la representación de la situación.

Estudio social: Investigación sobre las distintas situaciones en las que el ruido supone un problema más o menos grave para los diferentes colectivos o particulares que intervengan en esas situaciones, averiguando las diferentes posturas de cada uno de ellos. De esta manera podremos desarrollar mejor el juego de simulación.

OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- La adquisición de los conceptos de ruido, sus fuentes y sus efectos principales.
- Percepción de la dimensión del problema del ruido.

Procedimentales:

- Constatación de datos, evaluación y síntesis integradora de informaciones de muy distinto carácter.
- Elaborar informes y participar en debates sobre cuestiones problemáticas de la vida cotidiana en el mundo actual.
- Interpretación de roles diferentes de los que desempeñan.

Actitudinales:

- Actitud responsable y crítica ante actividades que suponen un atentado contra la salud personal o colectiva.
- Utilizar con rigor la información obtenida y manifestando en sus opiniones actitudes de tolerancia y solidaridad.
- Valoración de la importancia de un ambiente sin ruidos en la calidad de vida y rechazo a las actividades ruidosas contaminantes.

Mirando el ruido





Mirando el ruido

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Ciencias Sociales.
- Educación Plástica y Visual.

PLANTEAMIENTO GENERAL

Consiste en hacer un mapa de ruidos del barrio o pueblo sin la utilización del sonómetro. En este caso sustituiremos el sonómetro por cámaras fotográficas y grabadoras de sonidos, que utilizaremos de la siguiente manera: En el primer caso como aparato captador de la fuente emisora de sonido y en el segundo como medidor subjetivo de la cantidad de sonido que la fuente emite.



DESARROLLO

Se distribuirán los alumnos y alumnas en grupos y se les dotará de una cámara de fotos, una grabadora y un mapa de la zona objeto del estudio.

Irán tomando fotografías de la diferentes fuentes, al mismo tiempo que captarán el sonido o ruido que estas emiten mediante la grabadora.



Posibles fuentes: Mercados, carreteras, pequeñas industrias, obras y construcción, colegios en horas de recreo, parques, zonas residenciales...

RESULTADOS

Para la representación de los resultados, estableceremos una escala que irá del 1 al 5. Valores que indicarán:

- 1.- Nada ruidoso.
- 2.- Poco ruidoso.
- 3.- Medianamente ruidoso.
- 4.- Ruidoso.
- 5.- Muy Ruidoso.

A cada uno de estos valores se le otorgará un color.

- 1.- Azul.
- 2.- Verde.
- 3.- Amarillo.
- 4.- Naranja.
- 5.- Rojo.





Una vez reveladas las fotografías, se relacionará cada fotografía con los sonidos captados en la grabadora. Tras esto y por consenso del grupo se decidirá a que nivel de la escala pertenece este sonido y se trasladará al mapa el color que le corresponda mediante un punto grande sobre la zona.

Al mismo tiempo la fotografía se pegará sobre una cartulina del mismo color. De esta manera, una vez finalizada la experiencia obtendremos dos representaciones gráficas de las diferentes fuentes que aparecen en nuestro entorno, con la primera las localizaremos y con la segunda las visualizaremos.

MATERIALES

- Cámara fotográfica.
- Grabadora de sonidos.
- Mapa.
- Lápices de colores.
- Cartulinas de colores.

OTRAS ACTIVIDADES

Exposición del material elaborado para conocimiento de la comunidad escolar.

Investigación de los efectos sobre las personas de las principales fuentes de ruidos detectadas.



OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- Efectos sociales y psicológicos del ruido.
- Planificación urbana.

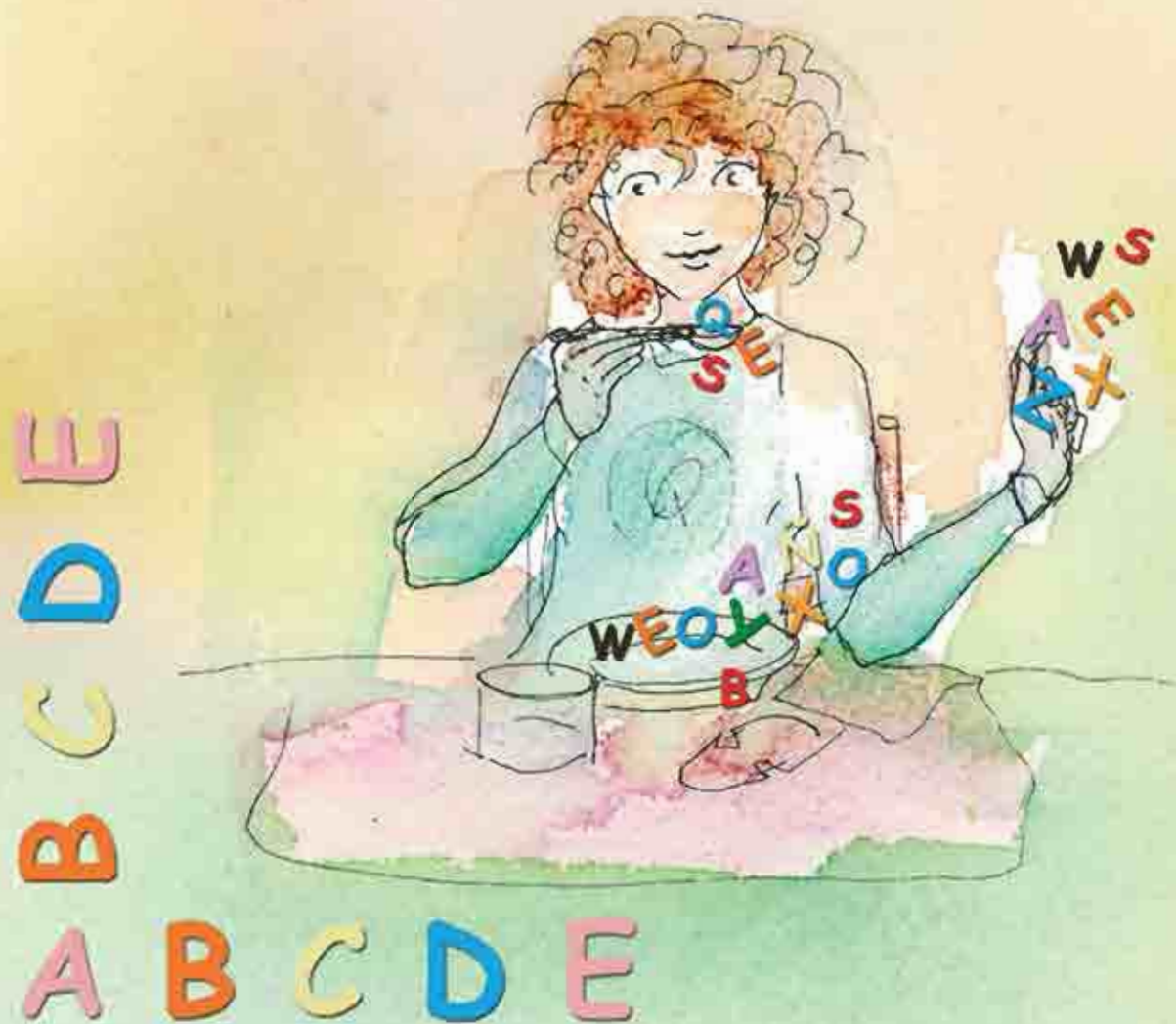
Procedimentales:

- Utilización de soportes técnicos de expresión audiovisual.
- Adquisición de habilidades de expresión y comunicación.

Actitudinales:

- Valoración de las fuentes de ruido.
- Toma de conciencia de los efectos sociales del ruido ambiental.

Pasatiempo





Pasatiempo

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Área de Lengua y Literatura.

PLANTEAMIENTO GENERAL

Con esta actividad se pretende que el alumnado adquiera el conocimiento de una terminología específica que le facilite la comprensión de la temática del sonido.

DESARROLLO

Se comenzará la experiencia con la elaboración de un glosario de términos técnicos o específicos del ruido. A continuación los alumnos y alumnas elaborarán individualmente diferentes pasatiempos con algunos de los tér-

CONTENIDOS TEÓRICOS RELACIONADOS

- *Adquisición de vocabulario y comprensión de terminología específica sobre la temática del ruido ambiental.*
- *Al ser la educación ambiental un tema transversal, consideramos que puede ser útil el desarrollo de esta actividad en el área de lengua coordinado con el área de ciencias.*

minos incluidos en el glosario. Siendo nuestra propuesta: sopas de letras y crucigramas encadenados, para lo que se sugieren dos ejemplos que a continuación describiremos.



Los dos ejemplos que proponemos, se pretende que sirvan como base para que el alumnado siga una metodología para elaborar los pasatiempos, y de esta forma facilitar la actividad, siendo el resultado final (cuadernillo) homogéneo.

Se considera interesante que para dar formato a estos pasatiempos que los alumnos y alumnas hagan uso del ordenador, promoviendo de esta manera el uso de nuevas tecnologías.

Sopa de letras: Se escogen los términos técnicos que vayamos a incluir en el pasatiempo. Se elaborará una cuadrícula, con el tamaño que se desee, y se incluirán en ella los términos elegidos. Los términos los podemos colocar de manera horizontal, vertical o diagonal, y de izquierda a derecha o viceversa. Después se rellenarán los espacios libres con letras arbitrariamente.

F	R	E	C	U	E	N	C	I	A
J	U	T	I	X	A	F	O	M	D
C	I	D	E	C	I	M	P	D	A
O	D	I	N	O	S	L	E	Z	D
F	O	U	P	S	I	C	R	U	I
T	O	N	O	T	I	A	I	H	S
A	H	L	U	B	C	I	O	O	N
O	R	D	E	I	J	T	D	R	E
V	S	L	A	D	O	F	O	E	T
T	I	M	B	R	E	B	P	D	N
O	R	T	E	M	O	N	O	S	I

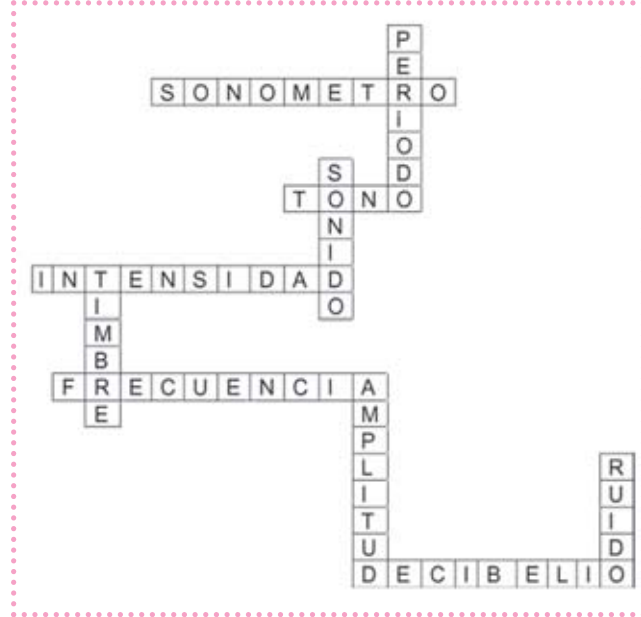
Términos que incluimos en esta sopa de letras:

FRECUENCIA.
AMPLITUD.
PERIODO.
DECIBELIO.
RUIDO.
SONIDO.
TONO.
TIMBRE.
INTENSIDAD.
SONÓMETRO.



Crucigrama encadenado:

Tomamos los términos que hemos escogido y los encadenamos unos con otros de manera vertical y horizontal, haciéndolos coincidir en una de sus letras. Una vez que sepamos que forma va a tener la cadena, la haremos dejando un espacio o celda en blanco para cada letra. Y por ultimo se incluirán las definiciones de los términos en función de la colocación de éstos en la cadena, es decir, por una parte aquellos colocados horizontalmente y por otra los colocados verticalmente.



Horizontales:

- 1.- Instrumento de medida del sonido.
- 2.- Lo que nos permite diferenciar sonidos graves de agudos.
- 3.- Depende de la amplitud de la oscilación y está relacionada directamente con la energía transportada por la misma.
- 4.- Número de vibraciones por unidad de tiempo.
- 5.- Unidad de medida del sonido. Es la más pequeña variación sonora perceptible por el oído humano.

Verticales:

- 1.- Tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de oscilación, medido en segundos.
- 2.- Sensación auditiva producida por una onda acústica.
- 3.- Lo que nos permite diferenciar dos sonidos que tienen la misma intensidad y frecuencia, emitidos por focos sonoros diferentes.
- 4.- Máximo desplazamiento de la onda en relación con su posición de reposo.
- 5.- Todo sonido no deseado.



RESULTADOS

Una vez recopiladas todas las actividades propuestas, se revisarán y corregirán, agrupándolas en un cuadernillo que se entregará al conjunto del alumnado para que siga trabajando sobre él.

MATERIALES

- Libro de contenidos.
- Diccionarios.
- Enciclopedias.
- Bibliografía técnica.
- Material escolar.
- Cuaderno de apoyo.

OTRAS ACTIVIDADES

Cuando se haya trabajado un volumen suficiente de terminología se pueden organizar concursos por grupos que servirán para comprobar su asimilación por el alumnado.

OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- Adquisición de vocabulario técnico y comprensión de terminología específica.

Actitudinales:

- Reconocimiento del juego como fuente de adquisición de conocimientos.

Procedimentales:

- Desarrollo de habilidades de expresión gráfica, de coordinación oculo-manual y de orientación espacial.

Elaborando una maqueta





Elaborando una maqueta

ÁREAS DE INFLUENCIA

- Educación Plástica y Visual.
- Tecnología.
- Matemáticas.

PLANTEAMIENTO GENERAL

La actividad consiste en que el alumnado construya la maqueta de una vivienda y a ésta se le incorporen las medidas de control de ruido aplicables en la construcción. Para que comprueben la eficiencia de estas técnicas de aislamiento acústico, realizarán una medición con sonómetro antes de la aplicación de dichas técnicas y otra después de su finalización.

CONTENIDOS TEÓRICOS RELACIONADOS

- *Introducción al problema del ruido.*
- *Física del sonido.*
- *Medición del sonido.*
- *Fuentes emisoras y medidas de control.*

DESARROLLO

Para la construcción de dicha maqueta será conveniente una planificación previa de ésta y así nos aseguraremos que cada una de las partes que la componen, (paredes, techo, suelo, puerta, ventanas...) posteriormente van a encajar.



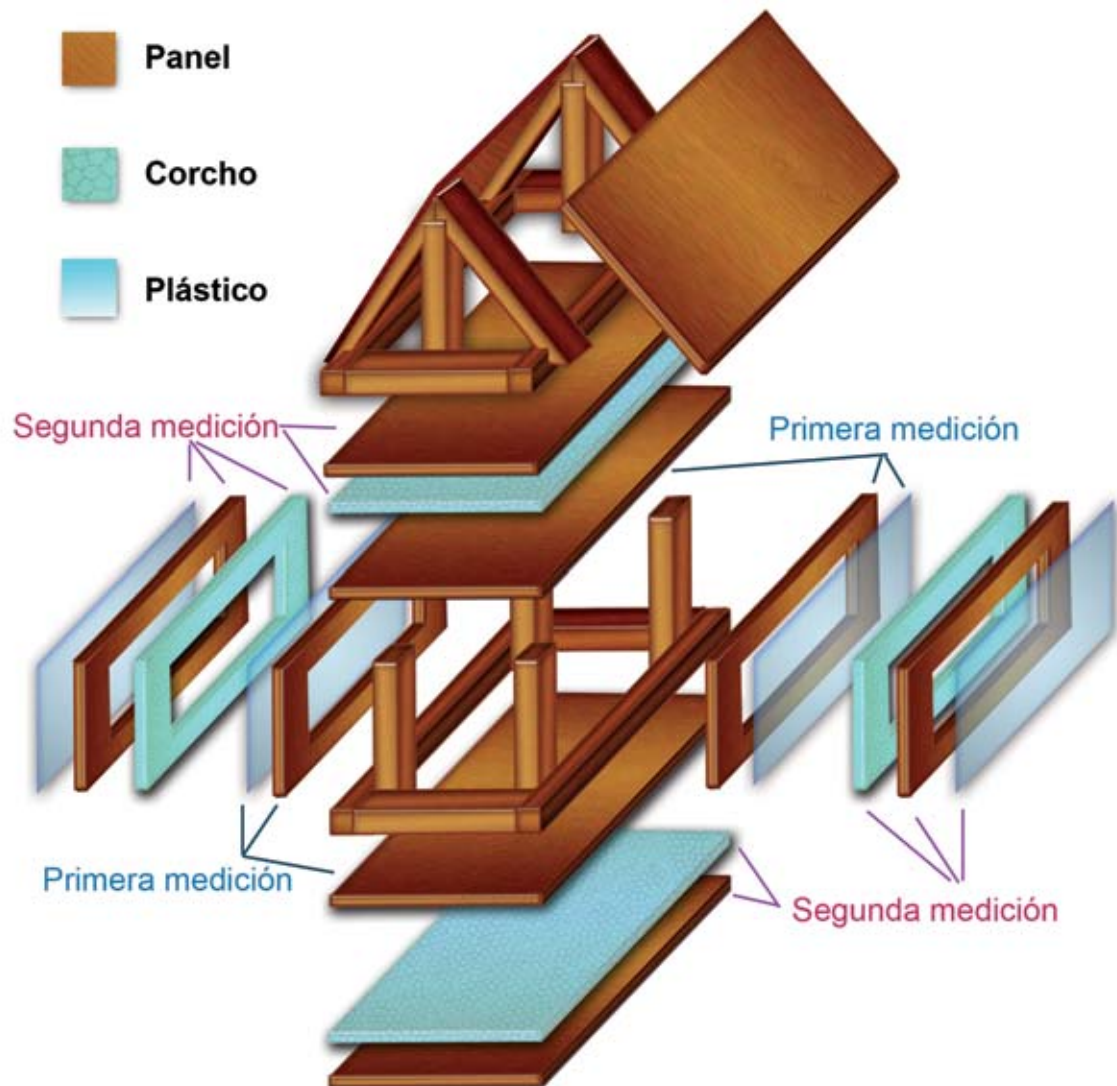
Primero se procederá a la realización de la maqueta sin incluir las medidas de aislamiento acústico y a continuación la exponremos a una fuente exterior de ruido (radio, sirena...), tomando una primera medida del ruido mediante la utilización del sonómetro.

Posteriormente aplicaremos a la maqueta las medidas de aislamiento acústico que aparecen en el libro de apoyo y a continuación tomaremos

una segunda medida del ruido, utilizando la misma fuente anterior.

Hay que tener en cuenta que para que las mediciones sean efectivas estas se deben tomar desde dentro de la maqueta, por lo cual se ha de prever a la hora de su planificación un sistema de introducción del sensor del sonómetro sin que de esta manera se afecte al aislamiento interior de la maqueta (por ejemplo una abertura del mismo diámetro que el del sensor del sonómetro).







RESULTADOS

Concluirá la actividad debatiéndose en el aula si los gastos en la aplicación de estas medidas compensarán, en cuanto a tranquilidad, bienestar y salud se refiere, a las familias que habitarán dichas viviendas.

Aislamiento acústico: Utilizaremos la siguiente fórmula para comprobar el aislamiento acústico de nuestra maqueta.

$$R = L1 - L2 \text{ (en dB).}$$

L1: Nivel sonoro del emisor (fuente).

L2: Nivel sonoro dentro del receptor (maqueta).

MATERIALES

- Escuadra, cartabón y regla.
- Papel, lápiz y goma de borrar.
- Panel.
- Corcho laminado.
- Listones de madera de base cuadrada. (Base aproximada de 1 cm x 1 cm).

- Cola para pegar madera.
- Puntillas de 1.5 cm de longitud y diámetro pequeño.
- Plástico transparente.
- Cinta adhesiva.
- Segueta.
- Témperas.
- Pinceles.

OTRAS ACTIVIDADES

Realización de maqueta de una zona que engloba diferentes focos de ruido:

Se trata de hacer una maqueta de una zona en la que aparezcan diferentes fuentes de ruido, para la posterior aplicación de las determinadas medidas de aislamiento acústico de cada fuente. Para ello podemos elegir por ejemplo una zona residencial, incluyendo los diferentes focos de ruido que podamos encontrar en ella (autopistas, aeropuertos, etc.) y a continuación implantar las medidas de contención específicas que se establecen para cada fuente.



Maqueta simplificada:

Realización de la maqueta:

Para la realización de esta práctica, procederemos a coger una caja de cartón de las que desechan en cualquier comercio y tal cual haremos una primera medición del ruido con el sonómetro. (Para esta primera medición al igual que en la práctica de la maqueta no simplificada utilizaremos una fuente de ruido que por ejemplo puede ser una radio puesta a volumen suficiente).

Anotaremos esta primera medición y procederemos a adoptar medidas de control sonoro sobre la caja de cartón, de la siguiente manera:

- 1º Forraremos la caja por dentro con el corcho de color blanco, pegando este sobre las paredes internas de la caja con pegamento.
- 2º Marcaremos sobre la cara externa de la caja ventanas y puerta.



- 3º Abriremos ventanas y puerta cortando el cartón y el corcho por las líneas marcadas, utilizando la cuchilla.
- 4º Marcaremos y abriremos una gran ventana en la tapa de la caja, para poder de esta forma, ver el sonómetro que situaremos en el interior de la caja.
- 5º Cubriremos las aberturas anteriores tanto por la parte de dentro de la caja como por la de fuera con material plástico (para conseguir el efecto de doble acristalamiento).
- 6º Decoraremos la parte externa de la caja, utilizando las témperas.



Material a utilizar:

- Caja de cartón
- Corcho laminado blanco
- Cuchilla
- Lápiz
- Pegamento
- Plástico transparente
- Témperas

Resultado:

Tras la realización de la maqueta simplificada y al igual en la no simplificada, haremos una segunda medida del ruido y mediante la fórmula reseñada en la práctica de la maqueta no simplificada veremos la efectividad de las medidas de control utilizadas en esta actividad.

OBJETIVOS CLAVE

Conceptuales:

- El ruido y su medida.
- Aislamiento acústico.
- El decibelio, unidad de presión acústica.
- Conocimiento de los métodos para el aislamiento acústico de la vivienda.

Actitudinales:

- Despertar la preocupación por el valor y la necesidad de una buena calidad acústica ambiental.
- Tomar conciencia de la importancia que tiene el aislamiento acústico para la reducción del ruido.

Procedimentales:

- Conocimiento y utilización de instrumentos de medida del sonido.
- Desarrollo y elaboración de planos y maquetas.
- Técnicas y métodos del lenguaje plástico.
- Incorporación al lenguaje de distintas formas de expresión matemática (numérica y geométrica) con el fin de expresarse concreta y rigurosamente.
- Interpretación de la información.





Cuaderno de apoyo

Menos Ruido



Más Vida

M.^a Dolores Zúñiga Giménez
José Antonio Blanco Arjona
Joaquín García Sousa



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Menos ruido, más vida

Cuaderno de apoyo

M.^a Dolores Zúñiga Giménez

José Antonio Blanco Arjona

Joaquín García Sousa



Edita:

Dirección General de Educación Ambiental y Sostenibilidad.
Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Dirección Facultativa:

Ubaldo Rodríguez Martínez y Josefa Isabel Luna Luna.

Autores:

M.^a Dolores Zúñiga Giménez, José Antonio Blanco Arjona
y Joaquín García Sousa.

Diseño Gráfico, Fotografía, Ilustración y Maquetación:

Carmen Pérez Hurtado de Mendoza.

Imprime:

R y C Impresores.

I.S.B.N.: 84-96329-18-6

Depósito Legal:

Índice

PRESENTACIÓN	5
INTRODUCCIÓN	7
SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL	9
PROBLEMÁTICA DEL RUIDO	13
FÍSICA DEL SONIDO	23
● Principios básicos	23
● Algunos fenómenos de las ondas sonoras	25
● Magnitudes características del sonido	27
● Cualidades del sonido	29
● Unidades de medida	30
● Instrumentos de medición	37
FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN	41
FUENTES EMISORAS Y MEDIDAS DE CONTROL	45
● Fuentes de ruido	45
● Medidas de control	48
EFFECTOS DEL RUIDO	53
● Efectos auditivos	54
● Efectos no auditivos	55
● Efectos económicos	61
● Efectos sobre el Medio Ambiente	62
NORMATIVA SOBRE LA EMISIÓN Y EXPOSICIÓN AL RUIDO	63
BIBLIOGRAFÍA	71

Presentación

El derecho al silencio

Cuando en la antigua Roma se dispusieron normas con las que controlar el ruido nocturno de las ruedas de hierro en el empedrado, o en algunas ciudades medievales fue prohibido el uso de carruajes durante la noche para no perturbar el sueño de la población, se dieron los primeros pasos para atajar un problema que alcanza, siglos después, caracteres colosales. Un problema intrínseco de las sociedades desarrolladas, como lo es hoy día la andaluza, por lo que el ruido ha emergido en nuestras ciudades como el principal déficit medioambiental, algo que evidencia año tras año el Ecobarómetro encargado por la Consejería de Medio Ambiente. Pero sus consecuencias van más allá: afectan a la salud física y mental, al rendi-

miento laboral o académico de nuestros hijos, a la convivencia de todos y, en definitiva, a la calidad de vida, máxima aspiración de un gobierno de progreso..

Desde que la Consejería de Medio Ambiente empezó a trabajar en un decreto de protección contra la contaminación acústica la expectación fue notable. Tal es así que durante todo un año la tarea se centró exclusivamente en reuniones con grupos vecinales, sensibilizados y esperanzados en que esta norma fuera realmente la herramienta necesaria para abordar situaciones que pueden tornarse, literalmente, en pesadillas para quienes las sufren. Se trabajó de la mano con ellos, y también con los ayuntamientos, ostentadores de la gran mayoría de las

competencias en esta materia, hasta llegar a la aprobación por el Gobierno andaluz de un decreto con el que, creo, ya no hay excusas para ser tolerantes con el ruido. La lucha contra él debe ser una prioridad política, nunca un problema económico en el que escudarse.

El decreto -de una gran solidez técnica y en sintonía con la Directiva de la UE- plantea recursos de inspección y actuación suficientes para que las corporaciones puedan intervenir contra el atronar de los ciclomotores, de los grandes vehículos, el ruido de las obras, de las actividades comerciales o del ocio callejero, por citar los factores que los andaluces consideran más dañinos.

Y, sobre todo, la norma es la herramienta para la planificar nuevas ciudades, con requisitos para insonorizar las viviendas, la realización de estudios acústicos antes de abrir una actividad, o la fijación de áreas según los ruidos máximos permitidos. Con la ayuda que pue-

da facilitar la Junta de Andalucía, las corporaciones locales tienen la oportunidad a partir de ahora tanto de satisfacer uno de los grandes retos que demandan los ciudadanos, como de hacer crecer a sus localidades de forma coherente.

Decía el mítico *jazzman* Miles Davis que la música más bella es el silencio. No es la pretensión del decreto cambiar el estilo de vida que nos es propio; sí lograr que todos puedan disfrutar del derecho al descanso y a la salud, algo tan básico y ahora tan lejano.

En los temas de medio ambiente la imposición difícilmente resuelve por completo un problema; es la colaboración ciudadana la que puede lograr que el ruido no destruya la convivencia y la calidad medioambiental de nuestro entorno urbano. Hay, por tanto, tarea para todos. Entre ellos para los alumnos y alumnas que, gracias a esta publicación, podrán concienciarse de este moderno e importante déficit ambiental.

Fuensanta Coves Botella
Consejera de Medio Ambiente

Introducción

Los distintos estudios de percepción social de los andaluces indican que el problema ambiental más elevado en el ámbito local es "el ruido", por encima de la "falta de parques y jardines", la "suciedad de las calles", la "calidad del agua" o los "residuos sólidos urbanos", siendo doblemente más frecuente como elección en las grandes ciudades.

Por ello, la anterior Dirección General de Educación Ambiental se propuso editar una publicación dirigida a la Enseñanza Secundaria Obligatoria, con un Cuaderno de Apoyo y otro de Actividades que pudiera ser la base de un Programa de Educación Ambiental en los centros de la Comunidad Autónoma Andaluza en la que se implicasen el mayor número de profesores y profesoras.

Conscientes de ello, la oportunidad vino de la mano de las prácticas del alumnado del Ciclo Formativo Superior de la Formación Profesional en Salud Ambiental del I.E.S. Albert Einstein, ya que con la preparación y experiencia de la profesora D^a Dolores Zúñiga y el entusiasmo y la iniciativa de los alumnos D. José Antonio Blanco Arjona y D. Joaquín García Sousa pudo llevarse a cabo un programa que tuvo su colofón en su aplicación al alumnado de Secundaria de su propio Instituto.

Lo que ahora aquí se presenta es una magnífica versión corregida y aumentada de dicho trabajo fin de ciclo, que permitirá poner en pie un Programa que se puede concretar en campañas anuales y certámenes que lleven la concienciación de la reducción de los

ruidos en todos los ámbitos en los que se generan a nuestros alumnos y alumnas de secundaria, de manera que en un futuro no muy lejano podamos disfrutar de unos "estándares" similares a los que se perciben, por ejemplo, en los países del Norte de Europa.

Se ha buscado deliberadamente la claridad de ideas y la amenidad, para lo cual, se ha diseñado un formato cómodo y un texto con profusión de fotografías e ilustraciones que puedan facilitar la comprensión de los conceptos y términos -algunos complicados- que se barajan en la contaminación acústica.

En definitiva, el ruido no es más que otro contaminante más que se une a los otros ya existentes en la atmósfera, tales como ozono troposférico, SO₂, partículas, etc., pero del que muchos andaluces no somos conscientes,

puesto que gran parte de esta contaminación es de nuestra responsabilidad, bien directa o indirectamente.

Así, reducir el volumen de los receptores de radio y televisión o de los equipos de música, utilizar lo menos posible el claxon, evitar los escapes libres en los vehículos de motor, evitar las conversaciones en voz alta en los establecimientos públicos, etc. etc., está a nuestro alcance sin grandes dificultades y depende más de nuestra sensibilidad que de una normativa estricta.

Creo que este libro puede ser el primer paso para abrirle nuevas líneas de trabajo al profesorado más comprometido con la difusión de actitudes proambientales, teniendo el respaldo técnico - y en la medida de lo posible económico- de la Consejería de Medio Ambiente, para cuantos problemas que pudieran surgir en su puesta en práctica.

Francisco Oñate Ruiz
Director General de Educación Ambiental y Sostenibilidad

Sobre educación ambiental

CONCEPTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Aunque existen numerosas interpretaciones del término, quizás el más adecuado sea el que se define a continuación:

- **Educación sobre el medio:** persigue tratar cuestiones ambientales en el aula o taller (sobre todo en los entornos rural y urbano).
- **Educación en el medio:** un estudio "in situ" del medio, con frecuencia de tipo naturalista, aunque cada vez son más los temas relacionados con el ámbito urbano.
- **Educación para el medio:** desemboca en una acción tendente al cambio de actitudes, para conservar el medio natural y/o urbano y para mejorarlo.



LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN ESPAÑA

En España, hasta la década de los ochenta no se elaboran apenas materiales ni recursos metodológicos de Educación Ambiental. Tras la firma de la Conferencia de Moscú en 1987, aparecen algunos materiales publicados por el M.O.P.U., coincidiendo con el "boom" naturalista, el cual va a influenciar de algún modo el tipo de Educación Ambiental en nuestro país.



ACONTECIMIENTOS RELATIVOS A LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

Seguidamente se relacionan los principales acontecimientos relativos a la Educación Ambiental durante la segunda mitad del Siglo XX:

- 1948** Creación del U.I.C.N (organización mixta ONGs y ONU).
- 1961** Fundación del W.W.F. (ADE-NA es la filial española).
- 1971** Informe del Club de Roma. Aparición del Programa Greenpeace.
- 1972** Conferencia de Estocolmo.
- 1973** Creación del P.N.U.M.A. y del P.I.E.A.
- 1975** Seminario de Belgrado.
- 1977** Conferencia de Tbilisi.
- 1980** Estrategia mundial para la conservación de la Naturaleza.
- 1982** Reunión de expertos en París.
- 1983** I Jornadas de Educación Ambiental en España.
- 1987** Conferencia de Moscú.
- 1992** Cumbre de Río.
- 1994** Convenio de Biodiversidad.
- 1997** Cumbre de Kioto (Panel Intergubernamental del Cambio Climático).

Del ya mencionado **Seminario de Belgrado**, señalamos los objetivos que se marcaron en Educación Ambiental:

- Tomar conciencia de la problemática ambiental.
- Conocimiento del problema.
- Desarrollo de actitudes positivas.
- Capacidad de evaluación.
- Participación.

De la **Conferencia de Tbilisi**, se indican algunas de las características de la Educación ambiental:

- Comportamientos positivos de conducta.
- Educación permanente.
- Conocimientos técnicos, valores éticos.
- Enfoque global.
- Vinculación, interdependencia y solidaridad.
- Resolución de problemas.
- Iniciativa y sentido de la responsabilidad.
- Renovación del proceso educativo.



MODELO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

El modelo aquí propuesto para la integración de la Educación Ambiental en el currículo escolar, se fundamenta en la resolución de problemas ambientales, en el entorno más próximo al alumnado, y está basado en el programa ALDEA (1991) desarrollado por la Junta de Andalucía para la formación del profesorado. Su objeto es llevar al aula las ideas y documentos de Tbilisi a través de la investigación del medio, y cuyas metas son cambiar los valores y actitudes para una posterior intervención en el mismo con objeto de conservarlo y mejorarlo. La justificación del modelo expuesto hay que buscarla en los siguientes hechos y circunstancias:

- La Educación Ambiental constituye uno de los principales ejes del currículum dentro del campo de las materias y áreas transversales, tal y como se recoge en la propia LOGSE.
- El procedimiento utilizado suele partir de un problema, a veces de una problemática más compleja, permitiendo conectar más vivamente con los intereses del alumnado.
- Permite trabajar las actitudes, valores y normas como parte esencial del currículum, desde la perspectiva de una nueva ética basada en la idea de que la humanidad debe sobrevivir utilizando la Naturaleza, de tal modo que nuestros impactos puedan ser absorbidos por la capacidad equilibradora de los sistemas, buscando nuevas formas de relación con el medio que reporten una armonía de las partes entre sí y las partes con el todo.
- Se ha mostrado eficaz en la selección de contenidos, dotándolos de una elevada potencialidad explicativa.
- Estimula una situación favorable a la interdisciplinariedad, toda vez que la mayoría de los problemas ambientales requieren un tratamiento consecuente con dicho planteamiento.

Problemática del ruido

INTRODUCCIÓN:

El ruido es la más común de las molestias que tenemos que soportar a diario, sobre todo los habitantes de la ciudad. La lucha contra el ruido constituye, por tanto, una prioridad, y la puesta en marcha de esta lucha precisa de la coordinación de diferentes actuaciones en el terreno legal, formativo, participativo, etc.

El ruido, de múltiples orígenes y percibido de distintas maneras según los lugares y las personas expuestas a él, constituye un fenómeno social complejo. A partir de un cierto nivel, es una molestia que amenaza la salud psicológica e incluso física (efectos sobre el oído) de las personas.

Desde los tiempos más remotos, los ruidos forman parte del ambiente humano. En la antigua Roma, existían nor-



mas para controlar el ruido emitido en el paso de carros por ciertas partes de la ciudad a determinadas horas del día y de la noche. En algunas ciudades de Europa medieval, no se permitía usar carruajes ni cabalgar durante la noche para asegurar el reposo a la población. Sin embargo, los problemas del ruido en el pasado no se pueden comparar con los de la sociedad moderna.

En la actualidad, las sociedades desarrolladas y los modelos que adoptan las sociedades en vías de desarrollo, tienen al ruido como protagonista. A diferencia del control de otros contaminantes, el control del ruido ambiental es muy limitado. Hay falta de conocimiento de sus efectos sobre los seres humanos y falta de criterios definidos sobre la relación entre dosis y respuesta subjetiva.

Sin embargo, la dimensión del problema del ruido es amplia. Según la Organización Mundial de la Salud, en la Unión Europea, alrededor del 50% de la población vive en zonas de gran contaminación sonora y más del 30% están expuestos a niveles de ruido que les trastoran el sueño. El problema también es grave en ciudades de países en desarrollo, sobre todo por el ruido de tránsito.

Los transportes, la industria, las actividades de ocio, la "cultura" del sonido, constituyen nuevas fuentes de ruidos y en unos niveles, en intensidad y duración, superiores a ninguna época.

La aceleración del crecimiento de la población ha conllevado el aumento de tamaño de las ciudades. Las actividades

y servicios son cada vez mayores en un espacio cada vez menor. Además, el ruido depende de sus fuentes, pero también del espacio donde circula y del tiempo que actúa.



Muchos países han reglamentado el ruido urbano del tránsito de aviones y autos, maquinaria de construcción y actividades industriales, a través de normas de emisión y reglamentos específicos. Pero pocos países tienen reglamentos para el ruido urbano del vecindario, probablemente debido a la dificultad para reglamentarlo y controlarlo.

Desde 1980 la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha tratado el problema del ruido urbano y ha establecido unas guías para abordar el problema. Estas guías pueden servir de base para preparar normas futuras. Plantean como efectos negativos para la salud, como consecuencia del ruido, la interferencia con la comunicación, pérdida de audición, trastornos del sueño, problemas cardiovasculares y psicofisiológicos, reducción del rendimiento, molestias y efectos sobre el comportamiento social.

Concepto de ruido

Es extremadamente difícil definir que se entiende por ruido. Generalmente, se denomina así al sonido no deseado. Pero lo que es ruido para una persona, para otra puede ser sonido placentero. Por ejemplo la música pop, rock, rap o jazz, puede ser agradable para unos y causa de depresión nerviosa para otros.

Algunos sonidos, normalmente aceptables, pueden convertirse en molestos si son fuertes o se producen a ciertas horas (la cisterna o los ruidos de pasos en el techo de una casa mal insonorizada).



Estas características aportan una gran complejidad a la valoración del problema y a sus posibles soluciones. Los estudios, cada vez más frecuentes, sobre grupos de población afectados o sometidos a situaciones de riesgo, van dando luz sobre los efectos del ruido sobre la salud humana. Han demostrado su efecto nocivo no sólo sobre la salud física sino también sobre la salud psíquica y social.



Los ruidos repentinos (en intensidad o en tono) no sólo entrañan la interrupción de las actividades sino que ocasionan la constricción de los vasos sanguíneos, aumentan el ritmo de los latidos del corazón y hacen aparecer crispaciones o espasmos estomacales.

Globalmente podemos repartir las consecuencias del ruido en 4 categorías:

- incomodidad,
- interrupción de la actividad,
- pérdida total o parcial de la audición
- deterioro físico o mental.

Los ruidos domésticos, aunque son fastidiosos y pueden a veces dar como resultado problemas de conducta, pocas veces llevan a la pérdida de audición. Sin embargo interfieren con las actividades normales, como el reposo o el sueño, con la concentración y el estudio, o con la conversación.

El ruido urbano contribuye a una atmósfera general de estrés y tensión. Expertos médicos piensan que el ruido excesivo puede ser un agente desencadenante de úlceras, alergias y problemas mentales.

El efecto más estudiado de una sobrexposición al ruido es la pérdida de la audición, que no es la sordera, sino la imposibilidad de escuchar sonidos que están dentro del abanico normal de intensidad y altura tonal. En otras palabras, es la incapacidad de escuchar sonidos que sí son escuchados por la mayoría de las personas.



El problema radica en que las víctimas de esta sobrexposición son pocas veces conscientes de su problema. Las personas más seriamente afectadas son aquellas cuyas ocupaciones se desarrollan en lugares donde los ruidos son, continuamente, del orden de 80dB. Esto conlleva además a grandes pérdidas de productividad.

La música destinada a los jóvenes, por medio de los cascos musicales y de los altavoces de alta potencia, crea pro-

blemas auditivos importantes, a menudo irreversibles, que alcanzan a una gran proporción de personas.

Desde un punto de vista técnico y económico, la contaminación acústica es más fácilmente controlable que la contaminación del agua o aire. Sin embargo, los reglamentos destinados a reducir el nivel de ruido desde su origen se van poniendo en marcha muy lentamente, son insuficientes o no se controla de forma adecuada su aplicación.

En Europa, en el ámbito de colectividades locales, la lucha contra el ruido se articula en tres grandes ejes:

1) Reducción de las fuentes de ruido por medio de:

- Previsión de las posibles molestias en la elaboración de los planes de ocupación de suelos.
- Previsión de problemas acústicos al construir equipamientos colectivos.
- Elección de materiales poco ruidosos (en pavimentos, por ejemplo).

2) La promulgación de reglamentos municipales antirruidos y creación de estructuras de recepción de quejas, capacitadas para la búsqueda de soluciones concertadas y para proceder a la imposición de las necesarias medidas técnicas.

3) Información al público: campañas de sensibilización y revalorización de las medidas adoptadas por los ayuntamientos.

Es en este último nivel donde la escuela puede jugar un papel importante.

Puede contribuir a que se tome conciencia del problema. Puede ser un lugar de búsqueda de soluciones alternativas a situaciones conflictivas que se den dentro de un barrio o de una comunidad.

Características del Ruido

El ruido presenta grandes diferencias con respecto a otros contaminantes:

- Es el contaminante más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en sus efectos en las personas.
- Tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, es localizado.
- No se traslada a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado movido por el viento.
- Se percibe sólo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto. Esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor

Causa, moderación y efectos del ruido sobre las personas

Factores que determinan la generación de efectos	Elementos moderadores	Efectos sobre los sujetos
OBJETIVOS. Características físicas del sonido Condiciones ambientales Condiciones situacionales y circunstanciales.	Opinión sobre la fuente. Grados de control (métodos)	FISIOLÓGICOS.
SUBJETIVOS. Personalidad. Estado psíquico. Sensibilidad al ruido.	Tipo de actividad a realizar.	PSÍQUICOS.

Ruido en los entornos civilizados

La naturaleza siempre ha constituido una fuente inagotable de sonidos, los cuales varían desde el punto de vista de la intensidad del sonido, desde el trinar de un pájaro o el flujo de una vertiente, hasta el estruendo de un

trueno o una erupción volcánica, quedando de manifiesto su variedad de timbre y de intensidad. Pero sin lugar a dudas, los entornos civilizados superan ampliamente los ejemplos mencionados, ya sea en la cantidad de fuentes generadoras, como en la periodicidad en que se manifiestan.



En segundo lugar dentro del ámbito del transporte están los aviones, utilizados frecuente y crecientemente por un gran número de personas y mercancías, por constituir un medio eficiente en términos de seguridad y rapidez, y por estar convirtiéndose cada vez más en vehículos de recreación.

La totalidad de autores y estudios, señalan a los vehículos motorizados, como las fuentes de ruido de mayor trascendencia en las grandes ciudades del mundo. Los niveles y espectros del ruido están en función de diversos parámetros tales como: tipo de vehículos, carga transportada, condiciones de utilización, estado de la infraestructura urbana (naturaleza del pavimento, regulación del tráfico, estructura urbanística), estos últimos jugando un rol trascendental. De los parámetros anteriormente mencionados sin duda, la intensidad del tráfico es el parámetro de mayor relevancia.

Por último tenemos los ferrocarriles, en los que la emisión fundamental de ruido no ocurre en los vehículos motrices, la mayoría eléctricos y por lo tanto silenciosos, sino, en la interacción entre ruedas y rieles, siendo dependiente de la velocidad de los trenes y su carga.

Por otra parte, existe un segundo grupo de objetos del ámbito acústico, habitualmente conocidas como "fuentes fijas", y que guardan relación con las industrias, talleres, centros de recreación, etc. En el caso de las industrias, se ubican en un principio en zonas periféricas, pero, con el rápido y desordenado creci-

miento de las grandes ciudades, vuelven a “caer” dentro del anillo urbano. En el caso de la pequeña y mediana industria y los talleres, están dispersos por toda la ciudad, produciendo un impacto indirecto de gran importancia sobre el ambiente sonoro, generado por el movimiento de materias primas, flujo de personas movilizadas y traslado de productos elaborados, además del impacto directo provocado por su funcionamiento.



Otros costes acústicos asociados al progreso son las obras públicas y las construcciones, que con sus compresores, excavadoras, martillos neumáticos y vehículos pesados, producen niveles tan elevados que se transforman en motivo de frecuentes quejas.

Por último señalamos los agentes de una variada gama de intensidad y de ocurrencia esporádica como: gritos de los niños que juegan en calles y parques, conciertos al aire libre, ferias y vendedores callejeros, sonidos de animales domésticos, fuegos artificiales, etc.

Todas las fuentes de ruido que se han citado hasta aquí, y otras muchas más, contribuyen en mayor o menor medida al "ambiente sonoro" que caracteriza nuestras ciudades. Por este motivo, incluso en el caso de que en algún momento determinado, no nos consideremos afectados por un suceso acústico claramente identificable, siempre percibiremos un cierto rumor general, producido por la actividad global de la comunidad urbana en que nos encontramos y que solemos denominar, ruido de fondo.

Física del sonido

PRINCIPIOS BÁSICOS

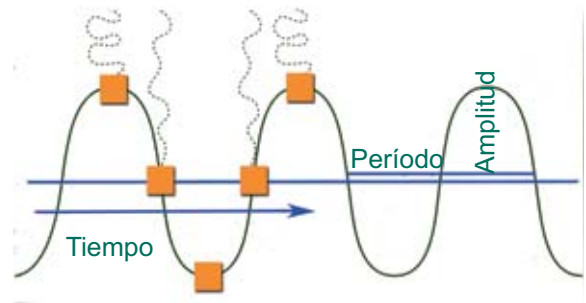
Físicamente, no existe ninguna distinción entre sonido y ruido. El ruido es un conjunto de sonidos que adquieren un carácter desagradable más o menos inadmisibles por las diversas molestias que ocasiona. Generalmente, el ruido se define como un sonido no deseado.

La acústica es la parte de la física que trata del estudio del sonido, interpretando y resolviendo problemas que se plantean sobre su producción, propagación, propiedades y aplicaciones.

El sonido se puede explicar desde dos puntos de vista:

a) Fenómeno físico (objetivo): Alteración mecánica que provoca un movimiento ondulatorio a través de medios

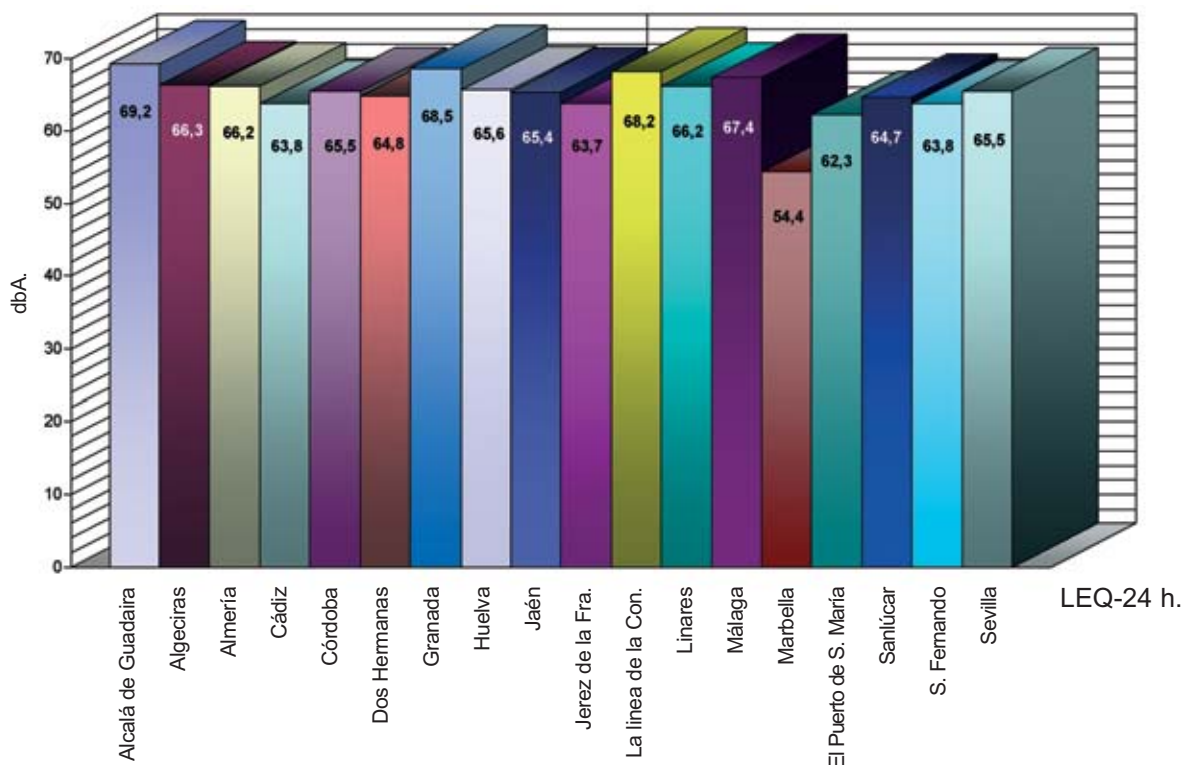
Onda sonora



elásticos (sólidos, líquidos o gaseosos) en todas las direcciones, en forma de ondas longitudinales de presión sonora.

Este fenómeno físico tiene su origen en las vibraciones mecánicas de la materia, generalmente un sólido que transmite la vibración a las partículas contiguas de aire, u otro medio de

Análisis de los niveles continuo equivalentes 24 h. en ciudades de más de 50.000 habitantes de Andalucía



propagación, en contacto con el mismo, pero sin arrastrarlas, produciendo de forma alternativa depresiones y sobrepresiones que se van transmitiendo a las capas de aire adyacentes, dando lugar a una onda de presión que se propaga con movimiento ondulatorio en todas las direcciones y

alejándose del foco. Cuando el sonido se transmite, hay un transporte de energía sin transporte de materia.

Las ondas sonoras se propagan a distinta velocidad según la elasticidad del medio. En los sólidos viajan más deprisa que en los líquidos y, en éstos,

más deprisa que en los gases. Esto se debe a que las fuerzas de cohesión entre las partículas son mayores en los sólidos que en los líquidos y gases, por lo que la velocidad del sonido aumenta a medida que aumenta la cohesión entre las partículas del medio.

El sonido, a la hora de estudiarlo y cuantificarlo aplicando las teorías físico-matemáticas del movimiento ondulatorio, se describe como vibración, siendo el resultado de su análisis totalmente objetivo.

b) Sensación auditiva (concepto psicofisiológico, subjetivo): El oído transforma las presiones acústicas en sensación auditiva, que es aquella engendrada en nuestro oído por una onda acústica y por la tanto siempre con un sentido subjetivo ya que depende del receptor de ésta.

Las variaciones de presión generadas por las ondas sonoras provocan la vibración del tímpano, situado en el oído, transmitiéndose a una cadena de huesecillos, lo que hace que por medio una serie de mecanismos

la sensación sonora llegue al cerebro mediante el nervio auditivo.

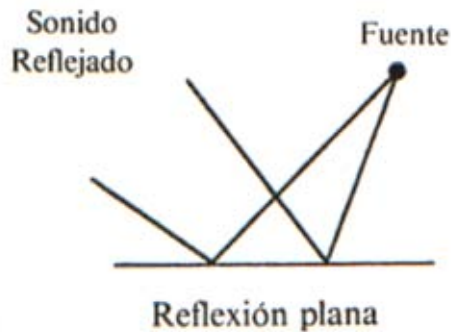
El que nos cueste reconocer nuestra voz grabada se debe a que, al hablar el sonido se origina dentro de nuestra garganta por lo que las vibraciones se transmiten primero a nuestro oído por los huesos de la cabeza, en cambio al escucharla grabada la oímos a través del aire.

ALGUNOS FENÓMENOS DE LAS ONDAS SONORAS

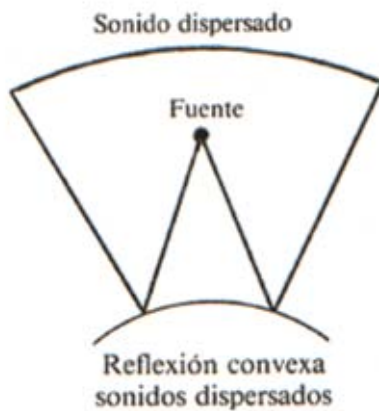
Principio de Huygens: El sonido se propaga en forma de frentes de ondas esféricas y concéntricas al punto emisor; cada frente de ondas está formado por un número infinito de frentes de ondas esféricas de las partículas del aire en movimiento.

Reflexión: Cuando un sonido que se transmite en un medio determinado choca con los objetos presentes, parte de la energía es reflejada. La onda reflejada conserva la misma frecuencia y longitud de onda que la onda incidente, aunque disminuye su amplitud y, por tanto, su intensidad.

Reflexión plana: las ondas sonoras se reflejan conforme a las leyes de reflexión.



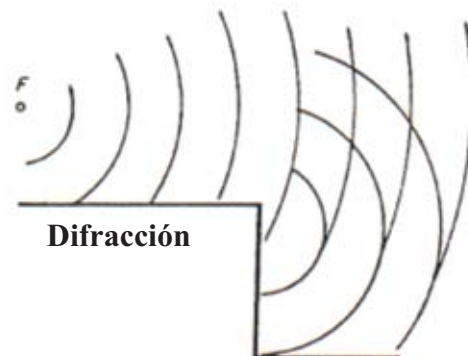
Reflexión convexa: las ondas sonoras que se reflejan sobre superficies convexas, provocan sonidos dispersos.



Reflexión cóncava: provoca un sonido convergente, es decir, que las ondas se concentran.



Difracción: Cuando un frente de ondas rodea un obstáculo, los distintos frentes de ondas se convierten en centros emisores, en aquellos puntos que son interceptados por el obstáculo, envolviéndolo, produciéndose zonas de sombra acústica por interferencias de estas ondas.



Refracción: Es el cambio de dirección que sufre una onda sonora al pasar de un medio a otro de distinta densidad.

Dispersión: Es la rotura de la onda de sonido al chocar contra un obstáculo, cuando la superficie de éste es más pequeña que la longitud de onda.

Eco: Es la reflexión de la onda de sonido, cuando al chocar con una superficie, aquélla vuelve a la fuente de sonido, con un retraso superior a 1/15 de segundo.

Resonancia: Este fenómeno se produce cuando al chocar una onda sonora contra un objeto, hace vibrar a dicho objeto, de forma que éste se transforme en una fuente de sonido.

MAGNITUDES CARACTERÍSTICAS DEL SONIDO

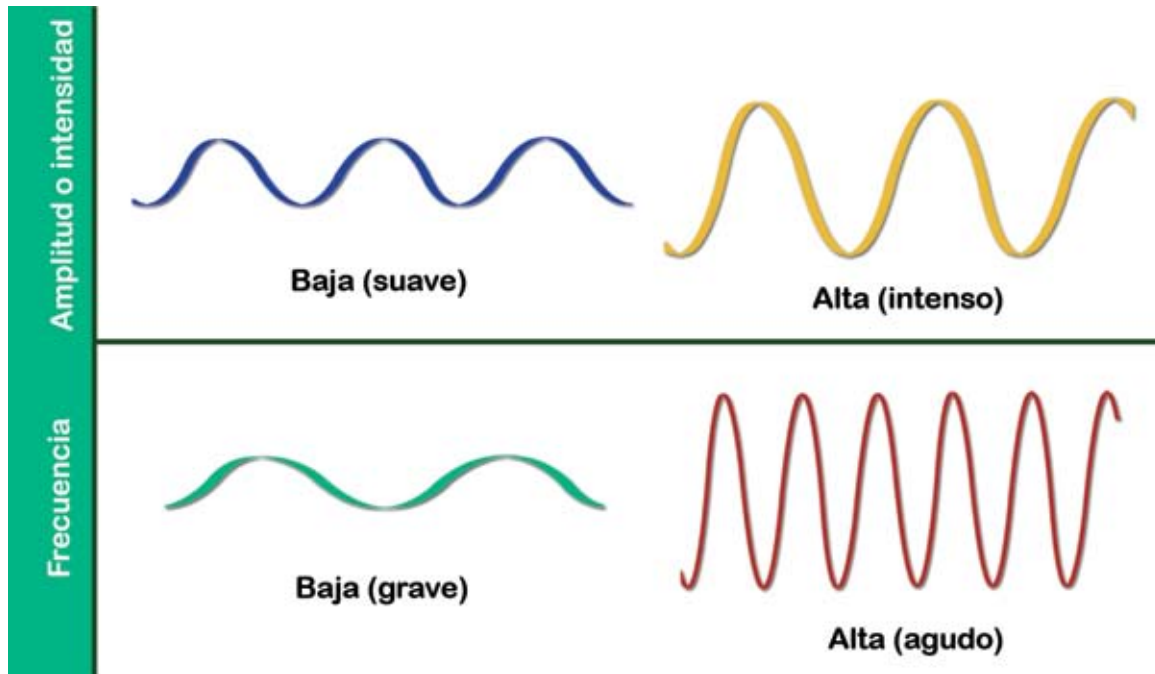
Frecuencia (f): Numero de vibraciones por unidad de tiempo, es decir, el número de ciclos completos que suceden en la unidad de tiempo. Se mide en ciclos/segundo o hercios ($1 \text{ Hz} = 1 \text{ c/s}$). La frecuencia es la inversa del periodo.

El oído humano sólo es capaz de ser excitado por sonidos cuya frecuencia esté comprendida entre 20 y 20.000Hz, por encima de estos niveles se encuentran los ultrasonidos y por debajo los infrasonidos. La frecuencia nos indica el tono.

Periodo (T): El tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de oscilación medido en segundos, es decir hasta que las partículas vuelven a su posición inicial, y es el inverso de la frecuencia.

Velocidad de propagación: Es la velocidad a la que se propagan las ondas o perturbaciones en un medio elástico. Depende de la masa y elasticidad del medio a través del cual se transmite.

Longitud de onda: Es la distancia recorrida por una onda durante un periodo. También se define como la distancia que recorre un frente de onda (superficie en la que todos los puntos vibran con idéntica amplitud y fase) en un periodo completo de oscilación. Depende de la velocidad de propagación y la frecuencia.



Amplitud (A): Supone el máximo desplazamiento de la onda en relación con su posición de reposo, es decir, la máxima presión sonora. La amplitud de la onda determina la intensidad física del sonido y se percibe como sonoridad o volumen. También puede definirse como la distancia entre el punto de equilibrio y cada uno de los puntos externos por los que pasa un cuerpo o medio material sometido a excitación. La Amplitud es igual a la elongación máxima, siendo la elongación la dis-

tancia, en un momento dado, entre la posición del cuerpo o medio material, que realiza un movimiento periódico, y su posición de equilibrio.

Intensidad sonora: Es la energía sonora que se propaga perpendicularmente a la dirección de propagación en la unidad de tiempo, y está directamente relacionada con la presión sonora. La intensidad de los sonidos varía inversamente con el cuadrado de la distancia desde el punto donde es evaluado el ruido.

Potencia sonora: Cantidad de energía sonora generada por una fuente en la unidad de tiempo.

Presión sonora: Se define como la variación de presión atmosférica producida en un punto como consecuencia de una onda sonora que se propaga a través del aire. Esta magnitud es la más usada en medida de ruidos, por ser medible directamente con los dispositivos llamados sonómetros. Para que un sonido sea audible, la variación de presión sonora debe estar comprendida entre $2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}$ y $200 \mu\text{bar}$, siendo este último la presión sonora máxima que el oído humano puede soportar sin que se produzca dolor.

Oscilación periódica: La propagación de una onda acústica generalmente se relaciona a una oscilación periódica. La forma más simple de oscilación periódica es la correspondiente a un movimiento armónico simple. El sonido asociado a este tipo de oscilación recibe el nombre de "tono puro". Este tono depende únicamente de la presión sonora y de una única frecuencia.

Si dos o más tonos de distinta presión sonora y frecuencia se suman dan lugar a una onda sonora suma de todos ellos, que variará en el tiempo de forma repetitiva (periódica) y que tiene la propiedad de poderse descomponer en una suma de tonos puros de acuerdo con la teoría de series de Fourier.

CUALIDADES DEL SONIDO

Tono de un sonido: Es aquella sensación capaz de percibir el oído humano que nos ayuda a diferenciar subjetivamente los sonidos de baja frecuencia (tono grave, de 20-200Hz) y los de alta frecuencia (tonos agudos de 2000-20000Hz), es decir, la sensación de gravedad o agudeza. Los tonos agudos son los que tienen sonidos con frecuencias altas, como por ejemplo el sonido que produce un violín, y los tonos graves son los que caracterizan a sonidos con bajas frecuencias, como podría ser el sonido que produce un bombo.

Intensidad de un sonido: Depende de la amplitud de la oscilación y está relacionada directamente con la energía transportada por la misma. Los sonidos fuertes tienen mayor intensidad que los débiles.



Timbre de un sonido: Permite diferenciar dos sonidos de la misma frecuencia e intensidad emitidos por focos sonoros diferentes. Nos permite por ejemplo distinguir la voz de las personas y diferenciar una nota de un determinado tono emitida por una guitarra de la misma nota producido por un piano.

UNIDADES DE MEDIDA

A la magnitud percibida del sonido se le llama sonoridad. Se define como una caracterización subjetiva, es decir, la sensación sonora producida por el sonido a un oyente. Depende principalmente de la intensidad y frecuencia del so-

nido, por lo que se puede calcular a partir de mediciones físicas por diversos procedimientos. Dado que el principal objetivo de la medición de la sonoridad de un ruido es cuantificar la exposición global en los términos más sencillos posibles, las propiedades físicas y la percepción del ruido se miden de acuerdo con los distintos conceptos y unidades que se expresan a continuación:

Nivel de presión acústica: Las ondas sonoras producen variaciones en la presión de un medio elástico como el aire, caracterizándose por la amplitud de los cambios de presión, su frecuencia, la velocidad de propagación y su variación en el tiempo.

Puesto que el ruido es una forma de energía mecánica (la onda sonora lleva asociada un flujo de energía mecánica), la energía acústica que llega a una unidad de superficie normal a la dirección de propagación se conoce como intensidad acústica y se mide en vatios por m^2 (W/m^2). La energía acústica emitida por una fuente sonora en la unidad de tiempo se conoce como potencia acústica y se mide en vatios (W).

La intensidad acústica guarda proporción con la media cuadrática de presión acústica. Así, para caracterizar a un ruido se mide, mediante sonómetros, su presión acústica con relación a una presión tomada como referencia. Como la presión acústica tiene un margen muy amplio de variación, se ha hecho usual la utilización de "niveles de presión acústica" en lugar de presiones acústicas. Entre ambas magnitudes existe una relación logarítmica, adoptándose como unidad de medida de los niveles de presión acústica el decibelio(dB).

- **El decibelio:** El oído es capaz de detectar ondas sonoras de muy baja intensidad. El sonido más leve, que el oído humano típico puede percibir, tiene una intensidad de 10^{-12}W/m^2 . Este valor se denomina intensidad umbral de audición. Dicha intensidad corresponde a una onda de presión cuya variación es de tan sólo 0,3 billonésimas de una atmósfera y que provoca un desplazamiento de las partículas de aire de 1 billonésima de centímetro. En el extremo contrario, el sonido más intenso que el oído hu-

mano es capaz de captar, sin daño físico inmediato, es del orden de 100 billones de veces el umbral de sonido, es decir 10^2W/m^2 .

Dado que el umbral dinámico de audición es tan sorprendentemente amplio y que atendiendo a la ley de Weber-Fechner la respuesta del oído es logarítmica, parece lógico que se utilice una escala logarítmica para cuantificar la intensidad del sonido. En esta escala, se le asigna el valor de cero a la intensidad umbral, incrementándose en una unidad cada vez que la intensidad sonora se multiplica por diez; a 10^{-11}W/m^2 le correspondería el valor de 1 y así sucesivamente hasta 10^2W/m^2 valor límite fisiológico de la audición humana, que sería equivalente a 14 unidades. En honor a Graham Bell estas unidades fueron denominadas belios, siendo el decibelio (dB) su décima parte, con lo cual el rango dinámico de intensidad de audición se encuentra entre 0 y 140dB, cuya expresión matemática es:

$$L_i(\text{dB}) = 10 \cdot \log(L/L_o)$$

- **Definición de belio(B):** es la división fundamental de una escala logarítmica utilizada para expresar la relación de dos medidas de potencia. Se define el número de BELIOS como el logaritmo decimal del cociente de las dos cantidades.

Un decibelio es la más pequeña variación sonora perceptible por el oído humano. El oído es sobre todo sensible a las frecuencias medias (comprendidas entre 500 y 2000Hz). Por esta razón los aparatos de medida están dotados de un filtro "A" que reconstruye lo que percibe el oído humano. En consecuencia el dB(A) es la notación utilizada habitualmente en la evaluación del nivel de ruidos que producen molestia a las personas. Es una escala que sólo incluye frecuencias percibidas por el oído humano.

Especial atención hay que prestar al cálculo del nivel sonoro producido por varias fuentes de ruido. Por ejemplo, el ruido producido por dos motores de aviación que emiten cada uno 120 dB, no es 240 dB sino 123 dB, es decir el

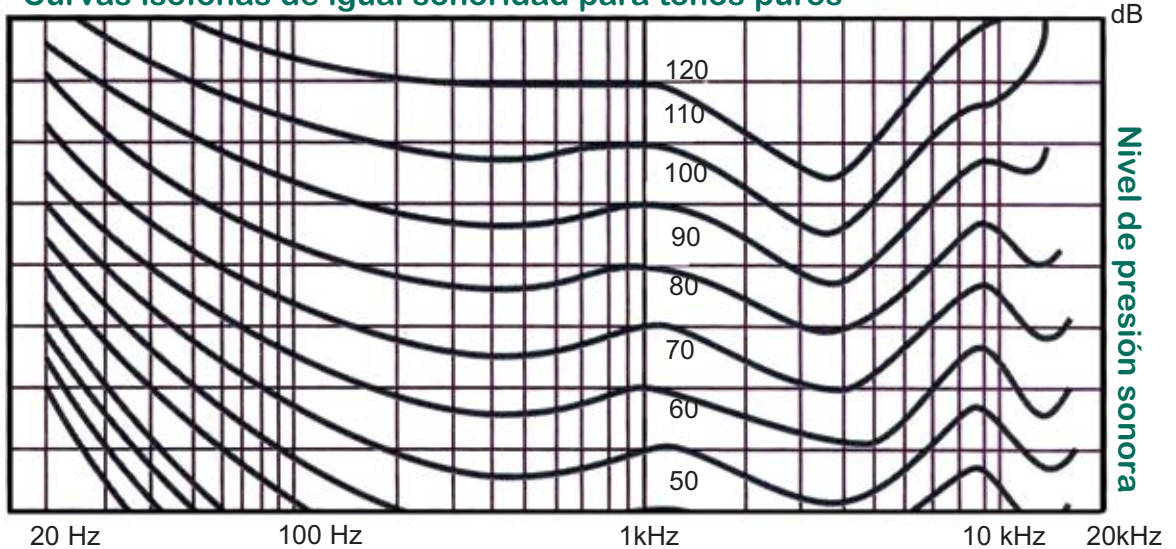
nivel sonoro producido por los dos aviones juntos es superior en 3 dB al producido por uno sólo. La razón es que primero debemos convertir los decibelios en potencia sonora relativa, sumar o restar y entonces convertir de nuevo los decibelios. El mismo procedimiento hay que utilizar cuando se trata de fuentes sonoras de distinto nivel de ruido, tal como un camión (95dB) y una motocicleta (89dB), el ruido producido por ambos vehículos circulando simultáneamente es de 96dB, es decir, 1 dB por encima del más ruidoso.

Espectro de frecuencias. Curvas de ponderación (filtro A): En la evolución del ruido y su control es necesario, en muchos casos, conocer no sólo el nivel de ruido general sino cómo la energía sonora se distribuye en cada una de las frecuencias que lo componen.

El ruido ambiental está compuesto por un amplio rango de frecuencias que componen el espectro de ruido.

Mediante el análisis de frecuencias de un ruido, la energía acústica del mismo se distribuye electrónicamente en

Curvas isófonas de igual sonoridad para tonos puros



bandas, obteniéndose un nivel de presión acústica por cada banda. Normalmente se usan 8 bandas, correspondientes cada una de ellas a una "octava". En cada banda (octava) la relación entre las frecuencias superior e inferior está en relación 2:1. Cada una de las bandas se define por la diferencia correspondiente al valor central de la banda, siendo los más comúnmente empleados los correspondientes a 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz.

Dos ruidos pueden tener un nivel de presión sonora similar y presentar una

distribución de frecuencias completamente diferentes, siendo tanto más molesto e irritante un ruido cuanto mayor sea su componente en altas frecuencias.

Con el fin de tener en cuenta el distinto comportamiento humano a un ruido en función de su espectro de frecuencias se introdujo en la medida del ruido el concepto de Curvas Standard de ponderación. Estas curvas actúan como filtros selectivos de forma que en la respuesta discriminan el peso relativo de cada frecuencia en el conjunto del espectro de frecuencias.

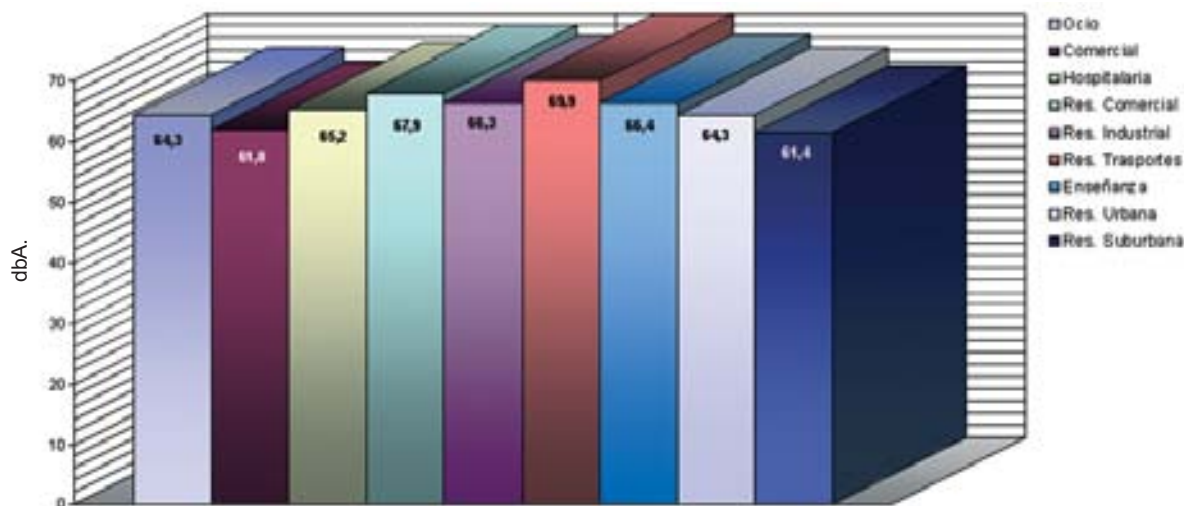
Habitualmente se utilizan tres tipos de curvas de ponderación, denominadas con las letras A, B y C.

De las tres, la A es la más ampliamente usada para la medida del ruido, debido a que su respuesta a las distintas frecuencias es la que mejor se relaciona con la forma de percibir el sonido por el oído humano. Las medidas del ruido obtenidas aplicando la escala A de ponderación se expresan en dB (A).

Nivel de presión acústica equivalente(Leq): Un tercer factor a considerar en la caracterización del ruido es su variación en el tiempo. La pérdida de audición, por ejemplo, está directamente relacionada no sólo con la intensidad y frecuencia sino también con el tiempo de exposición. En este sentido las normativas sobre el control de la exposición al ruido recomiendan la máxima exposición al ruido en función del tiempo. La frecuencia de aparición del ruido influye así mismo en su percepción por parte de la población. En este sentido podemos clasificar los sonidos en:

- **Ruido continuo:** Un ruido se considera continuo cuando los niveles de presión acústica y el espectro de frecuencias varía en función del tiempo lentamente sobre pequeños márgenes. Este tipo de ruido suele ser originado por máquinas, tales como los motores eléctricos, bombas de agua, etc. Asimismo suele ser de este tipo el ruido ambiental de fondo.
- **Ruido fluctuante:** A este tipo corresponden los ruidos en los que tanto la presión acústica como el espectro de frecuencias varían de forma aleatoria en función del tiempo sobre un margen más o menos grande. Dependiendo de la repetición del ruido, éstos pueden ser periódicos o no. Un ejemplo de ruido fluctuante es el producido por el tráfico rodado.
- **Ruido transitorio:** Cuando su nivel sonoro comienza y termina dentro de un periodo de tiempo más o menos corto, como puede ser el ruido producido al paso de un tren o el vuelo de un avión.

Análisis de los niveles continuo equivalentes 24 h. por clasificación urbanística



LEQ-24 h.

- **Ruido de impacto:** Este ruido se trata de un incremento brusco y de corta duración del nivel de presión acústica. Es un caso especial de ruido transitorio. Ejemplos pueden ser el disparo de una pistola, el golpe de un martillo.

Si el sonido es intermitente se pueden tolerar mayores intensidades o la misma intensidad durante periodos de tiempo más largos, que si se trata de un ruido continuo.

Cada vez se está difundiendo más, como escala de medida de la exposición prolongada al ruido, el nivel de presión acústica equivalente. Esta magnitud representa el nivel de ruido constante que en el mismo intervalo de tiempo contiene la misma energía total que el ruido fluctuante que se ha medido. Este nivel está directamente relacionado con la integración matemática del cuadrado de la presión sonora. El Leq normalmente tiene la ponderación A, aunque en algunos equipos de medida

se usan otras ponderaciones. La medida se puede detener en cualquier momento y normalmente se da por terminada cuando el prolongar el tiempo no aumenta la precisión del valor obtenido.

Cuando se trata de comparar sucesos de ruido de distinta duración como, por ejemplo, el paso de trenes de mercancías o de viajeros, se suele emplear el nivel de exposición sonora, SEL, que es el nivel continuo equivalente referido a un segundo.

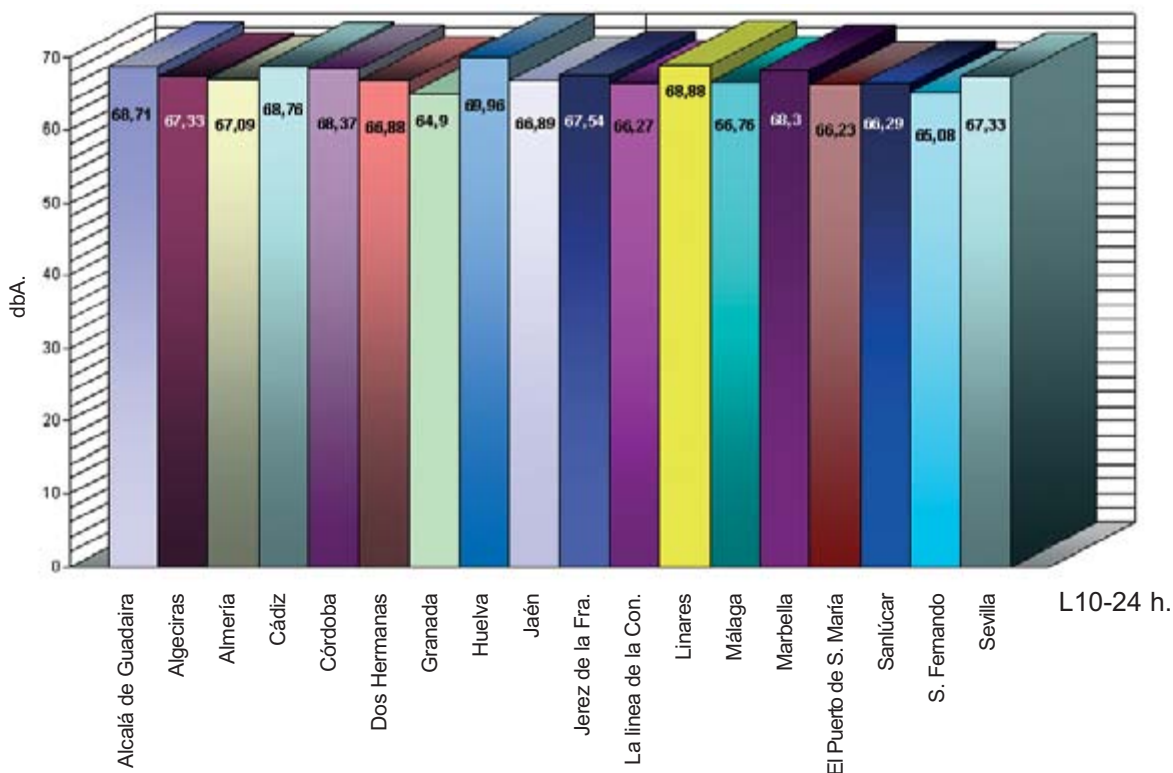
Si de lo que se trata es de evaluar el riesgo del ruido en el ámbito laboral, se suele utilizar el concepto de dosis de ruido, que se define como la cantidad de energía sonora que un oído normal puede percibir durante la jornada laboral para que el riesgo de pérdida auditiva al cabo de una jornada de 8 horas esté por debajo de un valor establecido. Es decir, la dosis de ruido es un L_{eq} con duración de 8 horas que se expresa como tanto por ciento de la exposición máxima permitida diariamente, con 100% correspondiente a un L_{eq} de 90dB (A) durante 8 horas (85 dB(A), en algunos países).

Análisis estadístico del ruido(L10, L50, L90): Asimismo, para registrar variaciones del nivel acústico se usa frecuentemente el análisis estadístico de distribución de niveles sonoros. Este método nos indica el porcentaje del tiempo total durante el cual se supera un determinado nivel acústico. Valores de tiempo del 10, 50 y 90% se usan con frecuencia como medidas de los niveles máximos, medios y de fondo, respectivamente.

Para las mediciones se pueden considerar dos períodos de tiempo diferentes. Para niveles de ruidos constantes o niveles instantáneos de ruidos variables se miden durante un tiempo muy breve (un segundo o menos), mientras que los sonidos variables pueden medirse para promedios de tiempo más prolongados, durante horas si es necesario, y se expresan en función del nivel de presión acústica equivalente (L_{eq}).

La duración del ruido asimismo es muy importante cuando se evalúa la respuesta subjetiva de la población al mismo. En este sentido, y como complemento de las mediciones físicas del ruido, se han desarrollado varios tests subjetivos para evaluar la respuesta humana ante el ruido.

Análisis de los niveles percentiles L10 24 h. en ciudades de más de 50.000 habitantes de Andalucía



INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Introducción

Antes de empezar cualquier programa de medida de ruido debe estar bien definido el objetivo del mismo, los datos necesarios para conseguirlo

y las medidas que se deberán llevar a cabo. La cantidad y tipo de análisis que llevemos a cabo influirá en la elección de la instrumentación y de los procedimientos de medida (un programa de investigación necesitará muchos más datos que un programa de control de ruido).

Sistema básico de medida

Para la medida del ruido existen una gran variedad de sistemas (dependiendo del número de aparatos interconectados) con los que es posible dar respuesta a la mayoría de los problemas.

Aunque cada equipo es distinto, básicamente todos consisten en: un transductor, una sección de análisis y una unidad de visualización. El transductor es habitualmente un micrófono.

La sección de análisis es la más compleja. Se compone de una gran variedad de circuitos que acondicionan la señal eléctrica y la ponderan. En el caso más sencillo consiste en una ponderación en frecuencia de acuerdo a alguna de las curvas de ponderación anteriormente descritas (ponderación A, B, etc.).

Cuando el parámetro de mayor interés sea una evolución temporal del ruido, la ponderación A se puede integrar para obtener parámetros como LAeq.

La sección de salida o de visualización varía según la tecnología utilizada:

marcador de aguja, lectura digital, impresora alfanumérica, pantalla de rayos catódicos e incluso conexión con ordenadores.

Sonómetros: El sonómetro es probablemente la mejor elección para tener un sistema de medida completo y preciso. Es un instrumento de lectura directa del nivel global eficaz de presión sonora. Además es el aparato más usado para el control del ruido. Es un instrumento que sirve para medir los sonidos. Registra los distintos niveles sonoros en decibelios. Los sonómetros incluyen ponderaciones A, B, C, D, LAeq, valores pico y mínimos, etc.

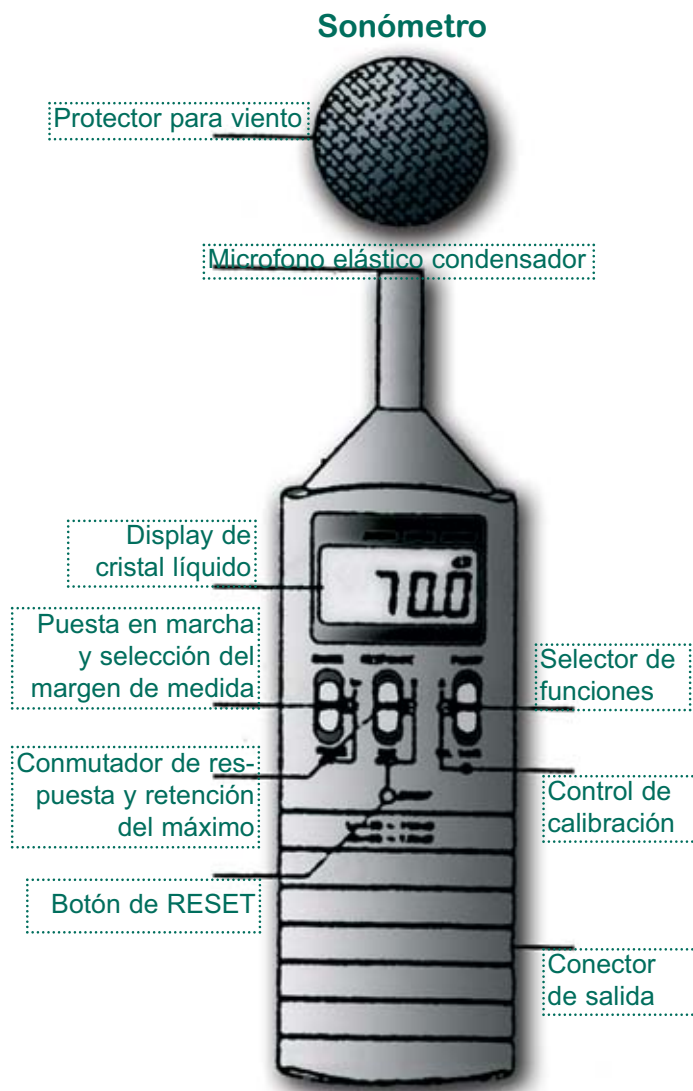
Es cómodo de usar y permite el desplazamiento (funciona con pilas).

Normalmente un sonómetro consta de un micrófono, preamplificadores (adaptan la señal eléctrica), amplificador (aumenta las señales hasta valores detectables), circuitos de ponderación (modulan la señal para que ésta tenga una relación directa con la sensación auditiva), circuito rectificador (rectifica y transforma la señal lineal/logarítmica), circuito

integrador (para que el equipo sea capaz de evaluar los distintos tipos de ruidos), indicador (muestra el valor de la presión sonora según las ponderaciones, filtros o integradores que se hayan utilizado), filtros (permiten conocer el valor de las distintas frecuencias de interés del ruido medido, de forma secuencial) y registradores (registran la señal detectada por el micrófono para su estudio posterior).

Los sonómetros se distinguen según su precisión en clase 0, 1, 2, y 3, siendo el de clase 0 el de mayor precisión y el de 1 de gran precisión.

Para medir el ruido producido por una fuente sonora en un lugar determinado, hay que tener en cuenta el llamado "ruido de fondo". Este ruido nunca debe enmascarar al sonido que interesa medir. Es necesario medir el ruido total y el ruido de fondo (sin la fuente sonora que queremos medir) y después calcular la diferencia entre ambas medidas. Si es inferior a 3db, el ruido de fondo es demasiado elevado para una medida precisa de la fuente emisora. Si está entre 3 y 10dB



es necesario realizar una serie de correcciones. Y si la diferencia es superior a 10db, no es necesaria ninguna corrección, ya que el nivel de la fuente absorbe al ruido de fondo.

Dosímetros: Son equipos destinados a la evaluación de una exposición a distintos niveles de ruidos en el tiempo, según una determinada ley de valoración. La evaluación, que se realiza mediante la utilización de dosímetros, es porcentual con respecto a la dosis máxima permitida, del 100%.

Normalmente los equipos de dosimetría constan de dos elementos: el monitor y el indicador, que bien pueden estar agrupados o por separado.

El monitor realiza el almacenamiento de la energía de acuerdo con una predeterminada ley, para su posterior lectura en el equipo de indicadores en el laboratorio. Actualmente los equipos reúnen ambas secciones de monitor e indicador, e incluso éstos transforman el porcentaje en el correspondiente nivel de ruido continuo equivalente en dBA.

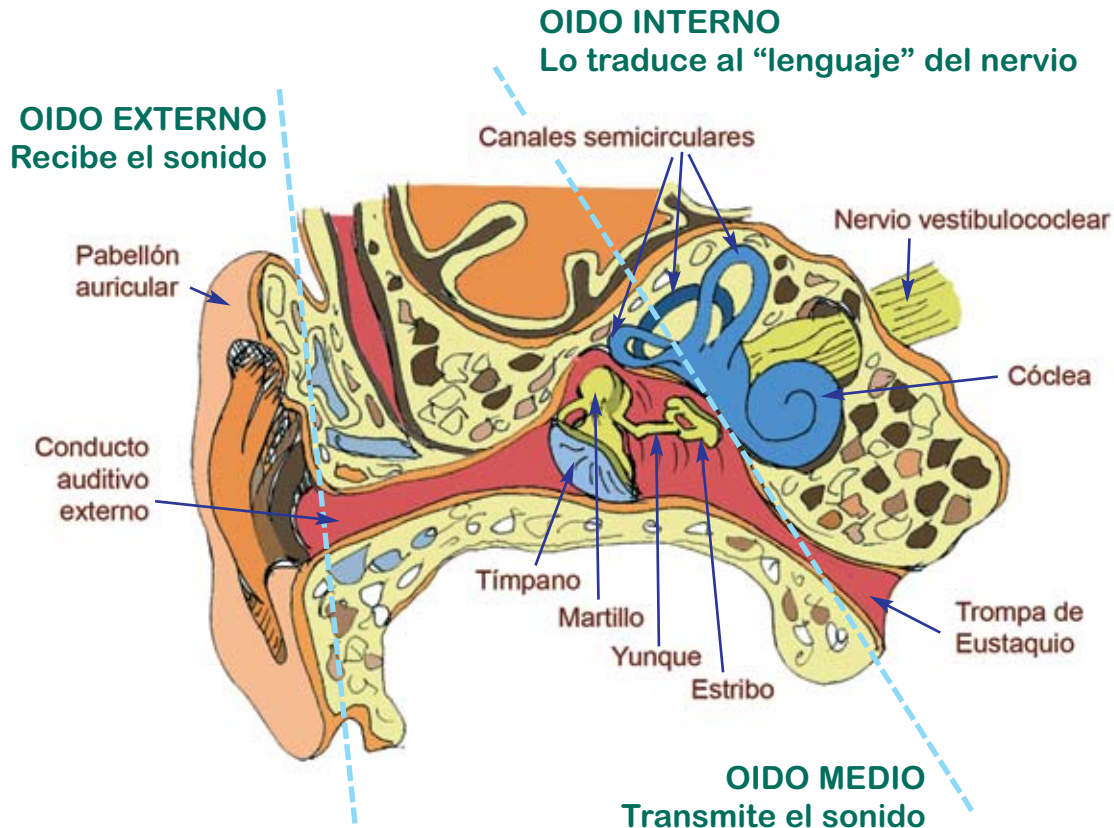
Fisiología de la audición

La audición es un sentido físico, dada la naturaleza del estímulo y a través del cual obtenemos información de un fenómeno de la naturaleza: el sonido. La audición es una actividad sensorial muy particular porque nos permite captar los sonidos de la voz y comunicarnos a través del lenguaje. También nos permite captar otros sonidos y adaptarnos al medio.

El proceso de la audición comienza cuando la onda sonora, captada por el pabellón auricular, es transmitida a través del conducto auditivo externo hasta el tímpano. Éste vibra y transmite el sonido al oído interno el cual convierte la onda sonora en energía bioeléctrica al tiempo que analiza y descompone la



onda sonora compleja proyectándola, ya como energía eléctrica, en el nervio auditivo y la convierte en impulso nervioso. Ese potencial recorrerá la vía auditiva hasta alcanzar los centros corticales del cerebro donde el mensaje es interpretado.



A lo largo de este proceso podemos estudiar dos fases: la transmisión o conducción y la percepción. La primera constituye todos los fenómenos que tienen lugar en el oído externo y medio, y la segunda, en el oído interno y vías nerviosas. La fase auditiva correspondiente al oído interno es muy importante, pues en

ese lugar tiene lugar la conversión de la energía mecánica del sonido en energía eléctrica. Al conjunto de fenómenos que tienen lugar allí, dentro de la percepción, se conoce con el nombre de recepción. La recepción sonora es pues una fase de la percepción, y a ambas se las conoce también como fase neurosensorial.

En definitiva, las vibraciones sonoras acceden al pabellón auricular y luego al tímpano, allí son transformadas en energía mecánica y transmitidas a través de una cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo) al líquido encerrado en el caracol (cóclea) que forma parte del oído interno.

El sistema tímpano-osicular, situado en el oído medio, no se limita a transmitir sino que amplifica la intensidad de la onda sonora, lo que facilita su captación por el oído interno. El oído medio actúa transmitiendo y amplificando la onda sonora como mecanismo habitual, pero puede actuar también reduciendo su amplitud, protegiendo al oído interno frente a sonidos de gran intensidad. Esta función protectora se produce por la con-

tracción refleja de unos músculos situados sobre los huesecillos martillo y estribo, aumentando su rigidez, lo que produce una reducción de la captación sonora. Cuando la onda sonora alcanza el oído interno, entramos en la fase neurosensorial. Esta fase podemos a su vez dividirla en dos: coclear y neural.

En la fase coclear, la cóclea se estimula por la llegada de los distintos sonidos y transmite la información a las terminaciones nerviosas, que después se organizarán en el nervio auditivo.

En la fase neural, el nervio auditivo transmite el mensaje al sistema nervioso central. A nivel cerebral, en la corteza auditiva, se produce la decodificación del mensaje y por tanto su interpretación.



Anna Lisa Pittman

Fuentes emisoras y medidas de control

Fuentes de ruido

TRANSPORTE:

Tráfico rodado: Procede principalmente del motor y las transmisiones así como la fricción causada por el contacto del vehículo con el suelo y el aire. Los niveles sonoros producidos por las transmisiones y motores aumenta con la velocidad del vehículo, tipo de calzada, estado de conservación de la misma y la distancia a la fuente.

Tráfico aéreo: Problemas graves de ruido durante las operaciones de despegue y aterrizaje. La producción de ruido por los aviones se relaciona con la velocidad del movimiento del aire, las hélices, los motores, los gases de escape y el estampido sónico.



Tráfico ferroviario: El ruido producido por la circulación de trenes depende principalmente del tipo de locomotora, vagones y raíles utilizados. En estaciones y muelles de carga y descarga suelen producirse ruidos de impacto.

INDUSTRIA:

Tiene su origen en el funcionamiento de la maquinaria.

- Equipos de ventilación y sopletes.
- Maquinarias giratorias y de vaivén.

Las operaciones en las que aparecen escapes de gases y de percusión son las que producen niveles de ruidos más altos.

En el interior de las zonas industriales suelen darse los problemas más graves causados por el ruido, afectando a una parte importante de la población activa, que puede verse sometida a niveles de ruido peligrosos.

CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS Y OBRAS PÚBLICAS:

Debido principalmente a la utilización de maquinaria:

- Mezcladora de hormigón.
- Grúas.
- Niveladores.
- Martillos neumáticos y compresores.

Así como:

- Operaciones de martilleo.
- Soldadura.
- Etc.



OTRAS FUENTES:

El ruido en el interior de los edificios:

- Calderas.
- Aires Acondicionados.
- Motores.
- Etc.
- Ruido de vecindad: Entendiendo como tal los ruidos producidos de forma general en las viviendas por las personas o grupos de personas que lo habitan. (TV., electrodomésticos, etc.). Siendo esta fuente una de las principales razones de quejas.
Instalaciones de determinadas actividades de ocio en los bajos de las viviendas (Pubs, discotecas, bares, etc.).

Ruido en el exterior de los edificios:

- Actividades musicales al aire libre.
- Recogida de basuras.
- Cortadores de césped motorizados.
- Mercados y locales comerciales.
- Reparto urbano de mercancías.
- Locales de espectáculos.
- Colegios.



Ruido en los edificios originados por las instalaciones auxiliares:

- Instalaciones de abastecimiento de aguas.
- Instalaciones de evacuación de aguas residuales y atmosféricas.
- Instalaciones de agua caliente sanitaria y calefacción.
- Instalaciones de transporte (ascensores y montacargas).

Locales de pública concurrencia.

Actividades industriales en las viviendas.

Medidas de control

TRANSPORTE

Tráfico rodado:

- **Métodos activos:** Dirigidos a la búsqueda de elementos más silenciosos mediante diseño y un proceso de fabricación especial.

- * **Neumáticos más silenciosos.**

- * **Pavimentos más silenciosos.**

- **Métodos pasivos:** Son los que van encaminados a que los niveles sonoros ya generados no se transmitan hacia fuera del vehículo.

- * **Encapsulado del motor:**

- Inconvenientes:*

- Problemas de refrigeración.
 - Difícil acceso a éstos debido al encapsulado.

En motocicletas el problema de ruidos de escape y admisión no ha sido resuelto debido al inconveniente de instalar silenciadores grandes en un espacio reducido.

- * **Evitar la transmisión:**

- Aumentando la distancia entre la fuente (vía de circulación) y receptor (viviendas). La única solución posible es hacer una previsión, mediante planificación urbana.

- * **Intercalar apantallamientos:**

- *Plantaciones naturales.*

- *Muros de hormigón.*

- *Diques de tierra.*

- *Pantallas acústicas:* Son aquellas superficies sólidas con suficiente peso superficial (al menos 20 Kg/m²), que se incorporan en el camino de las ondas sonoras, impidiendo parcialmente su propagación y creando una zona de sombra sonora.

Tráfico aéreo:

Las medidas que se pueden adoptar para controlar este tipo de ruido se reducen a:

- Limitar el ruido en la fuente.
- Aislamiento acústico de los edificios.
- Limitar el tráfico aéreo.
- Planificar el uso de la fuente.



Los dosímetros se utilizan cuando la exposición al ruido varía significativamente durante la jornada laboral, registrando la exposición total.

CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS Y OBRAS PÚBLICAS:

- Creación de leyes que obliguen a los fabricantes a hacer máquinas cada vez más silenciosas.

Tráfico ferroviario:

Aplicación de acciones concretas de protección sonora en los márgenes de las vías férreas nuevas tratando de mantener el nivel sonoro en la recepción alrededor de los 70 dB.

- Atenerse a la normativa local, en lo que se refiere a horarios de emisión.

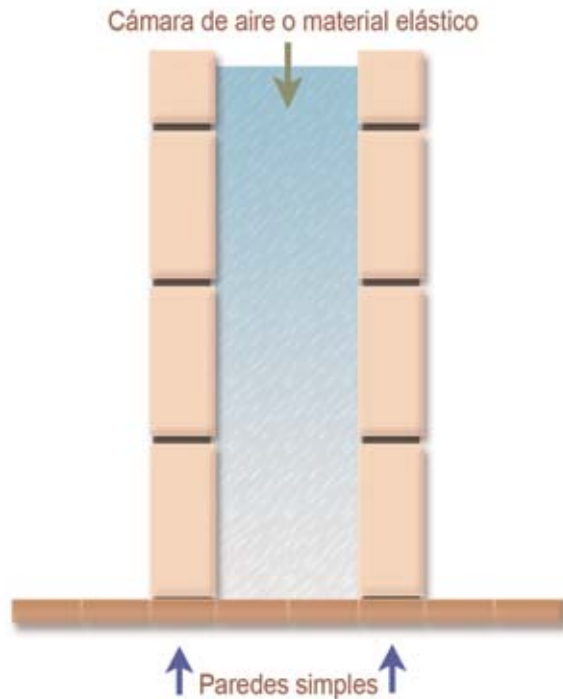
OTRAS FUENTES:

Para el control de estas fuentes, se utilizan principalmente medidas de choque sobre las PAREDES, VENTANAS, PUERTAS, TECHOS Y SUELOS.

INDUSTRIA:

- Medidas de aislamiento en edificios colindantes.
- Leyes que obliguen a la construcción de maquinaria más silenciosa.
- Planificación territorial.
- Protección de los trabajadores: Dosímetros y utilización de cascos protectores...
- **Paredes dobles:** Aislamiento superior de 40 dB. Básicamente consiste en dos paredes simples separadas por un material elástico o una capa de aire. Los factores que afectan a la reducción sonora conseguida por la pared son:

Aislamiento acústico de paredes



- Comportamiento individual de cada pared.
- Acoplamiento entre ambas.
- Absorción acústica en la cavidad (evitar puentes sonoros; uniones rígidas), al mismo tiempo se elegirán paredes desiguales con el fin de que la frecuencia de ambas capas

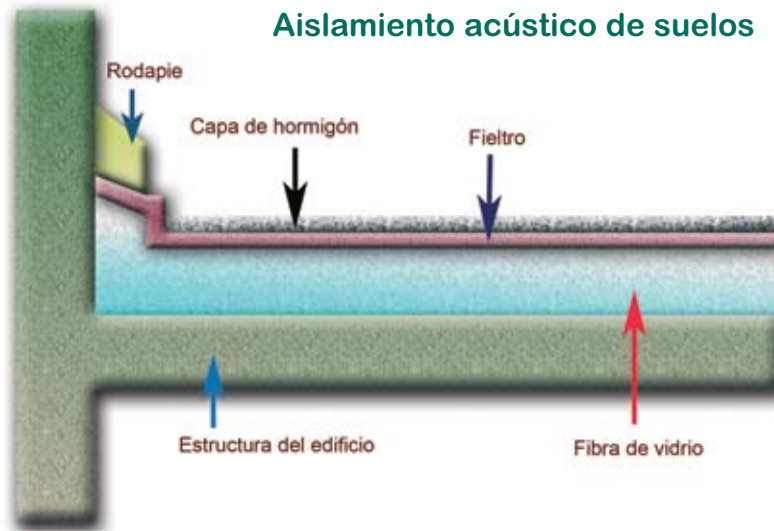
sea distinta y no cause una disminución notable del aislamiento por este motivo.

- **Puertas:** Utilización de juntas de fieltro o goma que sellen todo el perímetro de la puerta. Mayor aislamiento utilizando puertas dobles, separadas por una distancia de 8 cm. (aislamiento aproximado de 5 dB).
- **Ventanas:** Mejora del aislamiento mediante el uso de construcciones dobles, dos vidrios separados mediante una capa de aire.

Una ventana doble es aislante acústico efectivo siempre que el ancho de la cavidad sea al menos de 75 mm.

Se puede mejorar como en el caso de las puertas colocando material absorbente en el marco, dentro de la cavidad.

- **Suelos:** Se rige por los mismos principios que hemos indicado para paredes, solamente existen diferencias en su realización ya que están sometidos a otros esfuerzos.



Aislamiento acústico de suelos

Estas soluciones suponen que ya partimos de un aislamiento al ruido aéreo suficiente pues este aspecto no se mejora en absoluto con el alfombrado, al ser una capa ligera montada directamente sobre la cubierta.

El método más práctico de obtener buenos aislamientos en suelos tanto frente a ruidos aéreos como frente a impactos es el uso de pavimentos flotantes.

Consiste en una capa suplementaria, con una masa superficial que descansa sobre el suelo estructural, pero separado de éste por un soporte elástico, como una capa de fibra mineral. La construcción puede considerarse como un sistema masa-muelle amortiguado.

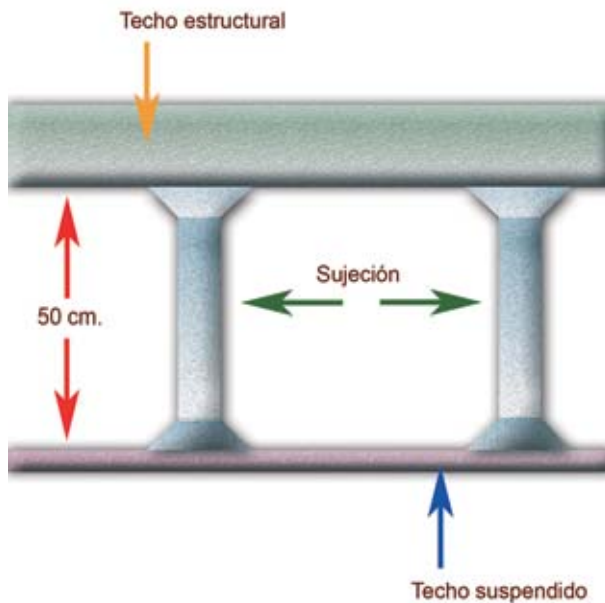
Al suelo principalmente le afectan dos tipos de ruidos: el de impacto y el aéreo.

A veces un buen aislamiento al ruido aéreo, no es tan bueno para la transmisión del ruido de impacto.

La solución más sencilla para resolver el problema de ruido de impacto es reducir su efecto mediante el recubrimiento del suelo con un alfombrado blando que a causa de su elasticidad atenúe la formación y transmisión del ruido de pisadas.

- **Falsos techos:** Segundo tratamiento posible para aumentar el aislamiento entre plantas.

Aislamiento acústico en techos



Hay dos tipos de techos que mejoran el aislamiento:

- El falso techo propiamente dicho, que es aquel independiente de la estructura del techo principal.
- Los techos suspendidos, son aquellos que se encuentran colgados del techo estructural, los lugares de sujeción constituyen puentes sonoros, por lo tanto deben ser blandos a ser posible, tener poca dilatación y mantener distancias entre sí no inferiores a 50 cm, al igual que para paredes dobles debe colocarse una capa de material absorbente en la cámara de aire, con el fin de reducir la resonancia de la cavidad.

Efectos del ruido

INTRODUCCIÓN:

Se sabe que biológicamente el oído precede a todos los órganos y condiciona nuestra manera de ser y de relacionarnos con el mundo. La audición es la fuente del lenguaje verbal y de la comunicación.

En los últimos años se han conocido nuevas patologías asociadas y relacionadas con la existencia de ruido y que no son estrictamente de naturaleza auditiva. Como señalaba el Dr. Soulaireic en un reciente simposium celebrado en Montpellier: "El ruido es un problema muy amplio, puesto que el individuo es afectado en su integridad. La agresión sonora afecta al sistema cardiovascular, endocrino, neurofísico y sensorial".



EECTOS AUDITIVOS:

a) Efecto máscara: Consiste en que un sonido impida por su presencia la percepción total o parcial de otros sonidos. Este efecto se convierte en nefasto cuando perturba la percepción de señales o mensajes y en especial cuando afecta a la comunicación hablada. Es entonces un factor de aislamiento que, al margen de sus efectos negativos sobre la moral o el humor de las personas, puede disminuir la eficacia del trabajo e incluso aumentar el riesgo de accidentes.

b) Fatiga auditiva o desplazamiento temporal del umbral de audición: Es un déficit temporal de la sensibilidad auditiva que persiste cierto tiempo después de la supresión del ruido que la ha provocado, disminuyendo progresivamente hasta la recuperación total.

c) Los acúfenos: Su incidencia se estudia desde hace pocos años y su origen se atribuye al ruido urbano, si bien sus causas están por determinar de un modo concluyente y científ-

fico y tampoco aparece claro su tratamiento. Se describen como ruidos que aparecen en el interior del oído por alteración del nervio auditivo y hacen al enfermo escuchar un pitido interior constante causando ansiedad y cambios de carácter.

d) Pérdida progresiva e inconsciente de la audición o desplazamiento permanente del umbral de audición: Con frecuencia se cree que el organismo se puede ir "habituando" al ruido. Es falso, cuando nos creemos habituados al ruido, su impacto sobre el organismo sigue siendo el mismo. El sistema auditivo se compone de 20.000 células auditivas (10.000 en cada oído) y el ruido va matando esas células que son irre recuperables. Cuando ha desaparecido un cierto número (tras la exposición fugaz a fuertes ruidos de los que provocan "fatiga auditiva" se va produciendo esa desaparición paulatina) se inicia el proceso hacia la sordera, que de temporal pasa a ser definitiva, sin que se vaya adquiriendo conciencia del proceso hasta que éste es irreversible.

EECTOS NO AUDITIVOS:

Además de las afecciones producidas por el ruido al oído, éste actúa negativamente sobre otras partes del organismo, donde se ha comprobado que bastan 50 a 60 dB A para que existan enfermedades asociadas al estímulo sonoro. En presencia de ruido, el organismo adopta



una postura defensiva y hace uso de sus mecanismos de protección. Se han podido observar efectos vegetativos como la modificación del ritmo cardíaco y vasoconstricciones del sistema periférico. Entre los 95 y 105 dB A se producen afecciones en el riego cerebral, debidas a espasmos o dilataciones de los vasos sanguíneos, además de alteraciones en la coordinación del sistema nervioso cen-

tral; alteraciones en el proceso digestivo, dadas por secreciones ácidas del estómago lo que acarrea úlceras duodenales, cólicos y otros trastornos intestinales; aumento de la tensión muscular y presión arterial; cambios de pulso en el electroencefalograma; dilatación de la pupila, alterando la visión nocturna, además de estrechamiento del campo visual.

Las reacciones fisiológicas al ruido no se consideran patológicas si ocurren en ocasiones aisladas, pero exposiciones prolongadas (por ejemplo, el ruido de tráfico urbano) pueden llegar a constituir un grave riesgo para la salud. Se ha comprobado que en los sujetos expuestos al ruido, se produce un incremento significativo en la concentración de la hormona GH, que es uno de los principales marcadores de estrés. En todo caso, el estrés ambiental no es más que la respuesta defensiva del organismo a estímulos adversos.

La salud no debe entenderse sólo como ausencia de enfermedad, sino que, salud debe ser sinónimo de bienestar físico y psíquico. La Psicoacústica es un área que se dedica a investigar sobre las

alteraciones psíquicas que provoca el ruido en tareas de vital importancia para el desenvolvimiento humano. Entre estas citamos el sueño, la memoria, la atención y el procesamiento de la información.

a) Efectos sobre el

sueño: El ruido puede provocar dificultades para conciliar el sueño y también despertar a quienes están ya dormidos. En numerosas oportunidades hemos escuchado la típica frase de que el sueño es la actividad que copa un tercio de nuestras vidas y éste nos permite entre otras cosas descansar, ordenar, y proyectar nuestro consciente. Así como también esta claro que está constituido por al menos dos tipos distintos de sueño: El sueño clásico profundo (no-REM, etapa de sueño profundo, el que a su vez se divide en cuatro fases distintas), y el sueño paradójico (REM). Se ha comprobado que sonidos del orden de los 60 dBA reducen la profundidad del sueño. Dicha disminución se acrecienta



ta a medida que crece la amplitud de la banda de frecuencias, las cuales pueden llegar a despertar al individuo, dependiendo de la fase del sueño en que se encuentre y de la naturaleza del ruido. Los estímulos débiles inesperados también pueden perturbar el sueño. Durante la noche, que debería servir como tiempo de equilibrio frente a la exposición diurna a

las tensiones de la contaminación acústica, el individuo sufre, como se ha comprobado, la repercusión de éstas por un efecto de memoria acumulativa.

Por otra parte, los ruidos sufridos durante la noche inciden en la calidad del sueño de una forma que ya ha sido ampliamente comprobada, a partir del registro de la actividad eléctrica cerebral y la actividad oculomotriz que se producen durante el sueño y que han permitido considerar su incidencia en cada una de sus etapas. Hay que tener en cuenta que el

sueño no solo implica al cerebro, sino a todo el conjunto del organismo en sus componentes neuroendocrinas, térmicas y cardiorrespiratorias.

Durante el sueño, la actividad cardiovascular se ve perturbada a partir de un ruido de tráfico que penetre en la casa de entre 45 y 65 dB. Picos de ruidos superiores, (incluso sin percibirse conscientemente como una interrupción del sueño) provocan una aceleración cardíaca brusca seguida de una ralentización también brusca que produce vasoconstricción periférica seguida de vasodilatación, y a la larga puede ser causa de hipertensión crónica. Puede decirse que una persona que atraviesa una ciudad con una motocicleta a escape libre, deja a su paso decenas de miles de personas que han sufrido una taquicardia. Todo esto, es mucho más preocupante en el caso de los niños.



Cada noche se ven afectados colectivos amplísimos de personas en las grandes ciudades: la sociedad está poblada cada mañana de gente que, sin saber la causa, sufre astenia, fatiga nerviosa, hipertensión... y de insomnes y depresivos cuya sensibilidad al ruido se hace cada vez más acusada. Los individuos más emotivos y ansiosos son los que suelen experimentar más una gran fatiga por la mañana porque son a los que más perturba subjetivamente una calidad de sueño degradada.

b) Efectos sobre la conducta: La aparición súbita de un ruido o la presencia de un agente sonoro molesto para el sujeto, pueden producir alteraciones en su conducta que, al menos momentáneamente, puede hacerse más abúlica, o más agresiva, o mostrar el sujeto un mayor grado de desinterés o irritabilidad. Las alteraciones conductuales, que son pasajeras en la mayor parte de las ocasiones, se producen porque el ruido ha provocado inquietud, inseguridad, o miedo en unos casos, o bien, son causa de un mayor falta de iniciativa en otros.

Se pueden citar como expresión de las alteraciones psicológicas producidas por el ruido las siguientes: irritabilidad, astenia, susceptibilidad exagerada, agresividad, alteraciones del ca-



rácter, alteraciones de la personalidad y trastornos mentales. Estas manifestaciones psíquicas serían los eslabones finales de una cadena sintomática que comenzaría con los signos de disminución de la concentración, inseguridad, inquietud, etc., y que, con prolongadas exposiciones a ruidos de alta intensidad, conduce en un elevado número de casos a auténticos trastornos de la personalidad.

Son muchos los investigadores que consideran que existe una asociación entre ruido ambiental y salud mental, ya que éste sin ser la causa directa de la enfermedad mental, puede acelerar o intensificar el desarrollo de una neurosis latente. Existen estudios en los que se pone de manifiesto que los habitantes de zonas ruidosas tienen un índice mayor de ingresos en hospitales mentales, en contraposición a habitantes de zonas más silenciosas.

En estudios realizados sobre comportamiento solidario se comprueba que éste disminuye conforme se incrementa el ruido ambiental, llegando incluso a desaparecer en caso de sobrecarga ambiental.

c) Efectos en la memoria: En tareas donde se utiliza la memoria, se observa un mejor rendimiento en los sujetos que no han estado sometidos al ruido. Ya que con el ruido crece el nivel de activación del sujeto y esto, que en principio puede ser ventajoso en relación con el rendimiento en cierto tipo de tareas, en otras lo que produce es una sobreactivación que conlle-

va un descenso en el rendimiento. El ruido hace más lenta la articulación en la tarea de repaso, especialmente con palabras desconocidas o de mayor longitud. Es decir, en condiciones de ruido, el sujeto sufre un coste psicológico para mantener su nivel de rendimiento.

d) Efectos en la atención:

El ruido repercute sobre la atención, focalizándola hacia los aspectos más importantes de la tarea, en detrimento de aquellos otros aspectos considerados de menor relevancia.



- e) Estrés:** Parece probado que el ruido se integra como un elemento estresante fundamental. Y no sólo los ruidos de alta intensidad son los nocivos. Ruidos incluso débiles, pero repetidos pueden entrañar perturbaciones neurofisiológicas aún más importantes que los ruidos intensos. El ruido de débil intensidad, pero prolongado en el tiempo, introduce una dimensión

subjetiva y puede entrañar molestias psicológicas y dolencias somáticas graves que no están ligadas a los aspectos puramente físicos del oído.

Según un informe de la OMS: "el ruido causa distintas reacciones a lo largo del eje hipotalámico-hipofisario-suprarenal, entre ellas un aumento de la hormona adrenocorticotrópica liberada y una elevación de las concentraciones de corticosteroides. En experiencias en laboratorio se han provocado formas agudas de algunas de estas reacciones con niveles de ruido más bien moderados".

Es preciso fundamentar más estudios para determinar los riesgos a largo plazo causados por la acción del ruido sobre el sistema nervioso autónomo.

- f) Efectos en el embarazo:** Se ha observado que las madres embarazadas que han estado desde el principio en una zona muy ruidosa, tienen niños que no sufren alteraciones, pero

si se han instalado en estos lugares después de los 5 meses de gestación (en ese periodo el oído se hace funcional), después del parto los niños no soportan el ruido, lloran cada vez que lo sienten, y al nacer su tamaño es inferior al normal. Los estudios realizados en diferentes zonas de aeropuertos del mundo revelan unas tasas de malformaciones anormalmente elevadas y un número también más elevado de niños que nacen muertos. El ritmo cardíaco de un lactante se acelera ante un ruido intenso y se provoca, como en adultos, perturbaciones del sistema cardiovascular y respiratorio y alteraciones hormonales diversas.

g) Efectos sobre la infancia: El ruido es un factor de riesgo para la salud de los niños y niñas, repercute negativamente en su aprendizaje. Educados en un ambiente ruidoso se convierten en menos atentos a las señales acústicas y sufren perturbaciones en su capacidad de escuchar y un retraso en el aprendizaje de la lectura. Se dificulta la comunicación verbal, favoreciendo el aislamiento y la poca sociabilidad. La exposición al ruido afecta al sistema respiratorio, disminuye la

actividad de los órganos digestivos, acelerando el metabolismo y el ritmo respiratorio, provoca trastornos del sueño, irritabilidad, fatiga psíquica, etc. De hecho, el ruido parece tener una influencia negativa sobre las facultades de atención que se desarrollan desde los primeros años de vida. Se nota también una participación reducida en las diferentes actividades que se les proponen, una dificultad especial a fijarse un tiempo muy largo sobre una tarea y la tendencia a abandonar rápidamente un trabajo que se juzga difícil.

En diferentes estudios comparativos de poblaciones infantiles sometidas o no a un medio ambiente ruidoso, se observa en los primeros, mayores manifestaciones de agresividad, fatiga y agitación psicomotriz que puede deteriorar el clima social y ser la causa de constantes conflictos y riñas. Se estima también que el ruido que con frecuencia hace difícil la comunicación verbal, puede favorecer la aparición de un sentimiento de aislamiento, dificultar la sociabilidad y entrañar perturbaciones en la forma de relacionarse con los demás.

Muy pronto (entre los 7 y los 11 meses), el ruido de la casa puede frenar la expansión psicológica normal, lo que puede ser medido por un retraso en pruebas de desarrollo. Se estima también que un nivel sonoro demasiado elevado en la escuela o en el domicilio, puede alterar el número, la calidad y el contenido de las comunicaciones verbales.

Los niños y niñas sometidos en su domicilio a una superposición de fuentes sonoras diversas, tales como la radio, la televisión, el aspirador... lo que se ha llamado por diversos autores "confusión de ruidos" parecen aprender más lentamente que otros a hablar correctamente en el curso de los dos primeros años de su desarrollo.

EECTOS ECONÓMICOS:

La sobrecarga acústica a nivel urbano influye sobre el precio de los solares, viviendas, alquileres, etc., que irá decreciendo en función del aumento de ésta. En cuanto al coste del ruido para la sociedad o el Estado habrá que diferenciar entre:



- **Costes directos:** pérdida de productividad, dificultades de comunicación, además de los costes directos de las medidas de insonorización.
- **Costes indirectos:** son consecuencia de las molestias o efectos negativos a largo plazo.

EECTOS SOBE EL MEDIO AMBENTE:

Este aspecto no ha sido explorado aún suficientemente. Los resultados de las investigaciones disponibles apuntan a efectos negativos sobre la nidificación de las aves, los sistemas de comunicación de los mamíferos marinos y otros peor definidos.

Es de temer que sólo estemos viendo el pico del iceberg y que éstos no sean sino unos pocos ejemplos de un efecto mucho más general y que puede estar ocurriendo a gran escala: la contribución del ruido al despla-



miento de muchas especies animales de sus hábitats y rutas naturales, así como a la creación de impedimentos a sus costumbres de reproducción y alimentación.

Normativa sobre la emisión y exposición al ruido

ESTADO ESPAÑOL:

NORMATIVA CON CARÁCTER GENERAL

a) Constitución española:

Artículo 15: Derecho a la integridad física y moral.

Artículo 18: Derecho a la intimidad personal y familiar. Inviolabilidad del domicilio.

Artículo 43: Derecho a la salud.

Artículo 45: Derecho a un medio ambiente adecuado.

Artículo 53: Garantías de los derechos fundamentales

Artículo 104: Misión de los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad.

(Estos artículos se relacionan con denuncias por ruidos según reconoce la sentencia del Tribunal Constitucional del 29/5/2001 y posteriores)

b) Código Civil:

El Código Civil español no menciona expresamente el ruido. Sin embargo, es doctrina unánime que, de acuerdo con la regla de analogía de su artículo 4.1, son de aplicación los **artículos 590 y 1902 y siguientes, especialmente el 1908**. Ver también el **artículo 7**.

c) Código Penal:

Artículos relacionados con el ruido:

Artículo 325: Emisión de ruidos.

Artículo 326: Agravantes.

Artículo 327: Consecuencias accesorias.

Artículo 329: Prevaricación de las autoridades y funcionarios

Artículo 331: Atenuante

d) Seguridad ciudadana:

Ley Orgánica 9/1983, de 15 de Julio, reguladora del Derecho de Reunión.

Ley Orgánica 2/1986, de 13 de marzo, de Fuerzas y Cuerpos de seguridad.

Ley Orgánica 1/1992, de 21 de febrero, sobre Protección de la Seguridad Ciudadana.

NORMATIVA ESPECÍFICA

a) Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

b) Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico.

c) Real Decreto 1909/81, de 24 de julio, que aprueba la Norma básica de edificación NBE-CA-88 sobre Condiciones Acústicas en los edificios.

d) Actividades molestas y aparatos ruidosos:

La Ley 49/60 de Propiedad Horizontal (artículo 7.2) y la **Ley 29/94** de Arrendamientos Urbanos (artículo 27 punto 2, apartado e) contienen disposiciones que protegen contra el ruido causado por vecinos, u otras actividades molestas realizadas por los mismos, tanto copropietarios como arrendatarios.

Decreto 2414/1961, de 30 de diciembre, Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP) y **O.M. de 15 marzo de 1963**, que da instrucciones complementarias para la aplicación del RAMINP.

RD 1316/1989 sobre protección de los trabajadores frente al ruido.

RD 213/1992, de 6 de Marzo, sobre especificaciones sobre el ruido en el etiquetado de aparatos.

e) Vehículos a motor:

Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial (**RDL 339/1990**).

Real Decreto 13/1992, de 17 de enero, Reglamento General de Circulación.

Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.

Decreto 1439/1972 sobre Homologación de Vehículos Automóviles en lo que se refiere al ruido por ellos producido.

Real Decreto 320/1994, de 25 de Febrero, que aprueba el Reglamento del Procedimiento Sancionador.

NORMATIVA RELACIONADA CON LA ADMINISTRACIÓN

a) Ley Orgánica 1/2002, de 22 de marzo, reguladora del Derecho de Asociación.

b) Ley Orgánica 4/2001, reguladora del Derecho de Petición.

c) Ley 30/1992, del Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

d) Ley 29/1998, de 13 de julio, reguladora de la Jurisdicción Contencioso-Administrativa.

e) Ley 38-1995 de 12 de Diciembre, sobre el derecho de acceso a la información en materia de medio ambiente.

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ANDALUCÍA

La Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental aprobada por el Gobierno Andaluz para su aplicación en la Comunidad Autónoma de Andalucía recoge, en el Capítulo I (de la calidad del aire) del Título III (Calidad Ambiental), un apartado referido a ruidos y vibraciones.

Posteriormente por el Decreto 74/1996 se aprueba el Reglamento de Calidad del Aire. En él se hace referencia en Título III a medidas contra el ruido. El **Decreto 326/2003**, del 25 de noviembre, deroga este Título y amplía las medidas contra el ruido aprobando el **Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía**.

El mencionado Reglamento recoge entre otros los siguientes artículos que reseñamos por su interés:

En el **artículo 4**, referido a las competencias, refiere que corresponde a la Consejería de Medio Ambiente la vigilancia y control de la contaminación acústica, y que corresponde a los Ayuntamientos la aprobación de ordenanzas municipales y la vigilancia y control in situ, así como la determinación de áreas de sensibilidad acústica, declaración de zonas saturadas, etc.

También plantea la obligación de aprobar ordenanzas municipales en poblaciones mayores de 20.000 habitantes.

En el **artículo 5**, referido a Ordenanzas Municipales, se dice que las ordenanzas deberán regular como mínimo los siguientes aspectos (sin que en ningún caso puedan reducir las exigencias y los parámetros de contaminación acústica establecidos por este Reglamento):

- a) La emisión de ruidos producida por la circulación de vehículos a motor, especialmente ciclomotores y motocicletas.
- b) Los sistemas sonoros de alarma.
- c) La emisión de ruidos producida por actividades de ocio, espectáculos públicos, recreativos, culturales y de asociacionismo.
- d) Los criterios para la autorización de licencia para veladores en establecimientos de hostelería y su régimen de control como actividad generadora de ruidos en la vía pública.
- e) Los trabajos en la vía pública y en las edificaciones.
- f) Las actividades de carga y descarga de mercancías.
- g) Las actividades propias de la relación de vecindad, como el funcionamiento de aparatos electrodomésticos de cualquier clase, el uso de instrumentos musicales y el comportamiento de animales domésticos.
- h) Las instalaciones de aire acondicionado, ventilación o refrigeración.
- i) Los trabajos de limpieza de la vía pública y de recogida de residuos.

- j) Los mecanismos de coordinación interna entre los distintos departamentos del Ayuntamiento que tengan competencia sobre una misma actividad generadora de ruidos.

El artículo 11 establece una clasificación de las áreas de sensibilización acústica, y diferencia los siguientes tipos:

Tipo I: Área de silencio. Zona de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una especial protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- a) Uso sanitario.
- b) Uso docente.
- c) Uso cultural.
- d) Espacios naturales protegidos, salvo las zonas urbanas.

Tipo II: Área levemente ruidosa. Zona de considerable sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección alta contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- a) Uso residencial.
- b) Zona verde, excepto en casos en que constituyen zonas de transición.
- c) Adecuaciones recreativas, campamentos de turismo, aulas de la naturaleza y senderos.

Tipo III: Área tolerablemente ruidosa. Zonas de moderada sensibilidad acústica, que comprenden los sectores del territorio que requieren una protección media contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- a) Uso de hospedaje.
- b) Uso de oficinas o servicios.
- c) Uso comercial.
- d) Uso deportivo.
- e) Uso recreativo.

Tipo IV: Área ruidosa. Zona de baja sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren menor protección contra el ruido. En ella se incluyen las zonas con predominio de los siguientes usos del suelo:

- a) Uso industrial.
- b) Zona portuaria.
- c) Servicios públicos, no comprendidos en los tipos anteriores.

Tipo V: Area especialmente ruidosa. Zona de nula sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio afectados por servidumbres sonoras a favor de infraestructuras de transporte, autovías, autopistas, rondas de circunvalación, ejes ferroviarios, aeropuertos y áreas de espectáculos al aire libre.

A efectos de la delimitación de las áreas de sensibilidad acústica, las zonas que se encuadren en cada uno de los tipos señalados en el apartado anterior lo serán sin que ello excluya la posible presencia de otros usos del suelo distintos de los indicados en cada caso como mayoritarios.

Asimismo, a fin de evitar que colinden áreas de diferente sensibilidad, se podrán establecer zonas de transición, en la que se definirán valores intermedios entre las dos zonas colindantes. En el caso de que una de las áreas implicadas sea de Tipo I los valores intermedios no podrán superar los asignados a las áreas de Tipo II.

Tabla 1: (Referida al ambiente interior)

ZONIFICACIÓN	TIPO DE LOCAL	NIVELES LÍMITES (dBA)	
		DÍA (7 - 23)	NOCHE (23 - 7)
Equipamientos	Sanitario y bienestar social	30	25
	Cultural y religioso	30	30
	Educativo	40	30
	Para el ocio	40	40
Servicios Terciarios	Hospedaje	40	30
	Oficinas	45	35
	Comercio	55	45
Residencial	Piezas habitables, excepto cocina y cuartos de baño.	35	30
	Pasillos, aseos y cocinas	40	35
	Zonas de acceso común	50	40

Tabla 2: (Referida al ambiente exterior)

SITUACIÓN ACTIVIDAD	NIVELES LÍMITES (dBA)	
	DÍA (7 - 23)	NOCHE (23 - 7)
Zonas de equipamiento sanitario	60	30
Zona con residencia, servicios terciarios, no comerciales o equipamientos no sanitarios	65	55
Zona con actividades comerciales	70	60
Zonas con actividad industrial o servicio urbano excepto servicios de administración	75	70

Tanto la Ley como el Reglamento reconoce el papel principal de los Ayuntamientos en la vigilancia y control del ruido, otorgándoles potestad sancionadora y obligándoles a la elaboración de ordenanzas municipales acordes con las normativas estatal y autonómica.

Actualmente son cada vez más las ciudades andaluzas que cuentan con ordenanzas municipales sobre ruidos, sin embargo no ocurre lo mismo en municipios de menor densidad poblacional.

UNIÓN EUROPEA:

Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y el Consejo de 25 de junio de 2002, sobre Evaluación y gestión del ruido ambiental.

Informe de la Comisión al Reglamento Europeo y al Consejo sobre las medidas comunitarias vigentes en relación con las fuentes de ruido ambiental, de conformidad con el apartado 1 del artículo 10 de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.(Bruselas, 10/3/2004)

DERECHO INTERNACIONAL:

Declaración Universal de los Derechos Humanos

Convenio Europeo de los Derechos Humanos

GUÍAS DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

Valores límite recomendados.

Ambiente	Efectos en la salud	LAeq (dB)	Tiempo (horas)	LAm _{ax} , fast (dB)
Exterior habitable	Molestias graves, día y anochecer Molestias moderadas, día y atardecer	55 50	16 16	- -
Interior de viviendas	Interferencia en la comunicación verbal, día y anochecer	35	16	
Dormitorios	Perturbación del sueño, noche	30	8	45
Fuera de los dormitorios	Perturbación del sueño, ventana abierta (valores en el exterior)	45	8	60
Aulas de escolar y preescolar, interior	Interferencia en la comunicación, perturbación en la extracción de información, inteligibilidad del mensaje	35	Durante la clase	-
Dormitorios de preescolar, interior	Perturbación del sueño	30	Horas de descanso	45
Escolar, terrenos de juego	Molestias (fuentes externas)	55	Durante el juego	-
Salas de hospitales, interior	Perturbación del sueño, noche Perturbación del sueño, día y anochecer	30 30	8 16	40 -
Salas de tratamiento en hospitales, interior	Interferencia con descanso y restablecimiento	1 ¹		
Zonas industriales, comerciales y de tráfico, interior y exterior	Daños al oído	70	24	110
Ceremonias, festivales y actividades recreativas	Daños al oído (asistentes habituales: < 5 veces/año)	100	4	110
Altavoces, interior y exterior	Daños al oído	85	1	110
Música a través de cascos y auriculares	Daños al oído (valores en campo libre)	85 ⁴	1	110
Sonidos impulsivos de juguetes, fuegos artificiales y armas de fuego	Daños al oído (adultos) Daños al oído (niños)	- -	- -	140 ² 120 ²
Exteriores en parques y áreas protegidas	Perturbación de la tranquilidad	³		

Notas:

¹ Tan débil como se pueda.
² Presión sonora pico (no LAm_{ax}, fast), medida a 100 mm del oído.
³ Las zonas tranquilas exteriores deben preservarse y minimizar en ellas la razón de ruido perturbador a sonido natural de fondo.
⁴ Bajo los cascos, adaptada a campo libre.

Fuente: Lucha contra el ruido (El sitio dedicado a la contaminación acústica, www.ruidos.org)

Bibliografía

Aguerri Sánchez, M.P. (1998) *La Ciudad Sonora*. Ayuntamiento de Zaragoza, Servicio de Medio Ambiente.

Albert, F.J. y Gutiérrez, E. (2001) *Contaminación Atmosférica, Ruidos y Radiaciones*. Editex, S.A., Madrid

Alonso García, E. (1993) *El marco contenido sustantivo de la legislación comunitaria de Medio Ambiente*. Fundación Universidad-Empresa, Civitas. Madrid.

Ayuntamiento de Granada (1991) *Análisis del medio acústico de la ciudad de Granada: mapa de ruidos*. Delegación de Medio Ambiente y Consumo, Estudios y Programas, Ayuntamiento de Granada.

Ayuntamiento de Madrid (1991) *El ruido en la ciudad. Gestión y Control*. Concejalía de Medio Ambiente-Sociedad Española de Acústica, Madrid.

Ayuntamiento de Madrid (2001) *Libro Blanco de la Contaminación Acústica*. Ayuntamiento de Madrid, Área de Medio Ambiente, Madrid.

BOE (1989) "Real decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo". BOE del 2/11/1989.

Celma, C. (1987) *El ruido como Agente Contaminante en la Industria*, Tomo 1. Ayuntamiento de Zaragoza: Mutua de Seguros de Zaragoza.

Celma, C. (1987) *El ruido como Agente Contaminante en el medio ambiente*, Tomo 2. Ayuntamiento de Zaragoza: Mutua de Seguros de Zaragoza.

Cuello, A. (1992) *Orientaciones didácticas para la Educación Ambiental en Educación Primaria*. Junta de Andalucía, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Consejería de Educación y Ciencia, Agencia de Medio Ambiente, Sevilla.

Cyril M. Harris (1998) *Manual de Medidas Acústicas y Control del ruido*. McGraw-Hill, Madrid.

Daza, I. y Martínez, M. (1994) *Manual de educación ambiental: "guía para profesores y educadores ambientales"*. Diputación de Sevilla, Sevilla.

Flores Pereita, P. (1988) *Guía Técnica de Medidas Correctoras: Ruido, Humos, Olores, pinturas, Incendios y Explosiones*. Agencia de Medio Ambiente, Sevilla.

García, A.(1994) *Estudio del ruido ambiental en la Comunidad Valenciana*. Consejería de Medi Ambient, Generalitat Valenciana.

García, A.M. (1991) *Estudios de los efectos del ruido ambiental sobre la salud en medios urbanos y laborales*. Generalitat Valenciana, Consejería de Sanidad y Consumo, IVESP, Valencia.

García, F. y García, J.E. (1992) *Orientaciones didácticas para la Educación Ambiental en E. Secundaria*. ALDEA, Consejería de Educación y Ciencia y Consejería de Cultura y Medio Ambiente y Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Sevilla.

Giordan, A. y Souchon, Ch. (1995) *La educación ambiental: guía práctica(colección investigación y enseñanza)*. Diada edit., Sevilla.

Junta de Andalucía (1990) *Diseño Curricular Base del ámbito de Educación Ambiental*. Ciclo 6-12 años. Consejería de Educación y Universidades, Junta de Andalucía, Sevilla.

Junta de Andalucía (1992) *ALDEA. Programa de Educación Ambiental*. Consejería de Educación y Ciencia. Agencia de Medio Ambiente, Sevilla.

Junta de Andalucía (1993) *Audiología aplicada a la salud laboral*. Junta de Andalucía, Consejería de Trabajo, Dirección General de Trabajo y Seguridad Social.

Junta de Andalucía (1996) *Análisis de las repercusiones sociales y económicas de los niveles de ruido en las principales ciudades de Andalucía*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.

Junta de Andalucía (1998) *Análisis de los niveles de ruido ambiental y su evolución durante el periodo 1992-1998 en las ciudades de más de 50.000 habitantes de la Comunidad Autónoma de Andalucía*. Dirección General de Protección Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Sevilla.

Lara, A., Moreno, A. y Santiago, J.S. (1975) *Condicionantes acústicos en la edificación: bases del control del ruido en edificios*. Publ. Tec. Patr. J. Cierva, CSIC.

Mestre, L. (1993) *El Ruido como Problema Ambiental*. Agencia de Medio Ambiente, Madrid.

Norma. (1988) *"Norma Básica NBE-CA-88 sobre condiciones acústicas en los edificios"* Reales Decretos 1909/81 y 2115/82 y Orden Ministerial de 29/9/88. BOE 7/9/81, 3/9/82, 7/10/82 Y 8/10/88.

Novo, M. (1995) *La Educación Ambiental; Bases éticas, conceptuales y metodológicas*; Editorial Universitas S.A.

O.M.S. (1983) *Criterios de Salud Ambiental. El ruido*. Servicio de Publicaciones y Documentación, Organización Mundial de la Salud, México.

Peña Castañeira, F.J.(1990) *Salud Ambiental*. Ciencias 3, S.A.

Sánchez Sánchez-Cañete, F.J. (2001) *El Ruido en Baena: Propuestas didácticas para la mejora de la calidad de vida ciudadana*. Consejería de Medio Ambiente(Junta de Andalucía), Sevilla.

Sanz, J.M. (1987) *El Ruido, Unidades Temáticas Ambientales de la Dirección General de Medio Ambiente*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Centro de Publicaciones.

Seoánez Calvo, M. (2001) *Tratado de Gestión del Medio Ambiente Urbano (Colección de Ingeniería del Medio Ambiente)*. Mundi-Prensa Libros, Madrid.

Servicio Vasco de Salud (1992) *Salud laboral, protocolos sanitarios específicos de vigilancia médica de los trabajadores*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria.

Stanners, D. y Bourdeau, Ph. (1998) *Medio Ambiente en Europa: el Informe Dobris*. Agencia Europea de Medio Ambiente. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo. Revisión española: López, F. , Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Rico Vercher, M.(1990) *Educación ambiental: diseño curricular*. Cincel, Madrid.

VV.AA. (2000) *Fundamentos de Tecnología Ambiental*. S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, Madrid.

VV.AA. (1996) *Programa de educación sobre problemas ambientales en las ciudades*. Consejería de Medio Ambiente y Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía. Los Libros de la Catarata, Madrid.

VV.AA. (1990) *Influencia del ruido en la salud*. Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid.

VV.AA. (1995) *La contaminación sonora: evaluación, efectos, control*. Fundación Bancaixa, Valencia.

Young, A.J. y McElhone, M.J. (1994) *Principios Fundamentales para el desarrollo de la Educación Ambiental no convencional*. Programa internacional de Educación Ambiental UNESCO-PNUMA. Los Libros de la Catarata, Madrid.

Velásquez de Castro, F. *Temas Transversales: Educación Ambiental; Orientaciones, actividades, experiencias y materiales*; Materiales 12-16 para Educación Secundaria; Ministerio de Educación y Ciencia, Narcea,s.a. de ediciones.

INTERNET:

<http://europa.en.int> (Página de la Unión Europea; Libro Verde de la Comisión Europea, Política Futura de Lucha contra el Ruido, Bruselas 1996)

<http://www.ruidos.org> (El portal de la lucha contra el ruido)

<http://www.elruido.com> (La web del ruido)

<http://www.conama.cl> (Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile)

<http://www.controlaturuido.com> (Campaña de concienciación sobre la contaminación acústica Ayuntamiento de Madrid)

<http://www.msc.es> (Ministerio de Sanidad y Consumo)

<http://www.ruido.info> (Plataforma contra el Ruido)

<http://www.auditio.com> (El portal de audiología)

<http://www.ondasalud.com> (Portal de Salud)

<http://www.e-mutua.com> (Mutua electrónica)

<http://www.preacram.com> (Asociación Estatal de Asociaciones Contra el Ruido y las Actividades Molestas)

<http://www.aecor.es> (Asociación española contra la contaminación acústica por el ruido)

<http://www.juristas-ruidos.org> (Juristas Contra el Ruido)

