



HERRAMIENTAS PARA LA CONCIENCIACIÓN EN LA DISMINUCIÓN DEL RUIDO. AURALIZACIÓN DE PÉRDIDAS AUDITIVAS

PACS: 43.10.Sv

Aramendia, E.; Vela, A.; San Martin, M.L.; San Martin, R.; Arana, M.
Departamento de Física, Universidad Publica de Navarra.
Campus de Arrosadia, s/n
31008 Pamplona. España
Tel: 34 948 169 570
Fax: 34 948 169 565
E-mail: marana@unavarra.es

ABSTRACT

The main objective of this work it is to show how some computer tools can be useful to make aware on the importance of the diminution of the noise pollution. On the one hand, the used programs allow to create a pleasant graphic scene in such a way that users are interested on the contents that are shown and, on the other hand, they could modify audio files-by means of sound editors- to simulate different situations. Particularly, in this work the editors have been used to introduce filters attenuating two original audio files in order to simulate the hearing loses for five different noise exposure times.

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo es mostrar cómo algunas herramientas informáticas pueden resultar útiles para concienciar sobre la importancia de la disminución del ruido. Los programas utilizados permiten por una parte crear un entorno gráfico agradable de forma que el usuario se interese por los contenidos que mostramos y por otra parte, a través de los editores de sonido, podemos modificar archivos de audio de múltiples formas, pudiendo simular determinadas situaciones. En concreto se han utilizado los editores para introducir el filtro que atenúa un archivo de audio original de forma que simulamos las pérdidas auditivas ante diferentes tiempos de exposición al ruido.

INTRODUCCION

Una de las formas que pueden ser útiles para concienciar a la población sobre la importancia de la contaminación acústica, es mostrando una de las consecuencias irreversibles de la exposición al ruido durante largos periodos de tiempo. Esta consecuencia es la pérdida auditiva por exposición continuada al ruido. Existen múltiples trabajos en los que se estudian las pérdidas auditivas en función del nivel de presión sonora de exposición, las características espectrales del sonido y el tiempo de exposición. Estos estudios pueden resultar disuasorios en la contaminación acústica

para aquellas personas que dominen los conceptos de nivel de presión sonora y análisis espectral del sonido. Pero resultan insuficientes para una concienciación general en el tema de la disminución del ruido, ya que para el ciudadano de a pie los conceptos antes citados suelen resultar en la mayoría de los casos demasiado técnicos.

Primera fase de la concienciación. Educación.

El primer objetivo de la página es mostrar de la forma más sencilla posible algunos de los conceptos básicos del sonido que permitiesen después impactar de forma adecuada en el tema de la concienciación sobre la disminución del ruido. Con esta finalidad, en la página se incluyeron dos enlaces de audio: uno correspondiente a un fragmento musical y otro correspondiente a ruido ambiental. Mientras se escuchan estos fragmentos el usuario puede ver las dos representaciones gráficas del sonido más utilizadas: amplitud en función del tiempo, y espectro de frecuencias para cada sonido. Esta nos pareció una forma interesante de despertar la curiosidad del usuario, preguntándose qué son exactamente esas representaciones. Se aprovecharon dichas representaciones para explicar cuales son las diferencias físicas entre ruido e información (música). Una vez despertada la curiosidad del usuario, pasamos a explicar de la forma más sencilla, qué es un espectro de frecuencias y qué es la representación de amplitud del sonido en función del tiempo. Para ello se incluyeron enlaces a archivos de audio de forma que el usuario podía escuchar un tono puro de 440 Hz (LA 4), dos tonos puros de la misma amplitud a 440 y 880 Hz, y otro sonido suma de tonos de 440, 880, 1320 y 1760 Hz. La página muestra, en definitiva, de qué se compone un sonido musical y como se puede generar el sonido por suma de tonos puros. Mientras se escuchan estos sonidos se puede ver la forma de onda de cada tono individual y la forma de onda de la suma de los diferentes tonos. También se muestra el análisis espectral para los tres sonidos descritos de forma que el usuario comprueba que el análisis espectral muestra el sonido como suma de diferentes sonidos elementales de diferentes frecuencias, asimilando la relación entre frecuencia y altura tonal (grave-agudo) gracias a la audición de los tonos puros, conceptos que sí son conocidos por la mayoría de la personas. Creemos que, tras esta introducción, el usuario ya está en disposición de comprender como operan las pérdidas de audición en función de la frecuencia.

Segunda fase de la concienciación. Implicación – Sensibilización.

La mejor forma de concienciar en la disminución del ruido ambiental pasa por la implicación y la sensibilización del usuario sobre las pérdidas auditivas. Es decir, mostrarle cual sería el efecto de estar expuesto a determinados niveles de ruido durante determinado tiempo. De los numerosos trabajos publicados sobre la cuantificación de la pérdida auditiva por exposición al ruido, hemos escogido uno de ellos [1] donde tales pérdidas se muestran en función de la frecuencia y el tiempo de exposición. En este caso concreto, el nivel medio de ruido durante el periodo de trabajo (tejedoras de yute) fue de 99 dBA. Dicha gráfica se muestra en la figura nº 1. Existen importantes variaciones individuales a los efectos permanentes de la pérdida auditiva. Esto se aprecia en la gráfica ya que aunque los periodos del estudio son prolongados, existe mucha dispersión en los valores, ya que las curvas se cruzan entre sí. Por debajo de los 400 Hz parecen tener mas pérdidas auditivas los individuos expuestos a un nivel medio de 99 dB durante 35-39 años a los individuos expuestos al mismo nivel medio durante 40-52 años. Algo parecido pasa entre los 1800 y los 2800.

Perdida Auditiva en función del tiempo de exposición y de la frecuencia para un nivel medio de 99 dB.

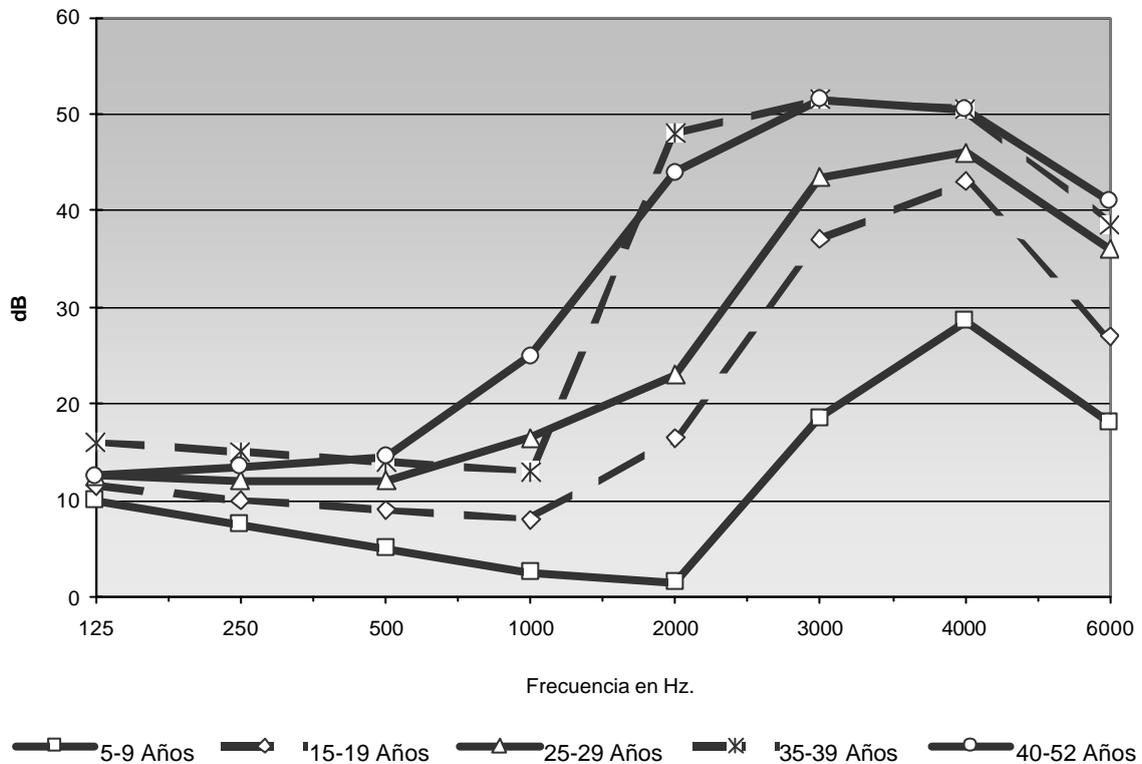


Fig. 1. Pérdidas auditivas en función de la frecuencia y el tiempo de exposición para ruido de 99 dBA en el puesto de trabajo (de Ref. [1])

Se muestran unos enlaces donde se puede apreciar la pérdida auditiva. Existen dos tipos de enlaces: archivos de audio que simulan la pérdida auditiva para los diferentes tiempos de exposición y enlaces donde podemos apreciar la pérdida auditiva de forma gráfica, mostrando el espectro de frecuencias del fragmento musical sin pérdidas auditivas, la gráfica que representa las pérdidas auditivas en cada caso en función de la frecuencia y el espectro de frecuencias del fragmento musical después de haber aplicado la atenuación para cada frecuencia debido a las pérdidas auditivas. La simulación se realizó para dos melodías diferentes, la primera es el fragmento de la suite N°1 para violonchelo de J.S.Bach, la otra es un fragmento de un cuarteto de cuerda de Shubert, en el cual se aprecia más la pérdida auditiva ya que tiene registros mas altos (frecuencias en el rango de 2000 a 4000 Hz). Es en este rango de frecuencias donde se pone de manifiesto la importante pérdida auditiva debida a la exposición continua de ruido a niveles altos.

PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS:

Macromedia Dreamweaver Mx.

Este es el programa más utilizado para la creación de paginas Webs [2]. Aunque el propósito no era el de colgar la página en la red se utilizó el lenguaje HTML por varias razones: HTML es el lenguaje más estandarizado en visualizaciones gráficas en ordenador, Internet es el medio del

futuro en la transmisión de todo tipo de información y el HTML es el lenguaje de programación más utilizado en la red de redes.

PhotoShop.

Este es sin duda el programa de edición gráfica más utilizado, y probablemente el mejor que existe en la actualidad [3]. El programa funciona por capas. Se utilizó el programa para adecuar el tamaño de las imágenes correspondientes a las gráficas Excel. Para adecuar las imágenes capturadas de pantalla de los editores de sonido, correspondientes a la forma de onda de las muestras de audio y a los espectros de frecuencia.

Sound-Forge 6.0.

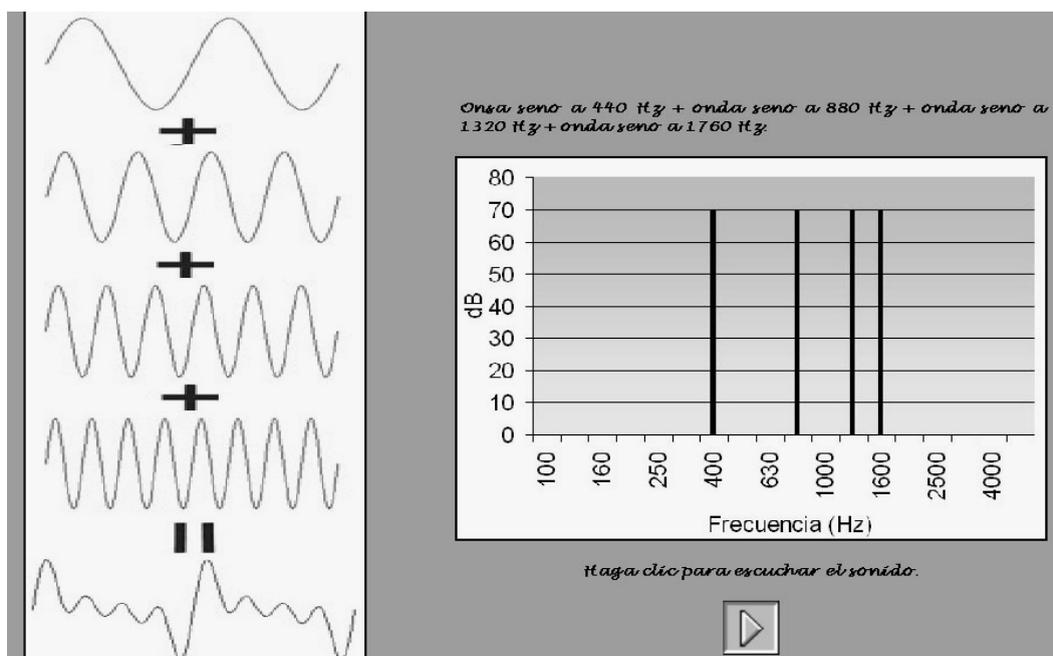
Este es el editor de sonido que se utilizó en la página para conseguir las muestras de audio de los fragmentos musicales atenuados por pérdidas auditivas [4]. También se utilizó para extraer del CD las muestras de audio que fueron utilizadas convirtiéndolas en MP3 para facilitar la descarga de los archivos ante la posibilidad de que la página termine por colgarse en Internet.

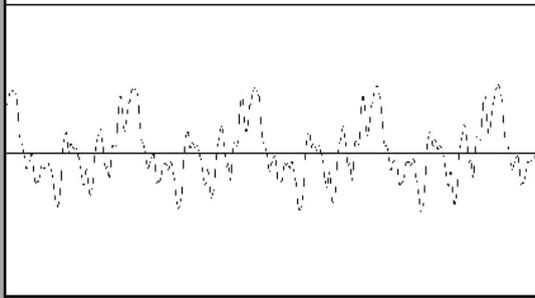
Mathematica 4.

Mathematica 4 es un paquete informático de matemáticas aplicadas con múltiples funciones [5]. Resulta enormemente útil para resolver problemas de ingeniería. En lo que a esta comunicación respecta, Matemática es un programa informático que nos permite dibujar rápidamente las diferentes formas de onda de los tonos puros utilizadas en la página, así como la suma de todos ellos.

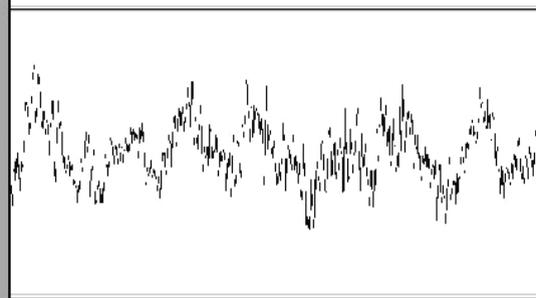
ESQUEMA DE LA PÁGINA Y ENTORNO GRÁFICO

La página esta dividida en dos partes. Una primera parte en la que se muestran algunos conceptos básicos del sonido. Cómo es la representación del sonido según la amplitud de la presión sonora en función del tiempo y la representación del sonido según el espectro de frecuencias del mismo. Se aprovechan estas representaciones para mostrar las diferencias entre ruido e información.

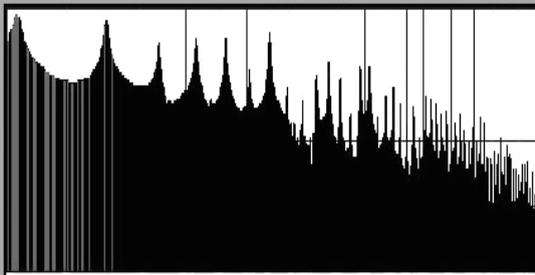




Al ver la forma de onda completa no se aprecian las diferencias, sin embargo al realizar una ampliación de 60 ms se aprecia que en el sonido musical existe cierta periodicidad mientras que en el ruido no existe ninguna. Las siguientes figuras son los análisis espectrales de cada sonido, el fundamento se explica en la siguiente página.



Desde el punto de vista de la composición, cualquier sonido puede sintetizarse como suma de ondas seno de diferentes frecuencias y amplitudes. El sonido musical esta compuesto por ondas seno multiplos de una frecuencia fundamental. Esta es la razón de su clara periodicidad temporal. La forma de onda del ruido es practicamente aleatoria.



Espectro de frecuencias. Eje horizontal 80-5000 Hz



Espectro de frecuencias. Eje horizontal 80-5000 Hz

La segunda parte de la página se refiere a las pérdidas auditivas, en la que se muestran los enlaces de audio en los que se aprecia como escucharíamos un fragmento musical en el caso de que hubiésemos estado expuestos a 99 dB en el trabajo durante diferentes periodos de tiempo que van desde los 5 años hasta los 52 años.

Simulación de pérdidas.	Exposición entre 5 y 9 años.	Exposición entre 15 y 19 años.	Exposición entre 25 y 29 años.	Exposición entre 35 y 39 años.	Exposición entre 40 y 52 años.
Bach. (Sin pérdidas)					
Shubert. (Sin pérdidas)					

ANTERIOR

CONCLUSIÓN

La experiencia, mediante auralización, mostrada en esta página ha resultado muy atractiva (y con respuesta impactante) para las personas a las que se ha mostrado. Especialmente lo ha sido el segundo fragmento musical, en el que resultan mucho más perceptibles las pérdidas, dado su alto contenido en frecuencias medias-altas. Esta fue, claramente, una decisión inicial. Mostrar que, si bien nuestras pérdidas auditivas nos permiten (todavía) entender mensajes orales, podemos ser sordos para apreciar con deleite múltiples pasajes musicales.

La experiencia funciona mucho mejor con personas sin pérdida auditiva alguna, pues ellas pueden valorar los pasos sucesivos del deterioro auditivo. Sin embargo, personas con gran pérdida auditiva parten (ya para la emisión original) con una impresión equivocada de la partitura original. Por supuesto, ellas no percibirán apenas señal en las emisiones subsiguientes. En este sentido, la experiencia es muy instructiva (y creemos que concienciadora) para las personas que, todavía, no están afectados por pérdidas auditivas. Todavía más si son amantes de la música.

REFERENCIAS

- [1] W. Taylor et al. *J. Acoust. Soc. Am.* (38) p. 113. 1965
- [2] Macromedia Dreamweaver Mx. © Copyright 1997- 2002 Macromedia.
- [3] PhotoShop. © Copyright 1990- 2002 Adobe Systems Incorporated.
- [4] Sound-Forge 6.0. © Copyright 1991- 2002 Sonic Foundry.
- [5] Mathematica 4. © Copyright 1988-1999 Wolfram Research.