



ENSEÑANZA DE LA ACUSTICA EN EDUCACION SECUNDARIA

PACS: 43.10.Sv

Janariz Larumbe, J.; Macho Stadler, E.; Elejalde García, M.J.; Franco García, A.
Universidad del País Vasco. Departamento de Física Aplicada1. Escuela de Ingenieros.
Alameda de Urquijo s.n.
48013 Bilbao. España
Tel: 34 946 014 256
Fax: 34 946 014 178
E-Mail: wupelgam@bi.ehu.es

ABSTRACT

This communication presents a module of Acoustics in Internet for not university levels of teaching. We have designed varied and complementary materials of easy access, with the objective to improve the learning of the Acoustics. The inclusion of multiple representations of the same phenomenon (written, mathematical, graphic, animated) intends to obtain a better understanding of the physical phenomena. The teachers who intend to carry out an educational action about Musical Acoustics or Noise, or interested people, will find in these materials pedagogical backups related to the characteristics of musical instruments and auditoria, reverberation, basic knowledge of the noise and its danger, the prevention and the fight against the noise, etc.

RESUMEN

Esta comunicación presenta un módulo de Acústica en Internet para niveles de enseñanza no universitaria. Se han diseñado materiales variados, complementarios y de fácil acceso, con el objetivo de mejorar el aprendizaje de la Acústica. La inclusión de representaciones múltiples del mismo fenómeno (escrita, matemática, gráfica, animada) pretende conseguir un mejor entendimiento de los fenómenos físicos. El profesorado que pretenda llevar una acción educativa en los temas de la Acústica Musical y el Ruido, o cualquier persona interesada, encontrará en ellos soportes pedagógicos relacionados con las características de los instrumentos musicales y de los auditorios, la reverberación, el conocimiento básico del ruido y su peligro, la prevención y la lucha contra el ruido, etc.

INTRODUCCION

En niveles de enseñanza no universitarios, la Acústica aparece en los programas de Física de Bachillerato y también en las asignaturas de Acústica que se imparten en el grado medio de los Conservatorios de Música.

Aunque, en principio, los marcos de enseñanza a los que nos acabamos de referir son muy diferentes, podemos encontrar en ellos un punto común: la formación matemática del alumnado

en estos niveles no es demasiado profunda, con lo que el aprendizaje de esta parte de la Física resulta a menudo difícil.

Existen multitud de recursos sobre ondas y sonido en Internet. Sin embargo, algunos de ellos tienen un nivel matemático inaccesible para los niveles de enseñanza a los que nos hemos referido, otros no están escritos en español, etc. En vista de esta situación, se ha elaborado un módulo de Acústica para niveles de enseñanza no universitaria (enlace "Curso de Acústica en Bachillerato"), que ha sido incluido dentro de un curso más amplio ("Curso de Acústica" www.ehu.es/acustica), dirigido a un público más general.

OBJETIVOS

El objetivo principal del módulo de Acústica para niveles no universitarios es el de ofrecer materiales multimedia para el aprendizaje. El módulo consta de varias lecciones, incluyendo cada una de ellas: definiciones y explicaciones, algunos desarrollos matemáticos simples y ecuaciones, figuras, simulaciones animadas y ejemplos sencillos. La inclusión, en cada una de las lecciones, de representaciones múltiples del mismo fenómeno (escrita, matemática, gráfica, animada), pretende conseguir un mejor entendimiento de cada fenómeno.

La enseñanza centrada en la formulación matemática de los fenómenos físicos hace perder, a veces, la comprensión cualitativa. Este tipo de comprensión se ve mejorado con la representación de los procesos físicos en formas variada, y este es, desde nuestro punto de vista, su ventaja. Las representaciones cualitativas (diagramas, figuras, animaciones) ayudan a desarrollar imágenes que confieren un significado a los símbolos matemáticos. De esta forma, tienden un puente entre las representación verbal y la matemática, dividiendo el salto entre las palabras y las ecuaciones en pequeñas etapas, más fáciles de entender.

CONTENIDOS

El módulo está organizado en forma de lecciones cuyos contenidos son:

- Movimiento oscilatorio: Oscilador armónico simple.
- Movimiento ondulatorio: Ondas armónicas.
- Ondas longitudinales.
- Ondas transversales.
- Superposición de ondas: Interferencia y ondas estacionarias.
- Algunos fenómenos acústicos: efecto Doppler, absorción, reflexión, refracción, transmisión, difracción, eco y reverberación.
- Características del sonido: Intensidad, tono, timbre y duración.
- Aplicaciones al estudio de instrumentos musicales.
- Aplicaciones al estudio del ruido.
- Aplicaciones al estudio de la Acústica de recintos.

DESARROLLO

Cada una de las lecciones se refiere a un tema, aunque entre ellas pueden estar relacionadas. Por esta razón, a veces es necesario cambiar de una lección a otra. Este paso se realiza mediante los vínculos apropiados en cada una de las páginas.

Todas las lecciones del módulo se estructuran de forma similar:

- Objetivos
- Desarrollo
- Ejemplos y simulaciones

Tras los objetivos de cada tema, se incluye el desarrollo del mismo, en forma de definiciones, explicaciones, figuras, etc. Se ha intentado que esta parte del material sea concisa, para que su manejo no sea tedioso. Además, para facilitar el trabajo del alumnado, los aspectos más relevantes de cada tema se muestran encuadrados.

Tras este desarrollo, aparece un apartado que pretende mostrar los mismos fenómenos desde un punto de vista más cualitativo: ejemplos cotidianos o curiosos y simulaciones animadas. Las simulaciones (applets), escritos en lenguaje Java, permiten la manipulación de ciertos parámetros y la visualización de los fenómenos objeto de estudio en un entorno interactivo. Para su correcta utilización, es importante seguir paso a paso la secuencia metodológica indicada en el applet.

APLICACIONES AL ESTUDIO DE LA ACÚSTICA MUSICAL

La acústica musical, incluyendo en este término tanto el estudio de los instrumentos musicales como la Acústica de salas, despierta interés en muchas personas. Por una parte aparecen aquellas que saben tocar un instrumento musical y sienten curiosidad por su funcionamiento. Por otra, todos somos "público" habitual de situaciones en las que aparecen la palabra, la música, etc., tanto en espacios abiertos como en recintos cerrados.

Uno de los ejes de este apartado es el estudio de las características generales de los instrumentos musicales de cuerda, de viento, de percusión y eléctricos. Para una mejor comprensión de los mecanismos físicos implicados, se incluyen simulaciones animadas sobre las ondas estacionarias que se producen en cuerdas fijas por ambos extremos y en tubos (abiertos y cerrados). Además se incluyen algunos fragmentos de vídeo que permiten observar otros elementos vibrantes como varillas o placas.

El otro eje de este apartado se centra en la Acústica Arquitectónica, y se dan a conocer las principales características de los auditorios abiertos y los cerrados. Se incluyen simulaciones animadas sobre las trayectorias de los rayos sonoros en los dos tipos de auditorio. Las reflexiones múltiples que se producen en las paredes, suelos y techos de los auditorios cerrados se visualizan de forma clara en un applet que permite entender mejor la reverberación.

APLICACIONES AL ESTUDIO DEL RUIDO

El ruido representa un importante problema ambiental para el hombre desde tiempos pasados. Sin embargo, en la actualidad sus efectos se han multiplicado debido a la inmensa cantidad de coches que circulan en ciudades y carreteras, los camiones pesados sin motor silenciado, el ruido producido por aviones, trenes, el ruido industrial, etc. Además, el control de ruido es insuficiente en muchos casos, debido en parte a la falta de conocimiento de sus efectos nocivos.

Por esta razón se ha incluido en el apartado del módulo dedicado al ruido un ejercicio práctico en el que el alumnado puede confeccionar un mapa de ruido de su entorno geográfico. La elaboración de mapas de ruido permite obtener la información necesaria para mejorar la salud ambiental de determinadas áreas geográficas así como la de sus habitantes. Además, puede tomarse como dato para la toma de decisiones en áreas de urbanismo (elaboración de proyectos que no degraden el medio ambiente) y construcción (elección del tipo de construcción más apropiada para zonas en las que el ruido posee ya valores determinados).

Para la elaboración del mapa de ruido se incluyen materiales que permiten realizar las siguientes etapas:

- Elección de la zona a estudiar.
- Elección de los puntos de muestreo.
- Elección de los tiempos de muestreo.
- Obtención de datos del nivel de presión sonora.
- Procesado de datos del nivel de presión sonora.
- Elaboración del mapa de ruido.
- Comparación de los niveles obtenidos con los recomendados por la Unión Europea.

- Elaboración de conclusiones: detección de problemas y realización de recomendaciones necesarias para mejorar el ambiente sonoro.

Simultáneamente a la elaboración del mapa de ruido, puede recogerse, en forma de encuestas, la opinión de la población que reside en el área geográfica estudiada. También pueden recogerse datos importantes en el Ayuntamiento:

- Realización de una encuesta a la población residente en la zona con el fin de conocer su opinión respecto a la contaminación sonora (fuentes, efectos, soluciones,...).
- Realización de una encuesta al Ayuntamiento con objeto de conocer la evolución de la población, parque automovilístico, denuncias por contaminación sonora, etc.

CONCLUSIONES

La divulgación del conocimiento acústico en niveles de enseñanza no universitarios ha exigido la elaboración de materiales didácticos que permitan al profesorado una mayor motivación del estudio, mediante la visualización y comprensión intuitiva de los fenómenos físicos, sin el recurso a un muy elaborado desarrollo matemático.

Tanto en el caso del estudio de la Acústica Musical como en el del ruido, el interés que despiertan las situaciones cotidianas es una motivación extra para el estudio. Además, en el caso del ruido ambiental y sus consecuencias, la faceta educativa nos aparece a largo plazo importante y ayudadora para la concienciación y mejor definición y regulación de las medidas asociadas a dicha problemática.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto 1/UPV 00057.345-E-14783/2002 de la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea.

BIBLIOGRAFIA

1. E. Macho, M. J. Elejalde, J. Janariz and A. Franco, "An education module of acoustics for engineers", in "Progress in engineering education and research-2001: a chronicle of worldwide innovations", W. Aung, P. Hicks, I. Scavards, V. Roubicek & C. Wei (eds). The international network of engineering education and research, 2002.
2. J. Janariz, M. J. Elejalde, E. Macho y A. Franco, "Estudio del ruido a través del aprendizaje interactivo", V Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física en la Ingeniería, Cuba 2002.
3. N. H. Fletcher y T. D. Rossing, "The Physics of Musical Instruments", Springer 2000.
4. M. Campbell y C. Greated, "The Musician Guide to Acoustics", Oxford University Press 2001.
5. M. Recuero, "Mapas de ruido urbano", Curso anejo a las XXX Jornadas Nacionales de Acústica, Tecniacústica 99, Avila 1999.
6. M. Vazquez, J.L. Eguiguren, A. Cortés, J. Lasa y A. Aguirre, "Integración de modelos de cálculo y sistemas de información geográfica en la actualización del mapa de ruidos de Bilbao", Tecniacústica 2000, Madrid 2000.
7. J. M. Arriaga Sanz, P. Flores Pereita, P. Flores Dominguez Rodino y M. Casado Sola, "Estudio de la contaminación ambiental acústica en Andalucía. Análisis comparativo

entre ciudades de más de 50.000 habitantes y ciudades entre 20.000 y 50.000 habitantes". *Tecniacústica* 2001, La Rioja 2001.

8. J. M. Barrigón Morillas, J. Pulido Guío, Valentín Gómez Escobar, J.A. Méndez Sierra y R. Vílchez Gómez, "Caracterización acústica de las calles de barrio de la ciudad de Cáceres". *Tecniacústica* 2001, La Rioja 2001.
9. R. R. Boullosa and S.J. Perez Ruiz, "An exploratory Study of Community Noise Levels in Mexico City". *Applied Acoustics* 22 (1987), 271-280.