

Introducción

Los problemas ambientales se han agudizado en los últimos años (ver Mckibben, 1990 y Miranda, 1997). Tal situación ha determinado que la educación ambiental (el "proceso de adquisición de valores y clarificación de conceptos cuyo objetivo es desarrollar actividades y capacidades necesarias para entender y apreciar las interrelaciones entre el hombre, su cultura y su entorno biofísico" (Enkerlin y Madero, 1997)) deba ser considerada seriamente. Es nuestro interés, por el momento, trabajar la EA formal, es decir, en el aula, a través de las clases de física. Al hacerlo nos guiaremos por la idea de que "la educación ambiental no es una rama de la ciencia o una materia de estudio por separado. Debería llevarse a cabo de acuerdo con el principio de una educación integral permanente" (Seminario sobre la Educación Ambiental, 1974).

Objetivos del trabajo

- Clasificar los aspectos ambientales del fenómeno físico: sonido.
- Establecer orientaciones metodológicas para realizar la ambientalización en la temática del sonido.

Material y métodos

Se realizará un estudio de la bibliografía muy utilizada en este tema, estableciendo la relación de: conceptos, leyes, teorías, modelos, de la temática sonido con los problemas ambientales o en general, con el ambiente. Los libros de texto revisados son: FÍSICA de D. Giancoli, Física. Parte 1 de R. Resnick y Física de R. Serway.

Se establecerán objetivos relacionados con la educación ambiental, en esta temática, los cuáles serán la base para proponer orientaciones metodológicas. Con la información anterior se realizará la ambientalización de esos temas.

a) Clasificación

De la revisión de la literatura es posible conformar el cuadro siguiente:

ASPECTO DEL SONIDO U ONDA	ASPECTO AMBIENTAL
Velocidad	Densidad y temperatura del medio (ej. estructura de la atmósfera).
Frecuencia	Guerra, investigación, medicina, orientación animal.
Intensidad	Comunicación entre seres vivos, daños a la salud.
Amplitud	Control de ruido (ej. silenciador de automóvil).
Resonancia	Arquitectura (ej. puentes y edificios), salud.
Interferencia	Calidad de lo escuchado, el SONAR, uso en terapia y diagnóstico con ultrasonido.
Efecto Doppler	Salud pública (velocidad del flujo sanguíneo, latidos del corazón de un feto).
Onda sonora (sonido como un todo)	Salud (ej. sordera), actividades recreativas (salas acústicas, estaciones de radio, música, instrumentos musicales).
Onda de choque	Daños materiales, efectos a la salud.
Pulsación	Arte: afinación de instrumentos.
Vibraciones	Salud, ambiente laboral.

Estos aspectos pueden ser clasificados en:

- Conceptuales: velocidad, frecuencia, intensidad y amplitud, vibración.
- Fenómenos: Interferencia, resonancia, efecto Doppler, onda de choque, pulsación.
- Sonido Como Un Todo, en donde el impacto ambiental tiene que ver con todas las características del sonido.

b) Sugerencias metodológicas para la ambientalización

b.1) Objetivos que deberán lograr los alumnos

- Nombrar procesos y fenómenos del medio ambiente relacionados con las ondas sonoras.
- Explicar cómo las características del sonido: intensidad, frecuencia y timbre son parte del ruido como contaminante ambiental.
- Explicar cómo los fenómenos físicos reflexión y transmisión del sonido están relacionados con el aspecto Salud del medio ambiente.

b.2) La ambientalización

Para tratar de lograr los objetivos anteriores en clase, incidiremos a través de sus componentes "ejemplificación" y "carga académica" (Gutiérrez, 1990):

1) Ecuación de onda

Entre los varios ejemplos de ondas que se pueden mencionar para introducir la ecuación de onda, puede estar el de las ondas sonoras. En este caso se puede hacer mención en la clase de la importancia del sonido en la comunicación entre animales y entre humanos, del oído humano, de la música tanto en su producción por instrumentos musicales como en su recepción auditiva, de la posibilidad de transmitir sonidos en sólidos, líquidos (como los ríos o mares) y gases (atmósfera). También se pueden poner ejemplos de la comunicación entre ballenas y la orientación de los murciélagos con ultrasonido, en el aire).

Puesto que en la ecuación de onda aparece la velocidad, en el caso del sonido ésta viene dada por:

$v^2 = B/\rho$ en donde B es el módulo de volumen y tiene relación con los cambios de presión mientras que ρ es la densidad del medio. En materiales de diferente densidad la velocidad del sonido es diferente. Por ejemplo, a 20°C en aire, agua y maderas duras como el encino se tienen, respectivamente, los valores 343, 1440 y 4000 m/s.

Para los gases se hace patente una dependencia de la temperatura de la forma:

$v = (331 + 0.60T)$ m/s en donde T es la temperatura del medio.

Así, en distintas capas de la atmósfera con diferentes temperaturas la velocidad del sonido será también diferente.

Todos estos ejemplos relacionados con el ambiente pueden ser comentados rápidamente, entre muchos otros que no son tan evidentes y que el profesor estime conveniente citar. Generalmente al impartir este punto se estará haciendo la introducción al tema así que se pueden dejar para otras clases los análisis más detallados.

2) Superposición

La potencialidad de éste aspecto con relación al medio ambiente puede dejarse para cuando se expliquen las ondas longitudinales (timbres) y el fenómeno de interferencia. No obstante, pueden mencionarse como ejemplos la calidad de percepción simultánea del sonido producido por varias fuentes, como en el caso de obras musicales ejecutadas por orquestas, una conversación en una calle transitada por vehículos, señales sonoras normales y de peligro para la sobrevivencia de animales y del hombre, etc.

3) Ondas longitudinales

3.1) *Intensidad*

Mencionar el umbral de audibilidad (10 W/m) y el del dolor (100 W/m), se puede discutir una tabla en donde aparezcan diferentes intensidades y sus fuentes, desde las débiles hasta las peligrosas para el oído humano (Turk, 1973). En éste momento se puede aludir a las normas oficiales y al límite legal de intensidad máxima permitido en cada país. Cabe la discusión de la relación entre la intensidad y la distancia a la fuente pudiéndose ejemplificar con el ruido en los aeropuertos y sus alrededores.

3.2) *Frecuencia*

Se puede ejemplificar con los tonos de los instrumentos musicales y las escalas, los tonos emitidos por

animales como el grillo; la pérdida, con la edad, de la capacidad de percibir frecuencias superiores a 10000 Hz. Con relación al ultrasonido, su uso en medicina y en la guerra, la capacidad de los animales de percibirlo (perro, murciélago). Referirse a infrasonidos y su relación con sismos, truenos, volcanes, maquinaria y los órganos humanos, señalando la posibilidad de que éstos entren en resonancia, con las consecuentes afectaciones para la salud (Remízov, 1987).

3.3) *Timbre*

Todo lo referente a instrumentos musicales. Mencionar la característica de espectro continuo del ruido y sus efectos de molestia y pérdida del oído para los trabajadores de industrias, aeropuertos y músicos, con sus efectos económicos administrativos y legales (Alex, 1980).

4) Ondas estacionarias

Se puede discutir todo lo referente a la generación de música en instrumentos musicales de viento y percusión, incluyendo los de cuerdas. Se pueden explicar las diferentes formas de los instrumentos, el papel de las cajas de resonancia y la longitud de las cuerdas. Todo esto da pie, de forma natural, a que se comente el papel de la música y en general, del arte, en el aspecto individual y social.

5) Reflexión y transmisión

En lo referente al SONAR se puede hacer mención de la búsqueda de objetos (barcos, arrecifes, profundidad del mar) en la guerra y discutir brevemente el aspecto negativo de la tecnología y la ética de los procesos bélicos; aspectos económicos están relacionados con la localización de cardúmenes de peces. Se puede referir brevemente a la forma de vida de pescadores y a la vida marina en general. La investigación de la estructura interna de la tierra, la búsqueda de yacimientos de petróleo puede ser abordada aquí, incluyendo aspectos económicos y sociales.

6) Interferencia y pulsaciones

Se pueden ejemplificar ambos aspectos aludiendo a los conciertos en los que se usan bocinas de alta potencia, suponiéndolas como dos o más emisores puntuales y también la afinación de los instrumentos musicales. De paso se puede mencionar la nocividad para el oído de las altas intensidades generadas (Álvarez, 1987).

7) Efecto Doppler

Aquí cabe ejemplificar sobre todo, con el ultrasonido de frecuencias del orden de Mhz en el ámbito médico, refiriéndose a la investigación del feto, los latidos de su corazón, el movimiento de su pecho, la determinación del sexo, etc., así como la investigación de la velocidad del flujo sanguíneo (Guyton, 1992). Se puede abundar sobre la tecnología y su papel en la vida de la sociedad, sobre el rol que juegan los hospitales y centros de salud en general en la forma de vida actual y por ejemplo, del siglo o la década pasada.

Bibliografía

- ALEX, R. (1980): *La tiranía del ruido*. FCE, México. 1.ª reimpresión.
- ÁLVAREZ, J. (1987): *Enfermedades profesionales en Cuba*. Ed. Científico-técnica, La Habana, pp. 180-193.
- ENKERLIN, E., y MADERO, A. (1997): *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*. International Thompson Editores, México, cap. 28.
- GIANCOLI, D. (1994): *Física*, 3.ª edición. Prentice Hall, México D.F.
- GIOLITTO, P. (1984): *Pedagogía del medio ambiente*. Editorial Herder.
- GUTIÉRREZ, R. (1990): *Introducción a la didáctica*. Ed. Esfinge, México D.F., caps. 4, 5, 6.
- GUYTON, A. (1992): *Tratado de Fisiología Médica*, 8.ª edición. Interamericana - Mc Graw-Hill, México, cap. 52.
- IBARRA, G. (1997): *Perspectivas docentes*, n.º 20, pp. 15-22.
- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO Y LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE (1993): 1.ª edición. Ediciones Delma, México.
- MCKIBBEN, B. (1990): *El fin de la naturaleza*. Diana, México D.F.
- MIRANDA, C. (1997): *Filosofía y medio ambiente. Una aproximación teórica*. Ediciones "taller abierto".
- NOM-081-ECOL-1994 (1995): Diario Oficial, 13 enero.
- REMÍZOV, A. (1987): *Física médica y biológica*. MIR, Moscú, cap. 8.
- RESNICK, R., y HALLIDAY, D. (1985): *Física. Parte 1*. Cía Editorial Continental, México.
- SEMINARIO sobre educación ambiental organizado por la Comisión Nacional Finlandesa de la UNESCO en Jammi (1974).
- SERWAY, R. (1990): *Física*. Mc Graw Hill, México.
- SUREDA, J., y COLOM, A. (1989): *Pedagogía ambiental*. Ediciones CEAC, España.
- TURK, A.; TURK, J., y WITRES, J. (1973): *Ecología, contaminación y medio ambiente*. Ed.

Interamericana.

VÁSQUEZ, G. (1993): *Ecología y formación ambiental*. Mc Graw-Hill, México, cap. 7.

Correos electrónicos: pkom2002@hotmail.com