

Reflexão e absorção do som

Carlos Saraiva

Agrupamento de Escolas de Trancoso - Rua Prof. Dr. Mota Pinto, N.º1 | 6420-229 Trancoso

carlos.saraiva1@gmail.com

O som é um conteúdo abordado nos programas do 8º e 11º anos. As atividades práticas que são propostas em alguns manuais para o estudo da reflexão e absorção do som não são exequíveis. Neste artigo usamos um software livre de edição de som, um microfone e um computador. Os restantes materiais são também simples e baratos. Deste modo é possível realizar atividades práticas para estudar a reflexão e absorção do som. Este trabalho pode ser reproduzido em qualquer escola.

Introdução

O som é um conteúdo abordado nos programas do 8º e 11º anos [1,2]. No 8º ano os autores propõem que “os alunos devem investigar o que acontece ao som quando incide em diferentes superfícies” e “comparar diferentes materiais, realizando experiências simples (por exemplo, usando sensores)”. No entanto, nos manuais escolares alguns autores [3–5] propõem atividades que se forem realizadas conforme se apresentam não permitirão que os alunos tirem as conclusões que se esperam. Apresentamos exemplos (Figuras 1 e 2) de atividades em que os autores querem que os alunos detetem a reflexão e absorção do som. Nestas atividades usam relógios que funcionam como emissores e o ouvido dos alunos funciona como detetor. Algumas das limitações destas atividades são: os relógios não produzem sons com frequência nem intensidade constantes e usar o nosso ouvido como detetor para registar a intensidade não é aconselhável, porque a sensação auditiva é relativa. Tam-

bém como se vê nas figuras, parte do som emitido vai propagar-se no interior do tubo, mas há som que chega diretamente ao ouvido.

No clube de ciência da nossa escola, fizemos as atividades que se apresentam nas figuras anteriores e não conseguimos os resultados que eram esperados, isto é, os que seriam supostos os alunos obterem depois de realizarem as experiências propostas nos manuais escolares. Decidimos então realizar um trabalho prático para estudar a reflexão e absorção do som. O objetivo foi usar recursos e materiais simples.

Material necessário: 3 tubos de alumínio, 2 placas de alumínio, 2 placas de poliestireno expandido (esferovite), microfone, pilha, interruptor, fios, besouro, software de edição e gravação de som e computador.

Procedimento

Usámos tubos (com a forma de prismas quadrangulares) que eram ocós, de comprimento igual a 25 cm, cujas extremidades abertas eram dois quadrados de lados iguais a 7 cm. Poderíamos usar tubos de PVC de forma cilíndrica. No entanto, os tubos usados são mais fáceis de “orientar” de modo a escolher o ângulo desejado com as placas. Os tubos foram colocados de modo a fazerem o mesmo

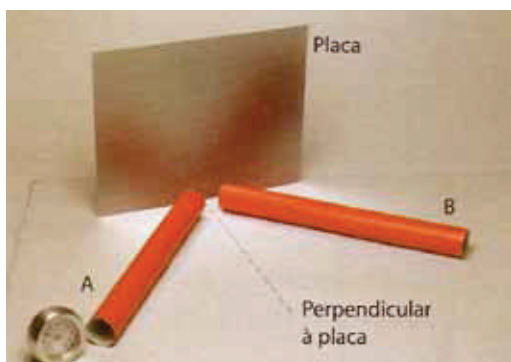


Fig. 1 - Reflexão e absorção do som (FQ 8, 8º ano, p. 7).



Fig. 2 - Reflexão e absorção do som (Universo da Matéria, 8º ano, p. 24).



Fig. 3 - Emissor de som puro (buzzer).

ângulo em relação ao plano das placas (vertical). No nosso caso o ângulo escolhido foi de 45 graus, mas poderia ser usado outro e também se poderiam usar mais tubos para ocorrerem mais reflexões e absorções.

O software usado para gravar o som é livre e pode ser obtido na internet no endereço que indicamos [6]. Este software designado por *audacity* é um programa de gravação e edição de som.

Um microfone foi usado como detetor do som. Um *buzzer* (Figura 3) também designado “besouro piezo” (Buzzer-Piezo) ao ser ligado a uma pilha, produz um som com frequência e intensidade constantes e vai funcionar como emissor [7]. Estes besouros são muito baratos, custam aproximadamente 3 euros! Usámos um osciloscópio virtual que foi instalado no computador e determinámos a frequência do emissor. Na Figura 5, pode ver-se que o período da onda (Dt) é 0,269 ms e o som tem intensidade constante. Calculando a frequência, $f = 1/T = 1/(0,000269 \text{ s}) \approx 3717 \text{ Hz}$.

Na Ref. 20 explica-se em pormenor como se pode usar o osciloscópio virtual para medir a frequência do emissor.

As dimensões do emissor e detetor permitem que ambos sejam colocados no interior dos tubos e evitam o problema de o som ser detetado diretamente, isto é, só é detetado depois de sofrer duas absorções e duas reflexões.

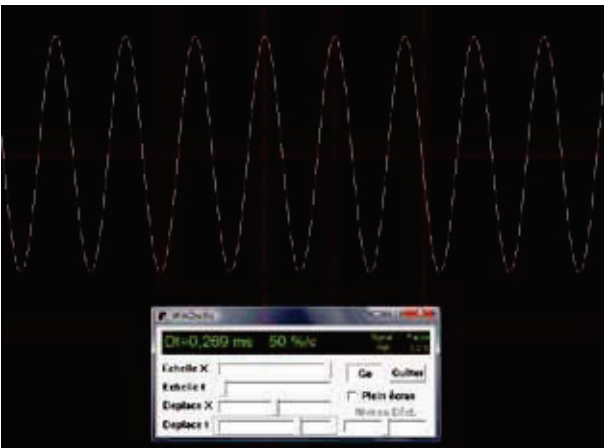


Fig. 4 - Som puro do besouro de frequência constante.

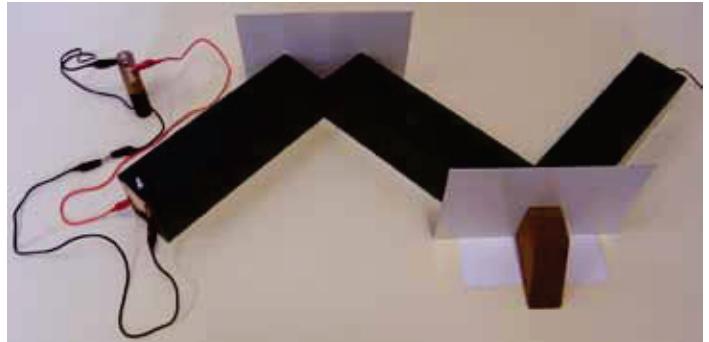


Fig. 5 - Fotografia da montagem da atividade.

Resultados

Primeiro, usámos duas placas de alumínio. Ligámos o *audacity*, clicando em “Gravar” e depois o besouro. O som emitido propaga-se no interior do tubo, sofrendo absorção e reflexão na primeira placa como se pode ver na Figura 6. Depois, sofre outra absorção e reflexão na segunda placa, é detetado pelo microfone e gravado pelo *audacity*. Depois, clicámos em “Pause” e substituímos as placas de alumínio por placas de esferovite. Por fim, gravámos o som que resultou das absorções e reflexões. No computador o eixo horizontal indica o tempo, e o sinal obtido no eixo vertical é proporcional à intensidade do som. Podemos usar o *zoom* do programa para visualizar melhor a imagem.

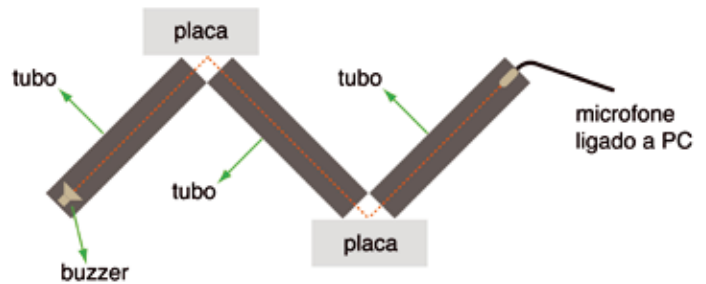


Fig. 6 - Reflexão e absorção do som nas placas.

A análise da Figura 7 permite verificar nitidamente que o tipo de superfícies foi alterado. O ficheiro áudio também foi usado para ouvirmos o som e notámos claramente que há duas situações distintas. Na primeira (até aos 4,342 s), quando usámos as placas de alumínio o som é mais intenso. Depois, com as placas de esferovite o som é menos intenso. Isto prova que o tipo de superfícies tem influência na absorção e que o som é menos absorvido no alumínio do que na esferovite.

Sempre que uma onda sonora atinge uma superfície, parte da energia é refletida, outra parte é absorvida, e parte é refratada. Estes fenómenos podem ocorrer simultaneamente. Os bons isoladores sonoros são materiais que absorvem bem o som (ex: cortiça, esferovite e lâ de vidro). Isto ocorre porque estes materiais são geralmente bastante porosos ou fibrosos. Ao incidir sobre eles uma onda sonora, tendem a vibrar, convertendo a energia cinética em calor (por fricção).

Os maus isoladores sonoros (bons refletos) são os materiais em que o som se propaga sem grande diminuição da sua intensidade (ex: metais, vidro e betão). Estes materiais muito densos, com superfícies lisas e duras, refletem bem o

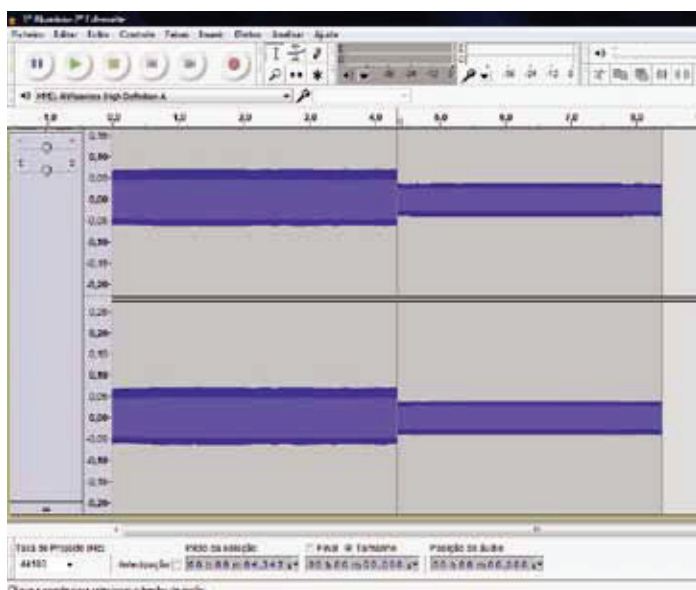


Fig. 5 - Fotografia da montagem da atividade.

som. Por isso, no caso do alumínio houve pouca absorção, mas na esfervite a absorção foi maior.

Podemos usar outros materiais com propriedades diferentes para prever o seu comportamento relativamente à absorção e reflexão do som. Por exemplo, materiais comuns como mármore ou granito polido, vidro, aglomerado de cortiça, fibras e lã de vidro. Isto permite uma discussão sobre o uso de materiais quando se revestem salas em que o isolamento acústico é muito importante, como é o caso de auditórios e estúdios.

O ficheiro áudio também foi usado numa aula “teórica” e os alunos concluíram facilmente que o som sofre reflexão e que a absorção depende do tipo de superfícies. Os resultados são de fácil interpretação mesmo para alunos que não tiveram possibilidade de realizar este trabalho prático. O software *audacity* é muito versátil e pode ser usado como sensor em experiências de som, luz e movimento [21-23].

Este trabalho foi preparado no clube de Física do Agrupamento de Escolas de Trancoso com a colaboração dos seguintes alunos: Beatriz Vaz, Ana Gomes, Pedro Correia, Diogo Martins, Adriano Abade, Mariana Saraiva e Margarida Ribeiro.

Agradecimento

O Autor agradece ao colega Albino Pinto, do Agrupamento de Escolas da Lixa, pelas suas sugestões críticas.



Carlos Saraiva é Licenciado em Física pela Universidade de Coimbra, Mestre em Ensino de Física e Química pela Universidade de Aveiro e professor no Agrupamento de Escolas de Trancoso. Gosta de construir demonstrações com materiais do dia-a-dia para motivar os alunos. É autor de vários artigos publicados na *Gazeta de Física*, *Physics Education* e *The Physics Teacher* e coautor de simulações publicadas na Casa das Ciências.

Referências

1. “Orientações curriculares, Ciências Físicas e Naturais, 3º Ciclo”, Cecília Galvão (Coordenadora), Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica, Março de 2002.
2. “Programa de Física e Química A (11º ano)”, Helena Caldeira e Isabel Martins (Coordenadoras), Ministério da Educação, Departamento do ensino secundário, Março de 2003.
3. “FQ 8, 8º ano, Sustentabilidade na Terra”, Caderno de Atividades, M. Neli Cavaleiro e M. Domingas Beleza, Asa.
4. “Eu e o Planeta Azul, 8º Ano”, Noémia Maciel, Ana Miranda e M. Céu Marques, Porto Editora.
5. “Universo da Matéria, 8ºano”, Isabel Pires e Sandra Ribeiro, Santillana Constância.
6. Audacity (software livre de gravação e edição de som) disponível em: <http://audacity.sourceforge.net/>
7. Carlos Saraiva, “Simular uma combustão explosiva”, *Gazeta de Física*, Vol. 34, Nº 3/4, pp. 31-33.
8. “Ontem e Hoje, Física 11º ano”, Adelaide Bello e Helena Caldeira, Porto Editora.
9. “11F, Física 11º ano”, Graça Ventura, Manuel Fiolhais, Carlos Fiolhais, João Paiva e António Ferreira, Texto Editores.
10. “Física na Nossa Vida, Física 11º ano”, M. Margarida Rodrigues e Fernando Dias, Porto Editora.
11. “Física 11, Física 11º ano”, António Silva, Cláudia Simões, Fernanda Resende e Manuela Ribeiro, Areal Editores.
12. “Desafios da Física, Física 11º ano”, Daniel Silva, Lisboa Editora.
13. “Novo Ver +, Física 11º ano”, Alexandre Costa, Augusto Moisés e Francisco Caeiro, Plátano Editora.
14. “Energia em Movimento, Física 11º ano”, Rita Carriche e Teresa Veladas, Santillana Constância.
15. “Terra.lab, 8ºano”, Adelaide Rebelo e Filipe Rebelo, Lisboa Editora.
16. “Física e Química na Nossa Vida, Caderno de Atividades, 8ºano”, M. Margarida Rodrigues e Fernando Dias, Porto Editora.
17. “(CFQ) 8, 8º Ano”, António Silva, Cláudia Simões, Fernanda Resende e Manuela Ribeiro, Areal Editores.
18. “Sustentabilidade na Terra, 8º Ano”, Cremilde Caldeira, Jorge Valadares, Margarida Vicente e Margarida Neves, Didáctica Editora.
19. “8CFQ, 8º Ano”, Carlos Fiolhais, Manuel Fiolhais, Victor Gil, João Paiva, Carla Morais e Sandra Costa, Texto Editores.
20. Albino Pinto e Carlos Saraiva, “Software Livre para Visualização e Estudo do Som”, *Gazeta de Física* 36(1), 29-34 (2012).
21. “A time-of-flight method to measure the speed of sound using a stereo sound card”, Carlos C. Carvalho, J.M.B. Lopes dos Santos e M.B. Marques, *The Physics Teacher* 46, 428-431 (Out. 2008).
22. Luís Rodrigues, Leonardo Heidemann, Eloir Carlo e Lucas Silveira, “Descodificando o código de barras”, *Física na Escola* 12(2), 24-27 (2011).
23. Albino Pinto e Carlos Saraiva, “Determinação do valor da aceleração da gravidade”, *Gazeta de Física* 35(2), 27-29 (2012).