



## O ensino de acústica no Ensino Médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo

.....

**Daniel De Andrade Moura**

Escola Estadual Senador Paulo Egydio de Oliveira Carvalho, São Paulo, SP, Brasil

E-mail: ascencao@hotmail.com

.....

**Pedro Bernardes Neto**

Estudo no Instituto de Artes, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", SP, Brasil

Email: pedro\_b.n@hotmail.com

.....

**A**física é uma disciplina na qual os alunos apresentam grandes dificuldades de compreensão e aprendizagem. Ela é considerada por eles uma matéria muito difícil, que evitariam se pudessem [1]. Um dos problemas é que "muitos alunos não conseguem associar os conteúdos aprendidos na escola com o que presenciam no seu dia-a-dia" [2, p. 65].

Uma ferramenta que auxilia a resolver o problema é o uso de experiências em sala de aula. Segundo Quirino e Lavarda [3],

O uso de experimentos pode ser uma possibilidade de transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas alternativas de ensinar física. De acordo com nossa experiência, quando o professor introduz os experimentos em uma sala de aula comum, ele se vê frente a um novo comportamento dos alunos: mais interessados e participativos. Neste momento ele poderá fazer a opção por uma determinada didática que inclua o uso de experimentos.

O uso de experiências auxilia o aluno a conciliar o seu cotidiano com a teoria abordada em sala de aula, pois elas apresentam a parte prática da física. É preciso enfatizar que a sociedade atual, com toda a tecnologia que dispõe, não aceita mais um procedimento de ensino exclusivamente expositivo [3].

Outra ferramenta igualmente importante no ensino de física é o uso da história da ciência. Por meio dela, o educador pode contextualizar melhor as descobertas científicas abordadas em sala de aula, além de desmistificar o cientista, que ainda é visto por muitos educandos como 'super-heróis' dotados de um superpoder: a inteli-

gência. Se a ciência é ensinada sem uma abordagem histórica, o processo de ensino-aprendizagem resultante reforça o misticismo em torno dos cientistas. Segundo Neves [4, p. 75],

Alijar a ciência de seu processo histórico, de suas contingências e de suas representações é condená-la a um destino que se assemelha mais à religião, ligando paradigmas a dogmas, e sociedades científicas a seitas.

Este trabalho apresenta uma série de experiências para serem trabalhadas em sala de aula, mas não somente com o intuito de facilitar o ensino de física, mas também o de promover a interdisciplinaridade e discutir a importância dos conhecimentos acústicos em alguns momentos históricos. Para isso, são apresentadas e descritas as construções de alguns instrumentos musicais de baixo custo, para serem utilizados no ensino de acústica no Ensino Médio. Depois, são apresentadas sugestões para uso de cada construção no processo de ensino-aprendizagem.

### **Física acústica no Ensino Médio**

A física acústica aborda as ondas sonoras e as suas propriedades. Ela é muito útil para explicar os fenômenos sonoros que estão presentes em diversos ambientes frequentados pelos educandos. Daí a importância de se abordar este assunto na educação formal.

Os alunos do Ensino Médio das escolas estaduais têm uma introdução a física acústica no segundo ano do Ensino Médio [5]. Na maioria das escolas particulares isto também ocorre, pois a maioria dos livros didáticos e apostilas utilizadas por seus educandos apresentam o assunto no segundo ano. A física acústica ensinada no Ensino Médio é apresentada como parte da ondulatória [5-7]. Nela, são dis-

---

O presente artigo visa dar ao professor de física mais uma ferramenta para o processo de ensino-aprendizagem da acústica, que normalmente é estudada pelos educandos do Ensino Médio no segundo ano do curso. Para isto, este trabalho apresenta uma sugestão de ensino por meio da montagem, em sala de aula, de instrumentos musicais de baixo custo e uma discussão sobre a abordagem da acústica contextualizada por meio da história.

cutidos os conceitos de frequência, período, difusão, entre outros, e a música aparece como consequência da emissão da onda sonora.

A Tabela 1 apresenta os assuntos da física acústica abordados no Ensino Médio da rede estadual de São Paulo. Ela foi montada a partir das apostilas produzidas pela Secretária da Educação do Estado de São Paulo (5). A física acústica tem ligação com a disciplina artes, por explicar como o som é criado e, consequentemente, como a música é desenvolvida.

Além de abordar a onda sonora, a física também explica o funcionamento dos instrumentos musicais. Por isso, “a ciência e a arte não devem ser consideradas como antagônicas ou isolados, mas sim, complementares” [8, p. 2]. A eletroacústica, por exemplo, é um estilo de composição musical em que um indivíduo, sem conhecimentos básicos de acústica, jamais conseguiria entender uma obra musical neste nível, já que ela utiliza a manipulação de diversos elementos do som, como por exemplo os harmônicos, através de meios eletrônicos, afim de possibilitar maior amplitude da linguagem musical.

Embora todos os seres humanos apreciem a música, um dos maiores problemas em trabalhar acústica no Ensino Médio é a falta de conhecimentos básicos da teoria musical pela maioria dos alunos. Isto ocorre devido ao fato de muitas escolas, de educação básica, não abordarem-na em seu currículo. Portanto, os poucos educandos que possuem este conhecimento normalmente desenvolveram-no em aulas

Tabela 1 – Assuntos da física acústica abordados no Ensino Médio.

Assuntos abordados pelas apostilas da rede pública estadual

- Diferenças físicas entre ruídos, sons harmônicos e timbre e suas fontes de produção;
- Caracterização física de ondas mecânicas, por meio dos conceitos de amplitude, comprimento de onda, frequência, velocidade de propagação e ressonância;
- Problemas do cotidiano que envolvem conhecimentos de propriedades de sons;
- Elementos que compõem o sistema de audição humana, os limites de conforto e a relação com os problemas causados por poluição sonora.

**Embora todos os seres humanos apreciem a música, um dos maiores problemas em trabalhar acústica no Ensino Médio é a falta de conhecimentos básicos da teoria musical pela maioria dos alunos**

fora da educação formal. De acordo com a lei n. 11769 de 18 de agosto de 2008, a partir de 2011 será obrigatória a inclusão da educação musical no ensino formal, o que pode amenizar este problema. Porém, vale ressaltar que levará anos para que os efeitos da inclusão da educação musical

no ensino formal sejam percebidos e, também, que há uma pequena quantidade de pessoas habilitadas a lecionar nesta área do saber. Segundo um levantamento do INEP [9] em 2007, haviam apenas 2295 professores com licenciatura em música no Brasil.

Como em uma sala de aula a tendência ainda é ter poucos alunos familiarizados com a teoria musical, a aprendizagem de assuntos como harmônicos e frequência das notas musicais fica mais árdua. Para se ter uma noção sobre esta afirmação, em 2 salas de segunda série do Ensino Médio de uma escola estadual, com cerca de 30 alunos cada, foi realizada a seguinte pergunta pelos pesquisadores: “quem possui conhecimento musical, tal como ler partitura ou cifra?”, para a qual apenas 6,7% dos educandos responderam com “sim”.

A montagem de instrumento pode ser uma ferramenta útil para a aprendizagem da física do som no Ensino Médio, pois a construção de instrumentos musicais tem ligação direta com o conhecimento físico e tecnológico da matéria e da acústica [10].

### A construção de instrumentos

Nesta seção são apresentadas algumas montagens de instrumentos musicais, um do naipe de cordas, percussão e outro de sopro. Após a descrição da montagem, há uma sugestão de utilização de cada item construído em sala de aula. As montagens foram baseadas no livro de Brito [11]. Há uma descrição da montagem de cada item, de como tocá-lo e do tempo necessário para construí-lo.

#### 3.1- Instrumento de cordas

O violão foi o instrumento escolhido para ser montado, devido a sua grande influência na sociedade brasileira atual. Outro motivo foi a grande presença na história da humanidade de instrumentos que dele são “primos”. A montagem do violão demora cerca de 1 hora e o seu cus-

to é estimado entre 10 e 15 reais.

### Montagem do violão

#### Materiais

- Uma caixa de sapato
- Uma ripa de eucalipto (pinho, etc...) de tamanho 1 x 0,01 x 0,05 m
- Pregos de tamanho médio e grande
- Três pitões ou ganchos
- Três cordas “Mi” de nylon para violão (primeira corda) ou corda de anzol
- Uma caneta de feltro (“canetinha” colorida)

#### Ferramentas

- Martelo
- Serra
- Cola de contato
- Alicates
- Canivete ou faca de cozinha
- Um copo de vidro 200 mL
- Lápis

#### Construção do instrumento

Em primeiro lugar, é necessário saber quais são as partes que compõem o violão tradicional, o que é explicitado na Fig. 1. A montagem do instrumento começa pela ripa de madeira, que será colada no fundo da caixa de sapato, bem na parte central. Para isso, recorte, com o canivete ou faca de cozinha, um espaço em uma das laterais menores da caixa de forma a encaixar a ripa de uma lateral a outra (Fig. 2). Demarque, no fundo da caixa de sapato, o local exato onde a ripa será colocada (Fig. 3).

Este violão terá duas “bocas”. Para fazê-las, pegue o copo de 200 mL e coloque-o de cabeça para baixo nas laterais do local demarcado no fundo da caixa de sapato, desenhe dois círculos e depois recorte-os. Encaixe a ripa e cole-a na parte anteriormente demarcada, encostando-a no fundo da lateral menor oposta à do encaixe.

Depois, utilize três pregos, um maior no centro, para prender a ripa no fundo, sendo estes pregados horizontalmente, em linha, deixando-os um pouco expostos para que posteriormente possam prender as

cordas. Tendo realizado esta etapa, é hora de trabalhar na parte externa do instrumento. Primeiro, é necessário obter as medidas dos trastos de braço de um violão tradicional, da pestana até o final da casa 12 do instrumento (por volta de 33 cm). Pegue a caneta de feltro, esvazie-a e corte-a no meio; o local indicado na Fig. 4 é onde se colocará uma de suas metades, que será o rastilho do violão.

Utilizando a medida obtida anterior-

**Além de abordar a onda sonora, a física também explica o funcionamento dos instrumentos musicais. Por isso, “a ciência e a arte não devem ser consideradas como antagônicas ou isolados, mas sim, complementares”**

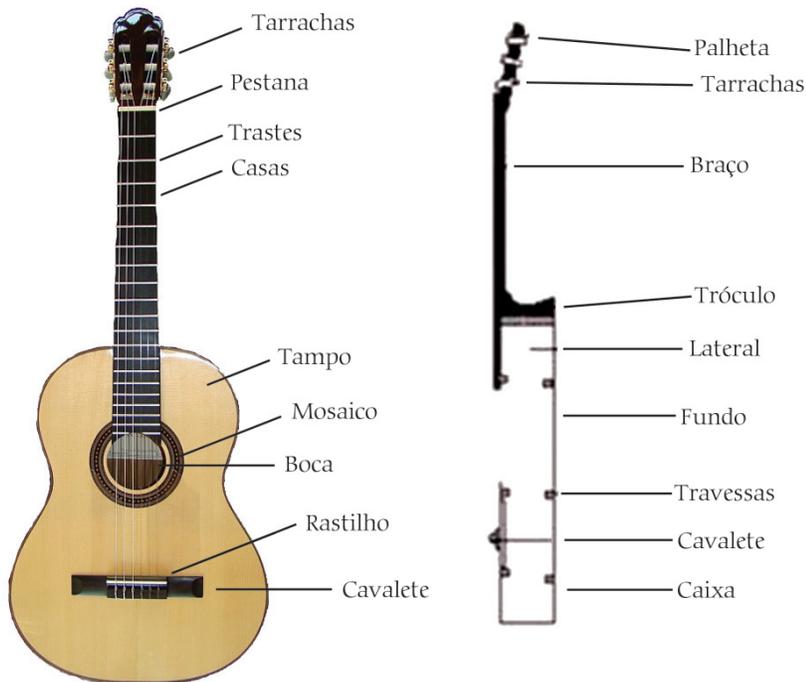


Figura 1 – Partes do violão. Fonte: Violão Mandrião, Ref. [12] .

mente, no caso 33 cm, meça do cavalete 33 cm em relação a ripa e marque esta posição. Meça desta posição os mesmos 33 cm até o final da ripa, e marque tam-

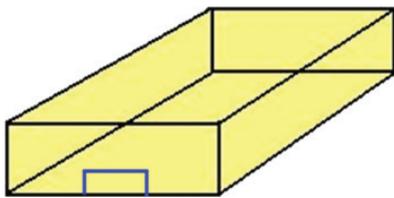


Figura 2 – Caixa de sapato com entrada para a ripa.

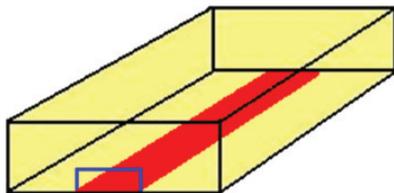


Figura 3 – Caixa de sapato com demarcação para a colagem da ripa.

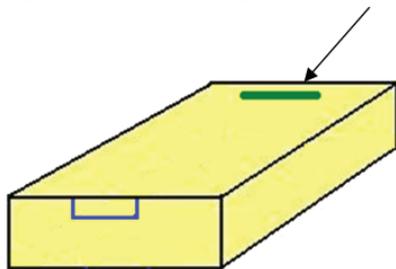


Figura 4 – Caixa de sapato com cavalete de caneta de feltro

bém esta posição, como na Fig. 5. Esta última posição marcada será a pestana do violão (observar a seta no braço do violão), onde a outra metade da “canetinha” deverá ser colocada.

Agora prenda os três pitões na parte anterior à pestana, se possível horizontalmente e em linha. Amarre as três cordas uma em cada pitão, passe-as por cima da pestana e depois do rastilho, então prendas nos pregos que prendem a ripa, mas sempre direcionando-as de forma retilínea, ou seja, a corda do pitão do centro é presa ao prego do centro, e assim por diante. Então gire os pitões para afinar o violão.

#### Como tocar

Para tocar este instrumento deve-se buscar afinações diversas, visto que não havendo trastos, como no violão tradicional, a possibilidade de se trabalhar com microtons existe, embora em nossa cultura

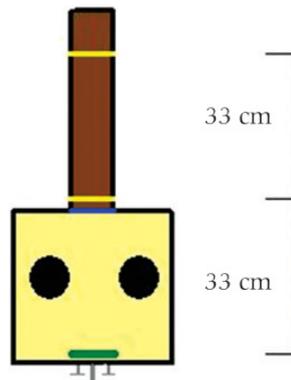


Figura 5 – Medidas do violão.

auditiva eles dificilmente sejam percebidos. Determinada a afinação, toque o instrumento da forma tradicional, “pincelando” com a mão direita (destros) e com a mão esquerda posicionando-se os dedos pelo braço do instrumento. Devido á utilização das canetas de feltro é possível obter os “harmônicos naturais” referentes às casas cinco, sete e doze do violão tradicional, mas em alturas e afinações distintas.

#### Sugestão de uso do violão enquanto instrumento educacional

Após a montagem do violão, é importante instigar os alunos a investigarem as possíveis notas e sons que o item recém construído pode produzir. Um dos intuitos desta ação é levá-los a perceber a relação entre comprimento de corda e altura do som. Por ser um instrumento de corda, é possível utilizar o violão como motivação para uma abordagem histórico-científica a respeito da criação da teoria acústica que explica a formação das notas em cordas. Foi Pitágoras quem desenvolveu a teoria que associa o comprimento da corda a altura do som que ela emitirá. Ele criou relações matemáticas para calcular a frequência das notas musicais, associando a música com a matemática. Isto colaborou para que, até o século XVI, ela fosse considerada um ramo da matemática [10].

Outra possibilidade de trabalho é discutir a importância dos “parentes” do instrumento montado em contextos históricos, de forma a associar a atividade da montagem do violão a outras disciplinas. Os trovadores, por exemplo, utilizavam o alaúde, um instrumento com o mesmo princípio de funcionamento do violão moderno, para cantar as cantigas de maldizer, amor e escárnio [13].

Concluindo, é possível utilizar o corpo do violão para elucidar o conceito de ressonância com os alunos.

#### Instrumento de percussão

O instrumento de percussão pode ser qualquer material que, quando percutido, produza um efeito sonoro. Neste grupo se incluem as panelas e vasilhas, dentre outros utensílios domésticos. O maracá foi escolhido para montagem por ter seu som produzido de forma diferente, pois ela necessita que alguém a gire. Sua montagem leva cerca de 30 minutos e o custo pode chegar a 10 reais.

#### Montagem do maracá

##### Materiais

- Uma lata de refrigerante vazia
- Um pedaço de papelão
- Um cabo de vassoura ou similar
- Um saco de pregos
- Pedrinhas, de tamanho suficiente para entrar na lata

## Ferramentas

- Martelo
- Serrote
- Cola

## Como fazer

Pegue as pedrinhas e coloque-as dentro da lata de refrigerante. Depois serre o cabo de vassoura com tamanho aproximado de 30 cm. Coloque o cabo de vassoura com a ponta serrada dentro da lata e pregue-o no fundo dela. Depois feche a boca da lata com o papelão, para evitar vazamento das pedrinhas.

## Como tocar

Segure no cabo da vassoura e mexa a lata para todas as direções, se preferir, acompanhe músicas de sua preferência.

### **Sugestão de uso dos instrumentos de percussão em sala de aula**

Além do maracá, é interessante que o aluno leve para a sala de aula outros objetos que possam ser percutidos e produzir som.

Após a montagem do maracá, é importante que os educandos testem o instrumento recém-construído e o compare com os demais objetos que produzem som ao serem percutidos, buscando as diferenças e semelhanças entre eles. Pode-se aproveitar o uso do maracá e dos demais instrumentos percussivos para discutir o timbre.

Uma sugestão para uma abordagem ligada a outras disciplinas é a discussão do uso dos instrumentos de percussão em diversos grupos sociais, enfatizando o grau de importância dos mesmos no cotidiano em diversos eventos e contextos históricos. As tribos africanas, por exemplo, utilizavam diversos instrumentos de percussão em suas cerimônias.

### **Instrumento de sopro**

O instrumento de sopro flauta d'água terá a sua montagem descrita nesta seção. O seu custo é de aproximadamente dez reais, e o tempo para sua construção dura cerca de 10 minutos.

### **Montagem da flauta d'água**

#### **Materiais**

- Um cano de PVC de aproximadamente 30 cm
- Uma bexiga de tamanho comum
- Uma fita crepe

#### **Como Fazer**

Pegue a bexiga e encaixe-a na boca do cano de modo a não estourá-la, prendendo-a com fita crepe, para que fique bem fixada. Segure o instrumento na vertical, de forma a deixar a abertura do cano com a bexiga na parte inferior. Encha a bexiga com água até a altura do cano.

#### **Como tocar**

Para tocar este instrumento, basta soprar na boca do cano de PVC onde a bexiga não está encaixada, tentando produzir o som com maior projeção possível no ato de soprar. Após esta etapa aperte a bexiga, de modo a conseguir outras notas musi-

cais, o que na maioria das vezes serão duas notas para cada medida de água. É importante mencionar que a nota emitida irá variar de acordo com o tamanho do tubo de PVC utilizado e com a quantidade de água na bexiga.

### **Sugestão de uso dos instrumentos de sopro em sala de aula**

Acima há a descrição para a montagem de uma flauta d'água com 30 cm de comprimento. Para o uso em sala de aula, seria interessante montar flautas de várias medidas. Assim como sugerido para os instrumentos anteriores, é importante incentivar os alunos a tocarem os instrumentos recém-construídos. Desta vez, o intuito é fazê-los perceber que a nota emitida depende do tamanho do tubo utilizado e da quantidade de água na bexiga. Assim, pode-se incentivar o educando a estudar fisicamente os tubos sonoros.

Outra coisa que pode ser trabalhada com os alunos é a importância dos instrumentos de sopro no decorrer da história da humanidade. Diversos ritos e cerimônias tinham o tocar deste tipo de instrumento como parte fundamental. Outro exemplo é a importância dada aos tubos sonoros pela área militar.

## Conclusão

O âmbito do trabalho aqui proposto é o de auxiliar na promoção da interdisciplinaridade, de forma que física e música trabalhem juntas, no sentido de apresentar possibilidades para uso no processo de ensino-aprendizagem de maneiras não tradicionais, através da utilização de materiais de baixo custo e com tempo de construção relativamente curto, para assim tornar esta proposta de trabalho mais abrangente em nível macro social.

No Brasil a educação tem sérios problemas de infra-estrutura, visto que a maioria das escolas, especialmente da rede pública, não contam com materiais adequados para o processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim, a utilização de materiais de baixo custo ampara a proposta de trabalho com a construção de instrumentos musicais e, da mesma forma, no aprendizado de acústica, já que, por seu alto grau de acessibilidade, não priva o aluno de uma experiência de suma importância em seu desenvolvimento humano. De acordo com Britto [11, p. 69]:

Além de contribuir para o entendimento de questões elementares referentes à produção do som e às suas qualidades, à acústica, ao mecanismo e ao funcionamento de instrumentos musicais, a construção de instrumentos estimula a pesquisa, a imaginação, o planejamento, a orga-

nização, a criatividade, sendo, por isso, ótimo meio para desenvolver a capacidade de elaborar e executar projetos.

O presente trabalho apresentou algumas sugestões de montagem de instrumentos musicais em sala de aula, com o intuito de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem do tema "acústica" dentro do Ensino Médio. Porém, é preciso ressaltar que as possibilidades para se trabalhar, por meio desta ferramenta, vão muito além do que o presente artigo propõe. Por isso, novas pesquisas na área são necessárias para aprofundar e aperfeiçoar o ensino da física da música em diversos níveis de escolaridade.

## Referências

- [1] Cleci Teresinha Werner Rosa e Álvaro Becker Rosa, *A Teoria Histórico-Social e o Ensino de Física*. Disponível em [http://www.rioei.org/did\\_mat22.htm](http://www.rioei.org/did_mat22.htm), acesso em 20/1/2010.
- [2] Daniel de Andrade Moura e Ricardo Roberto Plaza Teixeira, *Revista Ciência e Tecnologia*, **11** (2008), disponível em <http://revistavirtual.unisal.br:81/seer/ojs-2.2.3/index.php/123/article/view/87>.
- [3] W.G. Quirino e F.C. Lavarda, *Experimentos de Física para o Ensino Médio com Materiais do Dia-a-Dia*, disponível em [http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/rbfe\\_1pp.htm](http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/rbfe_1pp.htm), acesso em 20/1/2010.
- [4] Marcos Cesar Danhoni Neves, *A História da Ciência no Ensino de Física*, disponível em <http://ufpa.br/ensinofts/artigo4/historiafisica.pdf>, acesso em 20/4/2011.
- [5] Coordenação Maria Inês Fini, *Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física* (Secretaria do Estado da Educação de São Paulo, São Paulo, 2008).
- [6] Emerson Marcos Furtado, *Ensino Médio: Física, 2ª Série* (Positivo, Curitiba, 2007).
- [7] Alberto Gaspar, *Física – Volume Único* (Ática, São Paulo, 2005).
- [8] Juliana Rocha Tavares e Marcelo de Oliveira Souza, in: Simpósio Nacional de Ensino de Física 2007, disponível em <http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/index.php?midia=snef>.
- [9] INEP, disponível em <http://www.inep.gov.br>, acesso em 20/4/2011.
- [10] Ildeu de Castro Moureira e Luisa Massarini, in: X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe y IV Taller "Ciencia, Comunicación y Sociedad" San José, 2007.
- [11] Teca Alencar Brito, *Música na Educação Infantil* (Peirópolis, São Paulo, 2003).
- [12] Violão Mandrião, disponível em <http://www.violoamandriao.mus.br/>.
- [13] William Roberto Cereja e Thereza Cochar Magalhaes, *Português: Línguas* (Editora Atual, São Paulo, 2008).