

O ENSINO DE ACÚSTICA NO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA POR MEIO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS DE BAIXO CUSTO

The teaching of Acoustics in average education of the public network by music instruments of low cost

Michele Maria Paulino Carneiro Moreira [michelepaulino12@gmail.com]

Mairton Cavalcante Romeu [mairtoncavalcante@gmail.com]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Av. Treze de Maio, 2081, Benfica. Fortaleza - CE

Recebido em: 27/10/2018

Aceito em: 21/05/2019

Resumo

A Acústica é a parte da Física que aborda as ondas sonoras e suas propriedades. Portanto, sendo útil para explicar fenômenos presentes em diversos ambientes frequentados pelos estudantes. Nesse sentido, foi elaborada uma proposta que usou os conhecimentos musicais dos alunos como ponto de partida, buscando gerar uma relação entre o conhecimento científico e o cotidiano, além de criar uma predisposição para a aprendizagem. Como atividade prática foi proposto que cada grupo de alunos, em sala de aula, construísse um instrumento musical rústico, servindo como motivação para o Ensino de Acústica. Duas turmas de alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública participaram da atividade, e foram avaliadas após as aulas. Em uma turma a aula foi exclusivamente tradicional. E na outra, além da exposição do conteúdo, realizaram-se a prática experimental. Ambas obtiveram bons resultados na avaliação escrita. No entanto, os alunos que participaram da aula prática mostraram-se muito mais motivados, de acordo com o questionário de opinião.

Palavras-chave: Acústica, instrumento musical de baixo custo, ensino.

Abstract

Acoustics is the part of physics that deals with sound waves and their properties. Therefore, being useful to explain phenomena present in several environments frequented by students. In this sense, a proposal was made that used the musical knowledge of the students as a starting point, seeking to generate a relationship between scientific and everyday knowledge, as well as creating a predisposition for learning. As a practical activity it was proposed that each group of students, in the classroom, construct a rustic musical instrument, serving as a motivation for the Teaching of Acoustics. Two classes of students of the second year of high school in a public school participated in the activity, and were evaluated after classes. In one class the class was exclusively traditional. And in the other, besides the exposure of the content, the experimental practice was carried out. Both obtained good results in the written evaluation. However, the students who participated in the practical class were much more motivated, according to the opinion questionnaire.

Keywords: acoustics, musical instrument low cost, teaching.

INTRODUÇÃO

Um dos principais alvos relativos a países em desenvolvimento é o aprimoramento da educação. A tecnologia da informação e a taxa de processamento de dados atualmente exige uma qualificação secundarista eficaz e contextualizada. Por conta disso, o ensino não é apenas uma distração e a formação do aluno deve ser atualizada, atrativa e eficiente. No entanto, a educação básica ainda não tem acompanhado esse ritmo tecnológico (CARMELLO et al., 2010).

As práticas educacionais tem sido alvo de polêmicos debates entre professores, pois a prática convencional, em grande maioria, tem levado ao discente muito conteúdo de forma inadvertida; enquanto as novas práticas inserem o aluno numa realidade tecnológica. Por outro lado, alguns professores baseiam-se neste novo modelo para ministrar aulas que deixam de ser aula, para ser entretenimento (CARMELLO et al., 2010; BEZERRA et al., 2009).

Em algumas disciplinas, a ideia tecnológica passa a ser até mesmo obrigatória devido à complexidade de explicar com palavras determinados fenômenos. A Física é chamada, por uma definição comumente usada de, “a ciência da natureza”, e seus fenômenos são indescritíveis, sendo necessários desenhos ou animações representativos (BEZERRA et al., 2009).

No entanto, tais desenhos representativos, muitas vezes não são suficientes para que o aluno compreenda os fenômenos Físicos, não fazendo conexão com o conteúdo ensinado e sua realidade. Pois muitos conhecimentos Físicos necessitam de certa dose de abstração, para serem assimilados. Quando os exercícios “quase” matemáticas são inseridos, normalmente resolvidos de forma mecânica, fazendo com que a matemática seja uma ferramenta essencial; o aluno se sente mais distante do verdadeiro significado dos fenômenos estudados. Para eles estão, de um lado os conceitos Físicos, de outro as equações matemáticas.

Uma maneira de amenizar o percurso do aluno até as equações e tornar visível o resultado de modelos matemáticos, seria a utilização de experimentos simples em sala de aula com materiais de baixo custo. Onde se pode obter uma identificação imediata dos alunos com os resultados. A utilização de materiais de baixo custo se apresenta como uma forma de contornar o problema de muitas escolas, de não disporem de espaço e equipamentos para que os alunos realizem os experimentos (PENA, 2009).

Com base nessas dificuldades encontradas para o ensino de Física, o presente trabalho visa uma discussão sobre as formas de ensino e o papel da experimentação. No que se refere aos fenômenos acústicos, visa propor uma instrumentação, partindo de uma situação cotidiana, ou seja, o contato com instrumentos musicais comuns. Dessa forma, ao envolver os conhecimentos prévios dos alunos relacionados à música com o conhecimento científico, visamos promover uma predisposição para a aprendizagem.

A seguir são incluídos alguns posicionamentos de autores quanto aos problemas mais recorrentes na educação básica, em especial no ensino de Física. Podemos destacar as dificuldades em inserir as propostas dos PCNs pelos professores.

A PROBLEMÁTICA DO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Mesmo vivendo na era da tecnologia e da informação, muitos professores ainda apresentam dificuldades em inserir estes recursos em sala de aula. Algumas práticas como programas de simulação e animação, poderiam tornar as aulas mais atrativas para os alunos. Além disso, há dificuldades em desenvolver o enfoque interdisciplinar e contextualizado dos conteúdos, como propõe os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), bem como, formação insuficiente para considerar a história da Ciência no ensino de Física (REZENDE; LOPES; EGG, 2004).

Ricardo (2003) afirma que algumas das dificuldades de implantação dos PCN nas escolas são: falta de espaço para as discussões das propostas do Ministério da Educação e Cultura (MEC) e elaboração coletiva do projeto político-pedagógico da escola; deficiências na formação inicial e ausência de formação continuada para os professores; e também, pouca disponibilidade de material didático-pedagógico compatível com as propostas requeridas nesse documento.

Segundo Pena (2004), as pesquisas sobre como aprender Física consolidaram-se na década de oitenta, e continua em pleno vigor até hoje. Os meios de divulgação dessas pesquisas são as revistas, periódicos, simpósios, dissertações e teses. Tendo um papel importante nesse processo, desde o final da década de setenta, a Revista Brasileira em Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física. No entanto, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Física no Brasil, na identificação de muitos problemas e apresentações de propostas e intervenções na tentativa de superar tais problemas; ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula. Pois o que prevalece na prática dos professores, são perspectivas tradicionais de ensino e aprendizagem. Portanto, faz-se necessário refletir sobre que conhecimentos a pesquisa em ensino de Ciências conseguiu gerar até o momento, e como podem ser traduzidos em instruções para o ensino das diversas Ciências.

Apesar de estarmos inseridos em uma sociedade onde a Ciência faz parte da cultura, a percepção e compreensão desse fato estão muito distantes das pessoas. Portanto, para tornar a Ciência revestida de mais significado para o aluno e enriquecer o conhecimento escolar, se faz necessário familiarizá-los com o contexto de produção da Ciência, possibilitando aos alunos discutir o saber científico enquanto produção humana e refletir e aprofundar os fenômenos físicos evidenciados. Tal ensino que permite discussões sobre a Ciência, tecnologia e a sociedade, tem um caráter interdisciplinar: abordando questões de natureza filosófica, histórica e sociológica; como também um caráter contextualizado: inserindo o cotidiano do aluno na produção do conhecimento. Dessa forma, o ensino de Ciências estará contribuindo para uma sociedade alfabetizada em Ciência e tecnologia (CARMELLO et al., 2010).

O profissional de ensino formado nas instituições de nível superior deve estar alerta contra as estratégias de ensino-aprendizagem que excluem as ideias prévias dos estudantes como bases marginais ao processo de ensino. Tal ensino é caracterizado pela transmissão-recepção, considerando o aluno como uma “tábula rasa” passível de aprender conteúdos como um corpo de conhecimentos prontos, verdadeiros, inquestionáveis e imutáveis. Nesse caso, o professor se apresenta como único agente ativo. E o aluno, na maioria das vezes permanece com suas concepções prévias ou com poucas mudanças advindas do processo de ensino-aprendizagem (HEINECK, 1999).

Villani (1991) aponta alguns obstáculos enfrentados por professores de Física ao lidar com os conteúdos que pretendem ensinar, sendo as principais: o desconhecimento da diferença que existe entre a análise dos fenômenos físicos pela Ciência e a visão do senso comum, muitas vezes, transferindo relações do senso comum para a Ciência. Além disso, na resolução de problemas, alguns professores encontram dificuldades de identificar princípios e relações significativas.

Ainda hoje, afirma Borges (2006), a regra geral entre professores de Física é enfatizar a memorização de fatos e fórmulas, e aplicá-los na resolução de exercícios, deixando de lado o desenvolvimento do pensar científico. Fazem isso, porque foi dessa maneira que foram ensinados pelos seus antigos professores. Tais professores não tiveram acesso a um tipo de ensino que lhes proporcionassem uma base empírica pessoal capaz de servir de modelo para imitar em sua profissão. Nem mesmo em sua graduação tiveram uma experiência mais autêntica do pensar cientificamente. Portanto, estão apenas reproduzindo o ensino que aprenderam. Esse quadro se repete com os professores universitários, pois eles não utilizam os resultados de pesquisas científicas para melhorar suas práticas educacionais, prevalecendo um ensino tradicional, que

contribui para uma má formação dos futuros professores, repetindo assim o ciclo. Tudo isso demonstra uma crise no modelo de formação profissional que ainda não foi superada.

No tópico seguinte são elencados os benefícios que a prática experimental proporciona no ensino de Física, visto ser esta, uma ciência experimental. Apesar da insuficiência de laboratórios destinados a estas práticas em muitas escolas, é possível contornar ou amenizar o problema fazendo uso de experimentos de baixo custo nos espaços reservados para as aulas tradicionais.

A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Desde o final do século passado, o laboratório tem sido considerado importante para o ensino de Ciências, por estimular o interesse dos alunos (BLOSSER, 1988). Para proporcionar motivação nos alunos, é necessário que a tarefa seja apelativa, que constitua um desafio, um problema que o aluno tenha interesse de resolver, e que os conteúdos trabalhados estejam relacionados com a cultura e o cotidiano dos alunos (THOMAZ, 2000; FILHO, 2000).

O processo de aprendizagem (a construção da realidade) é um processo individual, cativo, criativo, emocional e racional. No contexto escolar, é uma relação de mão dupla, ou seja, depende dos alunos e professores. Porém, a efetivação desse processo requer a iniciativa do professor. O qual precisa realizar intervenções didáticas capaz de estabelecer um elo entre os projetos e as ações efetivas dos estudantes no enfrentamento de uma situação problema, de forma que os alunos aprendam (THOMAZ, 2000; BAROLLI; FRANZONI, 2008).

Desse modo, a atividade experimental no Ensino de Física se mostra como um recurso à disposição dos professores, importante e capaz de proporcionar a aprendizagem de conceitos científicos, leis e consolidação da matéria dada na aula teórica. Pois contribui para a transposição didática, ou seja, para que ocorram modificações necessárias no processo de divulgação do saber. Onde um saber que foi construído e estruturado (saber sábio) é adaptado para ser apresentado em livros textos e ainda mais, quando passa a ser ensinado em sala de aula (saber a ensinar). Esse desmonte epistemológico do saber sábio e sua reconstrução através do novo saber, o saber a ensinar, demonstram claramente a valoração equivocada do aspecto empírico, o que faz incutir uma tradição e um sentimento de que o laboratório é imprescindível no processo de ensino (THOMAZ, 2000; FILHO, 2000).

Muitos são os benefícios da prática de atividades experimentais em sala de aula. Dentre os quais, podemos citar que o aluno tem a oportunidade de relacionar o mundo dos conceitos e das “linguagens” com o mundo empírico, dando verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. O aluno descobre que para desvendar um fenômeno não basta apenas o experimento, é necessário também uma teoria (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2003; FILHO, 2000).

A experimentação está na essência da Física, assim como, a atividade experimental está na essência do ensino de Física. Apesar de ser quase unânime por parte dos professores admitirem a necessidade do laboratório, muitos ainda não utilizam em suas aulas. Essa falta de ressonância entre o discurso e a prática tem sido tolerada pela comunidade de educadores (SANTOS; LEVANDOWSKI, 1986; FILHO, 2000).

Realmente, muitos ainda são os obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física, os quais, muitas vezes justificam a atitude passiva de muitos docentes. Podemos citar a inexistência de infraestrutura: sala apropriada para a experimentação, ausência de material científico e recursos humanos qualificados. Outro entrave seria a carência de pesquisa sobre o que os alunos realmente aprendem por meio de experimentos (SAAB; CÁSSARO; BRINATTI, 2005; PENA, 2009).

Porém existem algumas propostas que podem ajudar os professores a vencerem esses desafios. O uso do laboratório com experimentos utilizando materiais de baixo custo que tentam se enquadrar nas condições reais da prática do professor (PENA, 2009). E havendo ausência de laboratório, a possibilidade de realizar a atividade na própria sala de aula.

Podemos ressaltar também a grande importância da formação continuada para possibilitar aos professores o conhecimento de novas metodologias aplicáveis ao ensino experimental de Física. O professor deve também, sempre, centrar os objetivos do laboratório ou atividades experimentais no aluno, e não somente nos conteúdos (PENA, 2009; THOMAZ, 2000).

Em seguida mostramos a relação interdisciplinar entre a Física e a Música, e as possibilidades de abordagem desses conhecimentos no ensino de Acústica. Damos ênfase na utilização de instrumentos musicais conhecidos pelos alunos, por meio do processo de construção/montagem, e explicando seu funcionamento a luz das leis físicas.

RELAÇÕES ENTRE A FÍSICA E A MÚSICA

A acústica é uma parte da Física, cujo objetivo de estudo é o som, enquanto fenômeno físico. Cujas bases científicas estão fundadas na teoria clássica das vibrações mecânicas. Hoje, consiste em uma teoria científica de tal amplitude que permite a análise dos mais diversos problemas da sociedade contemporânea, estando na base de todos os estudos das Ciências Biológicas, da Terra, da engenharia e das artes, concernentes à produção, propagação ou recepção do som (JUNIOR; RODRIGUES; SILVA, 2012; JÚNIOR; CARVALHO, 2011).

A Acústica musical, enquanto campo de produção de conhecimentos aplicado à música é recente, e consolidou-se a partir do século XX. Antes do seu surgimento, grande parte dos instrumentos e técnicas musicais conhecidos já havia sido desenvolvida. As contribuições que a Acústica musical tem oferecido para a música são relevantes, como o desenvolvimento e aprimoramento de novas técnicas de manufatura e execução de instrumentos musicais, planejamento de reformas e construção de teatros e salas de concerto (JUNIOR; RODRIGUES; SILVA, 2012).

Física e música estão intimamente interligadas. O estudo dessa relação vem desde a antiguidade. Consta que Pitágoras dedicou muito de seu tempo ao estudo dos intervalos musicais em um instrumento chamado monocórdio, que consiste apenas em uma corda sonora, presa em duas extremidades, e um dispositivo móvel que permite que se faça vibrar apenas uma fração da corda (BLEICHER et al., 2002).

Até o século XVIII, a música era uma disciplina que fazia parte da estrutura curricular das universidades. Composto o Quadrivium, juntamente com a geometria, astronomia e aritmética. Segundo Cavalcante et al. (2012), nos dias atuais, a música é escutada apenas como passatempo ou diversão, não sendo mais considerada como objeto de intensa investigação científica. Essa relação entre música e Física, propõe a interdisciplinaridade, ou seja, a capacidade de dialogar com as diversas ciências, fazendo entender o saber como um, e não em fragmentações.

Moura e Neto (2011), afirmam que os alunos do ensino médio das escolas estaduais veem uma introdução à Física da Acústica no segundo ano, pois assim é apresentada na maioria dos livros, sendo abordada como parte da ondulatória. Um dos fatos que dificulta o ensino de acústica nessa etapa da educação é a falta de conhecimentos básicos sobre teoria musical por parte dos alunos. A lei nº 11769 de 18 de agosto de 2008, afirma que a partir de 2011, seria obrigatória a inclusão da educação musical no ensino formal. Porém, levará anos, para que a lei seja efetivada e os resultados notórios.

A Física dos instrumentos musicais é uma área de estudos fascinante e de grande potencial pedagógico pelas aplicações práticas que podem ser trabalhadas, como as oscilações e ondas, e o fenômeno da ressonância (DONOSO et al., 2008). A montagem de instrumento musical se apresenta como uma ferramenta útil, pois auxilia na promoção da interdisciplinaridade, de forma que Física e música trabalham juntas, apresentando possibilidades para o uso de formas não tradicionais, com materiais de baixo custo. Dessa forma, pode-se contribuir para o entendimento de questões elementares referentes à produção do som e às suas qualidades, à acústica, e ao mecanismo e funcionamento de instrumentos musicais (MOURA; NETO, 2011).

A realização de demonstrações práticas simples na própria sala de aula é a melhor maneira de despertar a curiosidade, estimular o debate e aprimorar o senso crítico dos alunos. Apesar das limitações que sempre existem, o professor pode, com alguma criatividade, transmitir uma ideia ou um conceito de forma satisfatória, munido-se de dispositivos que, mesmo sem serem sofisticados, se tornam úteis ferramentas didáticas (TONEGUZZO; COELHO, 1990).

Júnior e Carvalho (2011) apresentam algumas considerações importantes a serem destacadas, sobre os materiais didáticos, no que se refere à abordagem dos conteúdos de Acústica: Na maioria dos livros há uma forte abstração na apresentação dos conceitos, não havendo preocupação em contextualizar tais conteúdos com situações próximas do cotidiano dos estudantes. Surgindo assim a necessidade de entrar no universo das experiências musicais, que todos os alunos possuem em maior ou menor grau. Há também um excessivo uso de ilustrações, que muitas vezes, ao invés de auxiliarem na explicação dos textos escritos, servem apenas como adorno, com o objetivo de tornar o texto mais atraente. Por fim, o autor ressalta que a história do caminho trilhado pela ciência e pela música, que poderia servir de base na construção de uma abordagem mais interdisciplinar é substituída por uma abordagem árida.

Segundo Donoso et al. (2008), a maioria dos textos de Física Básica discutem as propriedades e a propagação das ondas sonoras, mas a parte da produção dos sons nos instrumentos musicais não é abordada com profundidade.

No próximo tópico, descrevemos os materiais e métodos utilizados na aplicação da proposta de prática experimental, com alunos do ensino médio de uma escola pública.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo comparou-se uma aula de Física tradicional com uma aula de Física com prática experimental. A atividade foi realizada em duas turmas da segunda série do Ensino Médio, da Escola de Ensino Fundamental e Médio Professora Adalgisa Bonfim Soares, em Fortaleza – Ceará. Com alunos da faixa etária de 15 a 19 anos. Nas aulas, foram retratados assuntos sobre Acústica, uma parte da Física relativa à Física clássica.

Ao final da aula, em ambas as turmas, aplicou-se um questionário para avaliar os conhecimentos obtidos pelos alunos. Tal avaliação era composta de duas partes: a primeira parte, contendo 10 perguntas de múltipla escolha, tinha como objetivo avaliar conceitos básicos de Acústica. A segunda parte consistia de um pequeno questionário também de múltipla escolha, formada por quatro perguntas para a turma A (onde a aula foi no estilo tradicional), e seis perguntas para a turma B (onde ocorreu a aula com a prática experimental). O número de questões acrescidas para a turma B foi relativa à parte prática experimental. Esta segunda etapa tinha como objetivo obter opiniões dos alunos quanto à didática e metodologias utilizadas pelo professor.

Vale ressaltar, que a pesquisa realizada tem um delineamento do tipo não-experimental ou pré-experimental, entendida dessa forma àquelas que oferecem pouco ou nenhum controle das variáveis pertinentes. Neste tipo de delineamento utilizaram-se dois grupos, experimental e de

controle. No entanto, a seleção dos sujeitos que pertenceram aos dois grupos não ocorreu de forma aleatória, pois as turmas já estavam previamente formadas. Desse modo, tal delineamento não controla a variável seleção. Além disso, apesar das duas turmas pertencerem à mesma escola, série e turno, nesse tipo de delineamento não há evidência alguma de equivalência entre os dois grupos antes do início do experimento, pois não foi realizada uma observação inicial (MOREIRA, 2011).

Na turma A estavam presentes 22 alunos, enquanto na turma B, compareceram 14. Em ambas as turmas, o tempo de duração necessário foi de duas aulas de 50 minutos cada. E foram retratados os seguintes conteúdos de Introdução à Acústica: produção e propagação do som; qualidades fisiológicas do som, e espectro sonoro; relações entre acústica e os instrumentos musicais. Devido ao tempo reduzido de aulas, não foi possível aprofundar os conteúdos.

A parte prática da pesquisa consistiu na construção de um instrumento musical com materiais de baixo custo. A confecção foi realizada em equipes de 3 a 4 alunos, após uma prévia dos princípios do estudo de acústica. O experimento teve como objetivo obter uma maior atenção e interesse por parte dos alunos e correlacionar essa prática durante a aula expositiva.

O instrumento musical escolhido para confecção foi o violão por fazer parte do cotidiano da maioria dos alunos. Após uma demonstração de como seria o experimento de construção do instrumento musical, os próprios alunos confeccionaram seus instrumentos.

A seguir são descritos os materiais necessários para a construção do violão artesanal, bem como o passo a passo para a sua confecção.

Materiais Utilizados

Na Tabela 1, são apresentados os materiais utilizados na construção do instrumento musical e a quantidade necessária para a construção de um violão.

Tabela 1. Materiais necessários para a confecção de um violão.

Material	Quantidade
Caixa de sapato	1 unidade
Ripa de eucalipto, pinho, etc. (5cm x 66cm)	1 unidade
Pitões ou ganchos	6 unidades
Cordas de nylon para violão	3 unidades
Palito de churrasquinho	4 unidades (aprox.)
Pilha	1 unidade
Serra	1 unidade
Cola de contato	1 unidade
Alicate	1 unidade
Estilete	1 unidade
Tesoura	1 unidade
Lápis	1 unidade
Régua	1 unidade

Fonte: Autores

Procedimento Experimental

A montagem do violão artesanal foi baseada no artigo de Moura e Neto (2011), com algumas adaptações. Na figura 1 é possível identificar as partes que compõem um violão tradicional.

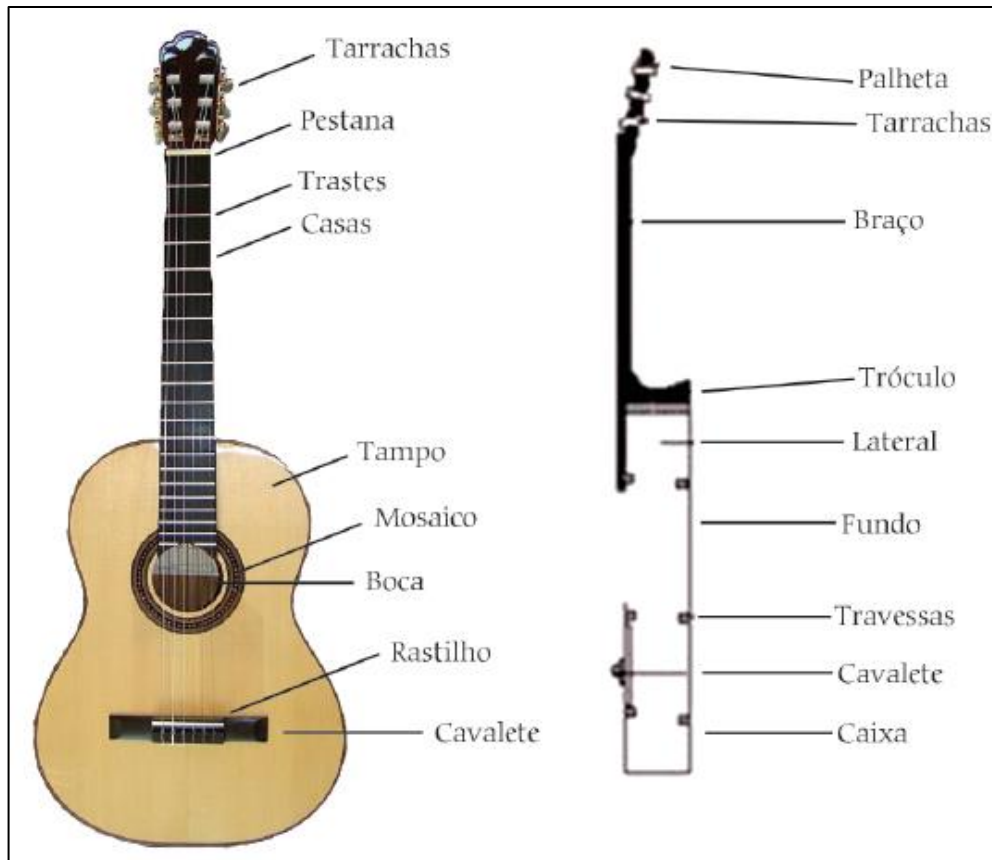


Figura 1. Partes do violão.
Fonte: Moura e Neto (2011)

Inicialmente é feito um recorte em uma das laterais menores da caixa de sapato, como mostra a figura 2, onde será posteriormente posicionado o braço do violão artesanal.

O violão deve ser feito com duas bocas. Para fazê-las pode-se utilizar o molde de um círculo com 4 cm de diâmetro, de acordo com a figura 3. Em seguida a ripa deve ser encaixada e colada na parte anteriormente demarcada, e encostada no fundo da lateral menor, oposta à do encaixe, o que pode ser visto na figura 4.

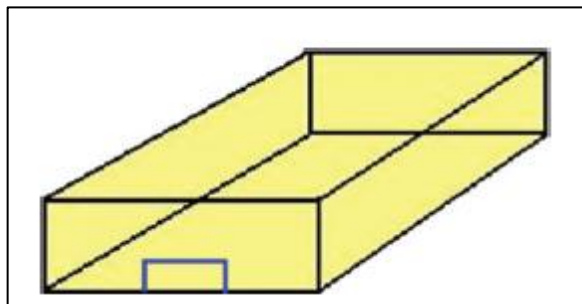


Figura 2. Caixa de sapato com entrada para a ripa.
Fonte: Moura e Neto (2011)

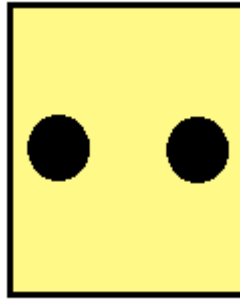


Figura 3. Caixa de sapato com demarcação para o recorte das duas bocas.
Fonte: Autores.

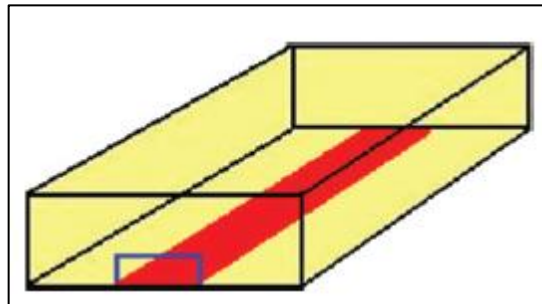


Figura 4. Caixa de sapato com demarcação para a colagem da ripa.
Fonte: Moura e Neto (2011).

A figura 5 mostra onde serão fixados os pitões (ou ganchos) na ripa, três em cada extremidade. Devem-se fazer três furos na caixa, próximos aos ganchos, por onde passarão as cordas de nylon, e serão presas nestes ganchos numa etapa posterior.

Após a realização dessa etapa, os alunos começam a trabalhar na parte externa do instrumento. Para isto, é necessário obter as medidas das casas do braço de um violão tradicional, da pestana até o final da casa 12 do instrumento (por volta de 33 cm). Logo depois foram utilizados os palitos de churrasco e serrados na medida de 5 cm. Na figura 6 é indicado onde deve ser colocado um desses palitos, que será considerado o rastilho do violão.

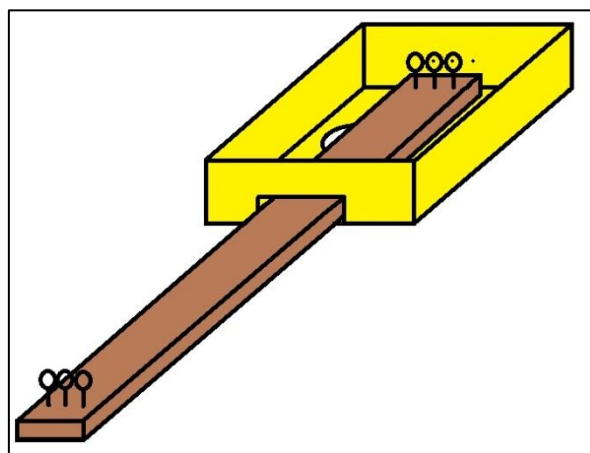


Figura 5. Parte de trás do braço do violão com os pitões fixados.
Fonte: Autores.

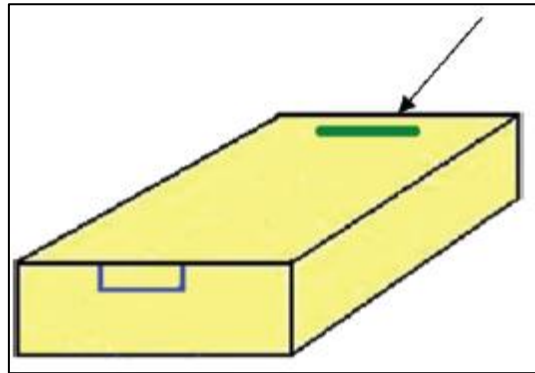


Figura 6. Caixa de sapato com cavalete de palito de churrasco.
Fonte: Moura e Neto (2011).

Em seguida, devem ser medidos 33 cm do cavalete em relação à ripa, e marcado esta posição. Depois, é feita a medida de mais 33 cm, da posição demarcada até o final da ripa, como na figura 7. Este último local assinalada será a pestana do violão onde deve ser colado outro pedaço de palito de churrasco com 5 cm de comprimento.

Obtendo as medidas em um violão tradicional das distâncias entre os trastes, devem-se fazer as marcações na ripa com a ajuda de uma régua, e colar os palitos de churrasco (5 cm de comprimento) nos locais referente aos trastes (figura 8).

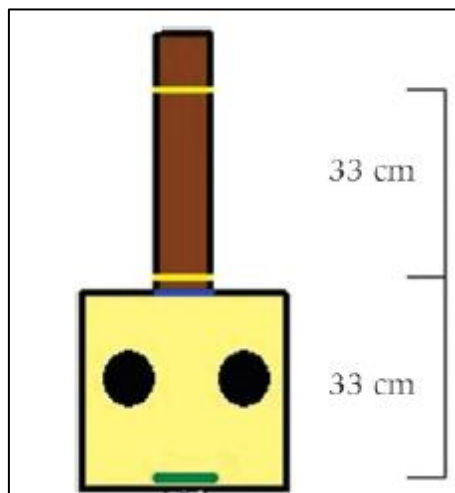


Figura 7. Medidas do violão.
Fonte: Moura e Neto (2011).

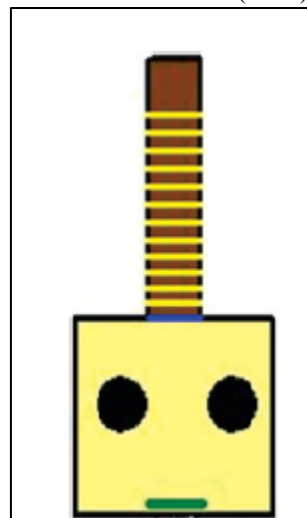


Figura 8. Braço do violão com os trastes colados.
Fonte: Autores.

Logo após, são presos os três ganchos na ripa, atrás da pestana, como visto na Figura 5. As três cordas de nylon são amarradas nos ganchos dentro da caixa, passadas pelos furos na caixa, e na parte externa do instrumento, passadas por cima da pestana e rastilho. Então, são presas nos ganchos da outra extremidade do violão, sempre direcionadas de forma retilínea.

Em seguida, pode ser posicionada uma pilha ou outro objeto semelhante, como suporte em frente aos ganchos para impedir que as cordas deslizem, facilitando a afinação. Para a função de pestana, pode-se utilizar um lápis pequeno, ou algo parecido, que fique em uma altura levemente maior que os trastes, melhorando a qualidade do som produzido. Assim, será possível girar os ganchos externos para afinar o violão. A figura 9 mostra o processo de montagem do violão nas etapas finais.



Figura 9. Etapas finais da montagem do violão.

Fonte: Autores.

Durante a montagem do instrumento os alunos foram relacionando cada parte do violão artesanal com as de um violão real, o qual alguns já tinham contato. No entanto, durante a construção tiveram dificuldade em conectar este processo aos conceitos físicos visto na aula teórica. Assim, havendo o intuito de obter essa relação entre teoria e prática no momento da confecção, recomenda-se a mediação do professor, visto que esse processo não ocorreu de forma natural nesta abordagem.

Portanto, neste momento, objetivou-se estimular a motivação dos alunos em estudar física, além disso, buscou-se relacionar à prática ao cotidiano dos alunos e auxiliar no desenvolvimento de habilidades do trabalho em equipe, como: autodesenvolvimento, capacidade de solucionar problemas, exposição de pensamentos, criatividade, autonomia, responsabilidade, postura empreendedora, construção do pensamento lógico, entre outras atitudes úteis para o mundo do trabalho e para sua formação enquanto sujeitos críticos e integrantes da sociedade contemporânea (TRENTIN et al., 2015).

Entretanto, após a montagem, os alunos foram levados a investigarem as possíveis notas e sons que o instrumento poderia produzir. Também foram instigados a perceberem a relação entre comprimento da corda e altura do som. Para variar o comprimento da corda o aluno coloca os dedos da mão esquerda fazendo pressão no espaço entre os trastes, produzindo assim diversas notas

musicais. Ainda dentro dessa abordagem foi possível introduzir a visão histórica que explica a formação das notas em corda, desenvolvida por Pitágoras.

Outra possibilidade de utilização, que não foi utilizada nesta pesquisa, consiste em obter os “harmônicos naturais” referentes às casas cinco, sete e doze do violão tradicional, mas em alturas e afinações distintas (MOURA; NETO, 2011).

O questionário avaliativo aplicado ao final das aulas nas duas turmas está disponível logo a seguir, o qual consiste na parte 1, de dez questões sobre o assunto teórico estudado. E na parte 2, de quatro perguntas de opinião para a turma A e seis perguntas para a turma B.

Questionário Avaliativo

Parte 1 (Turmas A e B)

1. O que é som audível?
 - a) Ondas infrassônicas.
 - b) Ondas ultrassônicas
 - c) Ondas eletromagnéticas
 - d) Uma faixa de frequência de ondas mecânicas à qual o ouvido humano é sensível.

2. Como os sons são produzidos?
 - a) Através da matéria em vibração.
 - b) São produzidos no vácuo, onde não há matéria.
 - c) Apenas por meio de instrumentos musicais.
 - d) Apenas na água.

3. Por que o som não se propaga no vácuo?
 - a) Porque o vácuo é um meio material.
 - b) Porque no vácuo não há matéria.
 - c) Por causa do ar contido no vácuo impede a passagem do som.
 - d) Por que o som é produzido somente pela vibração de uma corda

4. Marque a opção em que se apresentam apenas qualidades do som.
 - a) Altura, intensidade e timbre.
 - b) Frequência, temperatura e intensidade.
 - c) Comprimento, intensidade e timbre.
 - d) Timbre, intensidade e massa.

5. O que é ultrassom?
 - a) Ondas com frequência menor que 20Hz.
 - b) Ondas sonoras.
 - c) Ondas luminosas.
 - d) Ondas com frequência maior que 20 000Hz.

6. O que é infrassom?
 - a) Ondas com frequência menor que 20Hz.
 - b) Ondas sonoras.
 - c) Ondas luminosas.
 - d) Ondas com frequência maior que 20 000Hz.

7. Qual a faixa de frequência da percepção auditiva?
 - a) 10Hz a 20 Hz.

- b) 20Hz a 10 000Hz.
 c) 20Hz a 20 000Hz.
 d) 20 000Hz a 110 000Hz.
8. O que é altura?
 a) É a qualidade que permite classificar os sons em graves (baixos) e agudos (altos).
 b) É a qualidade que permite distinguir um som forte de um som fraco.
 c) É a qualidade que permite classificar os sons de mesma altura (frequência) e de mesma intensidade, emitidos por fontes diferentes.
 d) Consiste no fenômeno em que o som pode transpor obstáculos.
9. O que é intensidade?
 a) É a qualidade que permite classificar os sons em graves (baixos) e agudos (altos).
 b) É a qualidade que permite distinguir um som forte de um som fraco.
 c) É a qualidade que permite classificar os sons de mesma altura (frequência) e de mesma intensidade, emitidos por fontes diferentes.
 d) Consiste no fenômeno em que o som pode transpor obstáculos.
10. O som se propaga melhor nos sólidos que nos líquidos devido:
 a) A tensão superficial de o sólido ser maior que no líquido
 b) As moléculas estarem mais próximas que nos líquidos
 c) O calor gerado no atrito entre as moléculas dos sólidos.
 d) A frequência não ser propriedade do som.

Parte 2 (Turma A)

1. Como você avaliaria a aula?
 a) Ruim
 b) Moderado
 c) Bom
 d) Ótimo
2. Você acha que uma aula de física seria mais atrativa se houvesse um laboratório em sua escola?
 a) Não acredito que essa aula mudaria minha motivação.
 b) Não, com certeza não.
 c) Um pouco.
 d) Sim, com certeza.
3. Conforme é visto em sala de aula em sua escola, a física é uma disciplina:
 a) De muitos cálculos sem sentido.
 b) De muitos cálculos com sentido.
 c) De poucos cálculos e sem sentido.
 d) De poucos cálculos e com sentido.
4. Na frase “a matemática é apenas uma ferramenta da física”, você pensa que:
 a) Está correta, pois sem matemática é impossível estudar física.
 b) Está enganada, pois matemática é física.
 c) Está correta, pois a física continua existindo sem a matemática.
 d) Está enganada, pois o português também é uma ferramenta.

Parte 2 (Questões acrescidas ao questionário de opinião da turma B)

1. Como você avaliaria a aula prática?

- a) Ruim
 b) Moderado
 c) Bom
 d) Ótimo
2. Como você qualificaria o seu interesse por física, após a aula de hoje:
 a) Não aumentou
 b) Aumentou um pouco, mas nada de mais.
 c) Achei interessante.
 d) Gostei muito, espero que o colégio também possua um laboratório próprio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise dos questionários respondidos pelos alunos da turma A (aula tradicional) foi possível concluir que apesar da didática e metodologia utilizada, no caso, aula expositiva, utilizando os recursos: quadro branco e pincel, os resultados obtidos foram satisfatórios, com aproximadamente 70,9% de acertos no questionário que avaliava os conteúdos aprendidos. (Tabela 2). Em relação à avaliação da aula por parte dos alunos, 59,1% dos alunos consideraram a aula como boa, 36,4% acharam a aula ótima, e apenas 4,5% avaliaram como moderada (Tabela 2).

Os resultados satisfatórios se devem em partes, ao fato de estarem adaptados ao estilo tradicional de aula, pelo fato do conteúdo já ter sido abordado em outro momento, e também por a aula ter sido ministrada por um professor “novo” para eles, o que contribuiu para atrair a atenção à aula. Podemos também apontar como fatores que justificam o resultado, o número reduzido de alunos na turma, em relação ao normal que seria entre 35 a 40 alunos, permitindo um maior contato entre professor e aluno.

Tabela 2. Resultados da avaliação com a turma A (aula tradicional).

Identificação	1ª AVALIAÇÃO		Percentual de acertos
	Acertos	Erros	
<i>Aluno 1</i>	5	5	Aproximadamente 70,9 % (163 acertos) do valor total de 230 questões (10 questões para cada aluno)
<i>Aluno 2</i>	3	7	
<i>Aluno 3</i>	6	4	
<i>Aluno 4</i>	9	1	
<i>Aluno 5</i>	5	5	
<i>Aluno 6</i>	5	5	
<i>Aluno 7</i>	1	9	
<i>Aluno 8</i>	9	1	
<i>Aluno 9</i>	10	0	
<i>Aluno 10</i>	8	2	
<i>Aluno 11</i>	10	0	
<i>Aluno 12</i>	9	1	
<i>Aluno 13</i>	9	1	
<i>Aluno 14</i>	7	3	
<i>Aluno 15</i>	6	4	
<i>Aluno 16</i>	7	3	
<i>Aluno 17</i>	4	6	

<i>Aluno 18</i>	8	2	
<i>Aluno 19</i>	8	2	
<i>Aluno 20</i>	7	3	
<i>Aluno 21</i>	7	3	
<i>Aluno 22</i>	10	0	
<i>Aluno 23</i>	10	0	

Fonte: Autores

Na prática cotidiana de sala de aula, é observada a dificuldade de obter dos alunos atenção durante as aulas tradicionais e despertar neles o interesse pela disciplina de Física. Sendo raros os alunos que conseguem bons resultados nas avaliações, principalmente quando envolvem cálculos. Podemos, portanto apontar como possíveis causas que contribuem para desinteresse do aluno pela disciplina de Física, reprovação e até mesmo evasão da escola, problemas relacionados à condução das aulas, metodologia dos professores e sistema de avaliação.

Os alunos que participaram da montagem dos instrumentos afirmaram não estarem acostumados com o tipo de aula, onde é possível comprovar a teoria através da prática, ou seja, aulas experimentais em que o aluno pode interagir, participar, ou apenas visualizar uma demonstração.

Através das respostas ao questionário, foi possível compreender a visão que os alunos desta escola têm sobre a disciplina de Física. Para eles, a Física se confunde com a matemática, e para alguns como uma matéria sem sentido e de muitos cálculos. Porém após a prática experimental eles puderam perceber o quanto a Física está relacionada com o seu cotidiano, explicando fenômenos da natureza.

Portanto, nas respostas ao questionário da turma B (aula experimental) realizado após a aula teórica e demonstrativa, sobressai o aspecto da importância atribuída pelos alunos a este tipo de aula, como uma maneira de se concretizar a teoria através da prática. Pois entendem que as demonstrações esclarecem melhor os conceitos, fixam melhor a matéria, ajudam na compreensão de exercícios e tornam a aula mais interessante. Dessa maneira, o fenômeno físico não é apenas abstraído de fórmulas matemáticas, porém visualizado, e, portanto, compreendido.

Na parte prática da aula, os alunos perceberam a proposta como significativa e relevante. Demonstraram predisposição à aprendizagem bem como participação na atividade desenvolvida e interesse em construir seu próprio instrumento musical, não manifestando nenhuma resistência ao trabalho. Após a montagem do violão, os alunos foram instigados a investigarem as possíveis notas e sons que o instrumento podia produzir.

Apesar de ser esperado um resultado melhor na turma onde ocorreu a prática experimental, ambas apresentaram resultados semelhantes. Dessa forma, a turma B obteve 69,3% de acertos, em relação ao total de 140 questões (como mostra a tabela 3). É importante destacar que tais alunos se encontravam em final de semestre, entrando nas férias escolares. Inclusive por esse motivo, o número de alunos em sala se apresentou tão reduzido. Podendo então, estes fatores terem contribuído de alguma forma nos resultados obtidos.

A proposta era trabalhar com os alunos, por meio do instrumento musical, sobre a relação entre comprimento da corda e altura do som; e usar o corpo do violão para trabalhar o conceito de ressonância. Além de retomar alguns assuntos da aula teórica, como intensidade, timbre e volume. Porém, o tempo disponível não foi suficiente para que todo o planejamento da aula se concretizasse como esperado.

Tabela 3. Resultados da avaliação com a turma B (aula experimental).

Identificação	2ª AVALIAÇÃO		Percentual de acertos
	Acertos	Erros	
<i>Aluno 1</i>	7	3	Aproximadamente 69,3 % (97 acertos) do valor total de 140 questões (10 questões para cada aluno)
<i>Aluno 2</i>	8	2	
<i>Aluno 3</i>	10	0	
<i>Aluno 4</i>	8	2	
<i>Aluno 5</i>	8	2	
<i>Aluno 6</i>	9	1	
<i>Aluno 7</i>	9	1	
<i>Aluno 8</i>	6	4	
<i>Aluno 9</i>	8	2	
<i>Aluno 10</i>	10	0	
<i>Aluno 11</i>	10	0	
<i>Aluno 12</i>	7	3	
<i>Aluno 13</i>	8	2	
<i>Aluno 14</i>	5	5	

Fonte: Autores.

Os alunos da turma B avaliaram a aula teórica da seguinte forma: 42,9 % consideraram ótima, 50 %, boa; e 7,1% acharam a aula moderada. Sobre a aula prática 57,1 % avaliaram como ótima; 35,7 % como boa, e 7,1 % como moderada. Nas duas turmas foram quase unânimes a importância que eles deram ao uso do laboratório. 95,4 % dos alunos da turma A e 100 % dos alunos da turma B acham que as aulas de Física seriam mais atrativas se houvesse laboratório na escola. 92,8 % dos alunos da turma B acharam a prática experimental interessante e gostaram muito de participar.

É possível concluir, a partir dos resultados dos questionários de opiniões, evidências de que a proposta alcançou os objetivos, pois foi perceptível nas respostas, que a grande maioria dos alunos aprendeu com prazer, acharam a aula atrativa e expressaram o desejo de que mais conteúdos fossem abordados da mesma maneira.

Essa pequena amostragem de alunos talvez não represente um resultado estatístico abrangente e específico, porém, a partir de tais resultados, é possível reproduzir esta prática com outros alunos, a fim de desenvolvermos o interesse pela Física, em especial, a acústica, relacionando tais conhecimentos científicos com conhecimentos do cotidiano do aluno.

CONCLUSÃO

Com a aplicação deste trabalho percebeu-se que os alunos da turma B, onde ocorreu a aula com a prática experimental, demonstraram mais interesse pela aula. Em contrapartida, os alunos da turma A, que participaram de uma aula tradicional de Física, mostraram interesse menor. Isso comprova que a prática experimental em sala de aula, e uma abordagem voltada para o cotidiano do aluno contribuem para o processo de ensino-aprendizagem.

Experimentos realizados em sala de aula sobre acústica e outras áreas da Física podem levar os professores a percepção de que é possível fazer do ensino algo mais motivador, e da

aprendizagem, algo significativo. Portanto, a montagem do instrumento musical se torna uma ferramenta útil para a aprendizagem da Física do som no Ensino Médio, auxiliando o aluno a conciliar o seu cotidiano com a teoria abordada em sala de aula.

A contextualização e interdisciplinaridade determinadas nos PCN fundem-se num único conceito, quando uma aula demonstrativa, como a proposta deste trabalho é aplicada. A compreensão através dessa abordagem, no conteúdo de Acústica auxilia o estudante a compreender melhor o mundo que o cerca.

Portanto, é importante que o professor esteja aberto para desenvolver novas propostas em sala de aula, pois existe uma grande quantidade de trabalhos com materiais de baixo custo que tentam se enquadrar nas condições reais da prática do professor.

REFERÊNCIAS

- BAROLLI, E.; FRANZONI, M. Efeitos de intervenções docentes na condução de uma atividade experimental em um laboratório didático de Física. *Cad. Bras. Ens. Fis.*, v. 25, n. 1: p. 35 – 54, abr., 2008.
- BEZERRA, D. P.; GOMES, E. C. S.; MELO, E. S. N.; SOUZA, T. C. A evolução do ensino da Física – perspectiva docente. *Scientia Plena*, v. 5, num. 9, setembro, 2009.
- BLEICHER, L.; SILVA, M. M.; RIBEIRO, J. W.; MESQUITA, M. G. Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 2, junho, 2002.
- BLOSSER, P. E. Materiais em pesquisa de ensino de física: o papel do laboratório no ensino de ciências. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, Florianópolis, 5 (2): 74 – 78, ago., 1988.
- BORGES, O. Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor! *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 2, p. 135-142, 2006.
- CARAMELLO, G. W.; STRIEDER, R. B.; WATANABE, G.; MUNHOZ, M. G. Articulação Centro de Pesquisa – Escola Básica: contribuições para a alfabetização científica e tecnológica. *Revista brasileira de ensino de física*, v. 32, n. 3, 2010.
- CAVALCANTE, J. C. L.; BUENO, F. R.; COSTA, C. A.; AMORIM, R. G. G. Física e Música: Uma proposta Interdisciplinar. *Rev. Areté*, Manaus, v. 5, n. 9, p. 101 – 111, ago., dez., 2012.
- DONOSO, J. P.; TANNÚS, A.; GUIMARÃES, F.; FREITAS, T. C. A Física do violino. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 2, 2008.
- FILHO, J. P. A. Regras de transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, v. 17, n. 2: 174 – 182, ago., 2000.
- HEINECK, R. Ensino de física na escola e a formação de professores: reflexões e alternativas. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, v.16, n. 2, p. 226-241, agosto, 1999.
- JUNIOR, F. N. M.; CARVALHO, W. L. P. O ensino de acústica nos livros didáticos da física recomendados pelo PNLEM: análise das ligações entre a física e o mundo dos sons e da música. *Holos*, Ano 27, v. 1, 2011.

JUNIOR, P. L.; RODRIGUES, L. G. P.; SILVA, M. T. X. Sobre a não linearidade de fenômenos acústicos e o funcionamento da flauta transversa: uma incursão pela acústica musical. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 29, n. 1: p. 156 – 179, abr. 2012.

MOREIRA, M. A. *Metodologias de Pesquisa em Ensino*. Editora Livraria da Física. São Paulo, 2011.

MOURA, D. A.; NETO, P. B. O ensino de acústica no Ensino Médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo. *Física na Escola*, v. 12, n. 1, 2011.

PENA, F. L. A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971 – 2006). *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, n. 1, 2009.

PENA, F. L. A. Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de Física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula? *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 26, n. 4, p. 293 - 295, 2004.

RESENDE, F.; LOPES, A.M.A.; EGG, J.M. Identificação de problemas do currículo, do ensino e da aprendizagem de física e de matemática a partir do discurso de professores. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 2, p. 185-196, 2004.

SAAB, S. C.; CÁSSARO, F. A. M.; BRINATTI, A. M. Laboratório caseiro: tubo de ensaio adaptado como tubo de Kundt para medir a velocidade do som no ar. *Cad. Brás. Ens. Fís.*, v. 22, n. 1: p. 112 – 120, abr., 2005.

SANTOS, A. C. K.; LEVANDOWSKI, C. E. Influência do instrumento na avaliação da aprendizagem decorrente do ensino de laboratório em física. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, Florianópolis, 3 (3): 122 – 133, dez., 1986.

SÉRÉ, M.G.; COELHO, S.M.; NUNES, A.D. O papel da experimentação no ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 20, n. 1, abril, 2003.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v. 17, n. 3: p. 360 – 369, dez., 2000.

TONEGUZZO, L.; COELHO, F. O. Demonstre em aula – Gerador de Ondas Estacionárias em uma corda. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, Florianópolis, 7 (3): 227 – 231, dez. 1990.

TRENTIN, M.; ROSA, C.; ROSA, A.; TEIXEIRA, A. Robótica educativa livre no ensino de física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva. *Revista Brasileira de ensino de ciência e tecnologia*, v. 8, n. 3, p. 274-292, mai-ago. 2015.

VILLANI, A. Reflexões sobre as dificuldades cognitivas dos professores de física. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, Florianópolis, v.8, n. 1, p. 14-19, abril, 1991.