



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

FÍSICA NA MÚSICA: O USO DA MÚSICA COMO UMA FERRAMENTA METODOLÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA.

MUSIC IN PHYSICS: THE USE OF MUSIC AS A METHODOLOGIC TOOL IN PHYSICS TEACHING.

Wenderson Venceslau Barroso de Paula¹, Sara Vitória de Souza Santos², Alexandro Pereira Lima³.

¹ Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional (MNPEF), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), wenderson.venceslau.088@ufrn.edu.br.

² Escola de Ciências e Tecnologia (ECT), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), sara.souza.111@ufrn.edu.br.

³ Escola de Ciências e Tecnologia (ECT), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), alexsandro.lima@ufrn.br.

Resumo

Não raro, ouve-se relatos de que os professores de física do nível médio enfrentam dificuldades com a falta de motivação de seus alunos, haja vista que, muitas vezes, o que é ensinado nas salas de aulas parece não conter, efetivamente, relação com o cotidiano dos alunos. O uso da arte - em particular, a música - apresenta-se como uma potencial ferramenta metodológica capaz de atrair a atenção dos alunos para a Física, o que pode fazer com que o aprendizado dessa disciplina seja mais prazeroso, dotado de significado crítico, numa perspectiva dialógica. Nesse sentido, este projeto de pesquisa em ensino de Física se propõe a analisar os vieses das relações de ensino e aprendizagem acerca dos conceitos de acústica, usando a música como pano de fundo das aulas e o violão como exemplificação prática dos fenômenos estudados. Essa aplicação, a princípio, será realizada nas turmas de ensino médio do Over Colégio e Curso, escola privada situada na zona norte da cidade do Natal/RN, na primeira quinzena de novembro de 2022, com pretensão de aplicar, também, em escolas públicas da cidade em oportunidades futuras. Para tanto, elaboraremos um roteiro de aplicação, subdividido em Três Momentos Pedagógicos. Por fim, pretendemos analisar se essa proposta de abordagem de ensino é capaz de trazer uma melhoria no aprendizado dos conceitos relacionados à acústica.

Palavras-Chave: Ensino de Física; Acústica; Música.

Abstract

It is not uncommon to hear reports that high school physics teachers face difficulties with the lack of motivation of their students, given that what is often taught in classrooms does not seem to contain, effectively, a relationship with student's daily lives. The use of art - music in particular - presents itself as a potential methodological tool capable of attracting student's attention to Physics, which can make the learning of this discipline more pleasant, endowed with critical meaning, in a dialogic perspective. In this sense, this research project in Physics teaching propose to analyze the biases of teaching and learning relationships about the concepts of acoustics, using music as a background for classes and the guitar as a practical example of the phenomena studied. This application, at first, will be carried out in the high school classes of Over Colégio e Curso, a private school located in the north zone of the city of Natal/RN, on the first half of November of 2022, with the intention of applying it, in future opportunities, also in public schools in the city. Therefore, we developed an application



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

script, subdivided into Pedagogical Moments. Finally, we intend to analyze if this proposed teaching approach is capable of bringing an improvement in the learning of the concepts related to acoustics.

Keywords: Physics Teaching, Acoustic, Music.

Introdução

Alguns autores, como Grillo e Perez (2016), sugerem que, assim como as atividades científicas, as atividades artísticas costumam seguir normas rígidas de conduta, pois ambas passam, em geral, pelo empirismo, chegando ao ponto onde atingem resultados satisfatórios nos modelos construídos, apresentando boas possibilidades de previsibilidade. A distinção entre a música e a física está exatamente na forma em que são aplicadas e utilizadas por cada grupo social e que, por sua vez, associa-se à educação e à cultura de cada povo. O processo artístico, dessa forma, tem muito dos métodos científicos, mais especificamente, há experimentação, há observação dos resultados e há desenvolvimento de modelos que sejam replicáveis.

Na literatura, é possível encontrar várias relações existentes entre a música e a física, principalmente no que tange à estrutura dos instrumentos musicais e as caixas acústicas (DONOSO et al, 2008; GOTO, 2009; CATELLI; MUSSATO, 2014; ZACZÉSKI et al, 2018; PEDROZO; FREITAS, 2022), no entanto, recursos musicais são pouco explorados nas aulas de Física e nos seus laboratórios. Na Física, conceitos como timbre, altura, intensidade, batimento, frequência, duração, velocidade sonora, ressonância, comprimento de onda, entre outros, poderiam, com o auxílio de um instrumento musical portátil, como o violão ou flauta, por exemplo, ser trabalhados de maneira a explorar o interesse dos alunos (LAGO, 2015), dinamizando o processo de ensino-aprendizagem e propiciando a ressignificação de conhecimentos prévios (MAUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

A construção de instrumentos musicais, como o violão, é pura Física. Todavia, não há nos currículos dos cursos de Física das escolas ou universidades disciplinas como Luthieria, Percepção e Apreciação Musical. Como consequência, dificilmente um estudante do ensino médio ou um licenciado em Física conclui o curso com a percepção prática de que a música é o exemplo perfeito da acústica. Até mesmo a disciplina de acústica, em si, tem sido relegada a um tópico dentro do assunto de ondulatória nos currículos de Física da maioria das universidades e nos livros didáticos-científicos (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2013; GASPARELLO, 2003). Nesse sentido, a música pode se apresentar como uma boa ferramenta metodológica no ensino de Física (GRILLO; PEREZ, 2016), tendo em vista que sua aplicabilidade poderia culminar em um aumento no interesse pelas atividades científicas.

1. Fundamentação Teórica

Existem muitas possibilidades de estudo dentro da interface Física-Música, mas nossa escolha foi o estudo da Física do violão, por se tratar de um instrumento musical muito difundido na cultura popular brasileira, fazendo com que a maioria das pessoas em nosso país, mesmo aquelas que não tenham qualquer tipo de formação musical, reconheçam o instrumento e sua presença sonora nas músicas populares de vários estilos musicais distintos. Além disso, o violão é um instrumento de fácil acesso e é, por muitas vezes, o primeiro instrumento que as pessoas que desejam aprender música têm contato.



O violão é um instrumento de corda que, em sua origem, na antiguidade, apresentava uma forma diferente da atual, com diferentes formatos de caixa acústica e quantidade de cordas. O violão moderno apresenta seis cordas, cuja nomenclatura e frequência são apresentadas na Tabela 1:

Tabela 1 - Notas e frequência das cordas do violão.

Cordas	Notas	Frequência (Hz)
1 ^a	Mi3	329,6
2 ^a	Si2	246,9
3 ^a	Sol2	196,0
4 ^a	Ré2	146,8
5 ^a	Lá1	110,0
6 ^a	Mi1	82,4

Fonte: Rossing (1990).

Antes de ser utilizado, o violão (como qualquer outro instrumento musical), deve ser afinado de modo a reproduzir as notas que são permitidas por sua estrutura física. Tais notas devem estar dentro das frequências que foram historicamente definidas como parte da escala em uso (MENEZES, 2003). Na cultura ocidental, por tradição histórica, é comumente utilizada a escala diatônica. Essa escala apresenta sete notas (heptatônica), com cinco intervalos de tons e dois intervalos de semitons entre as notas com esse padrão se repetindo a cada oitava nota dentro de uma sequência tonal específica. O violão é construído de tal maneira que as cordas podem ser tensionadas até atingirem a frequência desejada ao serem “atacadas” pelo violonista. As cordas estão dispostas no braço do instrumento onde existem trastes de metal que dividem o comprimento do braço em tamanhos pré-definidos, de modo que o comprimento efetivo da corda vibrante sempre produza sons de acordo com as frequências da escala diatônica temperada (GRILLO; PEREZ, 2016).

Os processos físicos responsáveis pela emissão do som no violão são três: formação de ondas estacionárias nas cordas, com o modo fundamental e seus harmônicos; a propagação do som produzido pelas cordas para o corpo de madeira do instrumento, onde são produzidos os modos ressonantes, e a propagação da onda sonora pelo ar até as nossas orelhas. Podemos relacionar a velocidade de propagação de uma onda transversal estacionária numa corda com a densidade linear da corda e com a tensão aplicada sobre ela através da expressão a seguir (RESNICK; HALLIDAY; WALKER, 2013; GASPARG, 2003):

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (1)$$

Onde v é a velocidade de propagação da onda, T é a tensão a qual a corda está submetida e μ é a densidade linear da corda vibrante.

A condição para que sejam estabelecidas ondas estacionárias em uma corda de comprimento L , fixa nas duas extremidades, é dada por:

$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$

Com $n = 1, 2, 3, \dots$ representado a ordem do modo de vibração (o modo fundamental equivale a $n=1$).



Sabendo que a velocidade de propagação de uma onda pode ser obtida através da relação entre o seu comprimento de onda (λ) e a sua frequência (f) da forma:

$$v = \lambda f \quad (3)$$

Podemos escrever a equação acima como segue:

$$f_n = n \frac{v}{2L} \quad (4)$$

Substituindo, agora, o valor da velocidade, dado por (1), temos que:

$$T = \frac{4 \cdot f_n^2 \cdot L^2 \cdot \mu}{n^2} \quad (5)$$

Ou seja, a tensão na corda é proporcional ao quadrado da frequência. Dessa forma, quando afinamos um violão, ajustamos cada corda de forma que a tensão aplicada produza a frequência desejada, conforme descrito na Tabela 1.

Um outro fenômeno físico que pode ser estudado usando um violão é o Batimento. Esse fenômeno ocorre sempre que temos dois sons sendo emitidos ao mesmo tempo com frequências muito próximas uma da outra. Nesse caso, pode ser ouvido um terceiro som, cuja frequência é a diferença entre as duas primeiras.

$$f_{\text{batimento}} = f_1 - f_2 \quad (6)$$

Dessa forma, quanto menor a frequência do batimento, menor é a diferença entre os dois primeiros sons. Portanto, um dos métodos que o violonista pode se utilizar para afinar seu instrumento é diminuir o batimento entre os dois sons que deveriam ter, a priori, a mesma frequência ($f_{\text{batimento}} = 0$). Por exemplo, o violonista pode comparar o som emitido por um diapasão, afinado em Lá (110,0 Hz), com o som emitido pela 5ª corda (cuja afinação deve ser em Lá). Ao perceber a existência de batimentos entre os dois sons, o violonista pode aumentar ou diminuir a tensão da corda até que não se ouça mais batimentos. Quando isso acontecer, ele terá afinado a quinta corda. Para afinar as demais cordas ele pode pressioná-las em certas regiões do braço, chamadas de casas (diminuindo, portanto, o tamanho da corda), e comparar o som emitido por elas com o som de cordas já afinadas, a fim de eliminar o batimento entre elas. Esse processo se repete até que todas as cordas estejam afinadas.

2. Métodos e Materiais

Em termos metodológicos, nossa proposta apresenta-se como a aplicação de um minicurso sobre Acústica. Alunos das turmas do ensino médio do Over Colégio e Curso serão convidados a participar das atividades, que ocorrerão no contraturno. É importante ressaltar que não dissociaremos o caráter investigativo (pesquisa científica) da nossa proposta, de modo que, ao logo do processo de intervenção, iremos coletar dados da ação, a fim de que possamos analisá-los e verificar se houve ou não melhoria no processo de ensino e aprendizagem desses alunos, no intuito, também, de verificar indicadores que apontem possíveis alterações em nossa proposta, com objetivo de melhorá-la ou, até mesmo, de ampliar seu escopo de aplicação para outros assuntos da Física.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Para estruturar as nossas atividades, escolhemos alicerçá-las em uma Sequência Didática. Inicialmente, confeccionaremos um pré-teste e um pós-teste, que irão gerar dados para que possamos averiguar a eficácia da ação pedagógica e propor alternativas para sua melhoria e novas aplicações. Desta feita, a Sequência na escola será composta dos seguintes Momentos Pedagógicos: 1) Primeiro Momento – Apresentação; 2) Segundo Momento – Laboratório; 3) Terceiro Momento – Conteúdo Formal.

No Primeiro Momento, que será o contato inicial dos atores do minicurso com a turma, iremos realizar um recital com músicas populares, seguido de um diálogo sobre a história do violão e da música ocidental, em particular da música popular brasileira, com seus ritmos característicos. A ideia da Apresentação é motivar os alunos, instigar o engajamento no projeto, de modo a fazê-los mais suscetível à nossa abordagem de ensino relacionado ao conteúdo físico de acústica. É nesse Momento que iremos aplicar o pré-teste, no intuito de obtermos informações sobre o conhecimento prévio da turma sobre o conteúdo a ser trabalhado. No Segundo Momento, por sua vez, realizaremos as primeiras discussões sobre acústica, na interface Física-Música. Essas discussões serão feitas de forma qualitativa, de modo que a observação dos fenômenos relacionados (frequência, o comprimento de onda, o timbre e o batimento etc.) ocorrerá com o auxílio de um violão eletrificado, de uma interface de áudio USB, um *notebook* e o *software* gratuito *Audacity*. Por fim, no Terceiro Momento, iremos realizar uma aula conceitual sobre os conteúdos relativos à Acústica de uma forma mais quantitativa. A ideia desse momento é “fechar” o assunto, propiciando ao aluno um conhecimento amplo e concreto sobre o tema. Acreditamos que, através dessa experiência, o aluno conseguirá construir e ressignificar conhecimentos de maneira satisfatória. É nesse momento, também, que iremos aplicar o pós-teste, a fim de que possamos analisar a evolução da turma sobre o tema.

Com isso, finalizamos nossa intervenção na escola e passamos à próxima etapa do projeto: a de análise. É nessa etapa que nos debruçaremos sobre os dados obtidos da intervenção e avaliaremos sua eficácia. Esse é um processo dinâmico que poderá acarretar em alterações nos Momentos de uma escola para outra, posteriormente, no propósito de melhorar o processo como um todo. Ao final dessa etapa, pretendemos ter dados suficientes que apontem para uma real melhoria no processo ensino e aprendizagem dos alunos no conteúdo de acústica e, em caso negativo, termos dados suficientes que nos mostrem os erros do projeto e eventuais aperfeiçoamentos.

3. Resultados e Discussões

Ao final deste projeto, esperamos ter contribuído para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem dos assuntos de Física, mais especificamente sobre o assunto de Acústica, utilizando uma abordagem diferenciada, na qual relacionamos a Física existente na Música. Pretendemos, ainda, obter dados suficientes, por meio da análise dos testes a serem aplicados antes e depois do minicurso, que apontem para possíveis novas aplicações dessa ferramenta metodológica em outras áreas da Física ou, até mesmo, da Matemática.

4. Considerações Finais

Esperamos que os estudantes compreendam conceitos formais, como as qualidades fisiológicas do som e as propagações de onda, por meio do estudo observacional e experimental das ondas, com o auxílio dos materiais mencionados anteriormente. Contamos, também, que os alunos relacionem os conhecimentos construídos e/ou ressignificados sobre Acústica à dinâmica do dia-a-dia, de modo que eles compreendam, de maneira geral, que a Ciência não está dissociada



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

da realidade, mas que visa modelá-la. Com isso, objetivamos difundir a relação existente entre a Física e Música e, dessa maneira, tornar o aprendizado de física mais prazeroso e interessante para os alunos. Por fim, esperamos, com este trabalho, capacitar os professores de Física, tanto da rede privada, quanto da rede pública, para que sejam capazes de realizar ações semelhantes em suas turmas, transformando-se, assim, em replicadores dessa metodologia.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Referências

CATELLI, F.; MUSSATO, G. A. As frequências naturais de uma corda de instrumento musical a partir de seus parâmetros geométricos e físicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 1-6, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000200004>.

DONOSO, J. P.; TANNÚS, A.; GUIMARÃES, F.; FREITAS, T. C. A física do violino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, e20182305, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172008000200006>.

GASPAR, A. **Física**. v. 2. São Paulo: Editora Ática, 2003.

GOTO, M. Física e música em consonância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, e20092307, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000200008>.

GRILLO, M. L.; PEREZ, L. R. (orgs.). **Física e Música**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

LAGO, B. L. A guitarra como instrumento para o ensino de física ondulatória. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, e20151504, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1806-11173711663>.

MENEZES, F. **A Acústica Musical em Palavras e Sons**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

PEDROZO, F. F.; FREITAS, T. C. Modelo analítico para instrumentos musicais de cordas dedilhadas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, e20210399, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0399>.

ROSSING, T. D. **The Science of Sound**. U.S.A.: Addison Wesley, 1990.

ZACZÉSKI, M. E.; BECKERT, C. H.; BARROS, T. G.; FERREIRA, A. L.; FREITAS, T. C. Violão: aspectos acústicos, estruturais e históricos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, n. 1, e20181309, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0192>.