



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**

LUIZ ANTONIO SOUZA DE LIMA RIBEIRO

**ENSINO DE FÍSICA ACÚSTICA USANDO INSTRUMENTOS MÚSICAIS DO
MARACATU**

RECIFE

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
LICENCIATURA EM FÍSICA

LUIZ ANTONIO SOUZA DE LIMA RIBEIRO

**ENSINO DE FÍSICA ACÚSTICA USANDO INSTRUMENTOS MUSICAIS DO
MARACATU**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, como requisito para a obtenção do título de licenciado em Física.

Orientador(a): Diógenes Soares Moura

RECIFE

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Ribeiro, Luiz Antonio Souza de Lima.

Ensino de física acústica usando instrumentos musicais do maracatu / Luiz Antonio Souza de Lima Ribeiro. - Recife, 2023.

54 p.

Orientador(a): Diógenes Soares Moura

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Física - Licenciatura, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. acústica. 2. cultura popular. 3. maracatu. 4. alfaia. 5. ondulatória. I. Moura, Diógenes Soares. (Orientação). II. Título.

530 CDD (22.ed.)

LUIZ ANTONIO SOUZA DE LIMA RIBEIRO

**ENSINO DE FÍSICA ACÚSTICA USANDO INSTRUMENTOS MUSICAIS DO
MARACATU**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, como requisito para a obtenção do título de licenciado em Física.

Aprovado em: 15/05/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Diógenes Soares Moura (Orientador)
Colégio Aplicação da UFPE

Prof^o. Marcos Alexandre de Melo Barros (Membro da banca)
Centro de Educação UFPE

Prof^o. Renê Rodrigues Montenegro Filho (Membro da banca)
Departamento de Física UFPE

RESUMO

É possível associar ensino de física com o contexto socio histórico cultural do estudante. Por conta disso, o objetivo principal do trabalho é estimular associação do conteúdo de física acústica com a cultura popular pernambucana através de uma sequência didática aplicada utilizando instrumentos musicais do maracatu. Para isso, desde as imagens presentes nas apresentações slides até mesmo os experimentos realizados em sala envolveram maracatu. A sequência despertou interesse nos estudantes e discutiu a importância de valorizar a cultura popular local sem deixar o estudo de física em segundo plano.

Palavras-chave: acústica; cultura popular; maracatu; alfaia; ondulatória.

ABSTRACT

It is possible to associate physics teaching with the socio-historical cultural context of the student. Because of this, the main objective of the work is to stimulate the inspiration of acoustic physics content with Pernambuco popular culture through an applied didactic sequence using maracatu musical instruments. For this, from the images presented in the slideshows to even the experiments carried out in the room involving maracatu. The sequence aroused the students' interest and discussed the importance of promoting local popular culture without leaving the study of physics in the background.

Keywords: acoustics; popular culture; maracatu; alfaia; wave.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
3 OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo Geral.....	13
3.2 Objetivos Específicos	13
4 METODOLOGIA	14
4.1 Leitura do referencial teórico	Erro! Indicador não definido.
4.2 Elaboração da sequência didática.....	13
4.3 Aplicação da sequência didática	13
5 RESULTADOS.....	22
5.1 Elementos da cultura popular no conteúdo de acústica nos livros didáticos do PNLD	14
5.2 Análise dos dados obtidos.....	22
5.2.1 Questionário 1	27
5.2.2 Questionário 2	44
5.2.3 Atividade Avaliativa 1.....	44
5.2.3.1 Resultados obtidos	44
5.2.3.2 Considerações gerais sobre a atividade	31
5.2.4 Atividade Avaliativa 2.....	44
5.2.4.1 Resultados obtidos	44
5.2.4.2 Considerações gerais sobre a atividade	44
5.2.5 Questionário da avaliação da sequência didática.....	44
5.3 Comparação dos estudantes com dificuldade	22
6 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS.....	44

APÊNDICE A – Atividade Avaliativa 1	48
APÊNDICE B – Atividade Avaliativa 2	48
APÊNDICE C – Questionário de avaliação da sequência didática.....	48
APÊNDICE D – Links importantes adicionais	48

1 INTRODUÇÃO

Nos livros didáticos é comum serem utilizados exemplos que não estão no dia a dia dos estudantes e raramente os livros trazem elementos da cultura popular para abordar conceitos de física. Associar esses conceitos a elementos da cultura local, como será buscado nesse trabalho, servirá para estimular o interesse dos estudantes em física a partir da inserção de elementos da cultura popular, em particular do maracatu. Dessa forma, uma sequência didática será desenvolvida e aplicada numa turma do terceiro ano do Ensino Médio utilizando uma referência pernambucana para o ensino de física, que pode servir de inspiração para professores utilizarem metodologias similares em suas salas de aula.

Os livros didáticos de física normalmente importam exemplos que não estão no dia a dia dos estudantes, o que limita o potencial deles em associar o conteúdo de física abordado no livro com seu cotidiano. Estudantes da graduação em licenciatura em física muitas vezes recebem a bibliografia em inglês ou de livros traduzidos diretamente, e os exercícios abarcam um contexto sócio histórico cultural diferente. Além disso, é incomum o uso de questões, exercícios, experimentos de física contendo manifestações artísticas da cultura popular. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB):

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996).

Uma das áreas da física possível de se fazer associações com elementos da cultura popular é a acústica, que se propõe a estudar as ondas sonoras e seus fenômenos, abrangendo o estudo dos sons produzidos por instrumentos musicais. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino médio de Física (PCN + Ensino médio: Física):

O estudo do som pode ainda permitir uma interface importante com as artes, a música em particular, ou ainda, o reconhecimento dos vários instrumentos associados a diferentes culturas. Nessa releitura, o tema imagem e som redireciona o estudo da óptica e das ondas mecânicas, colocando em destaque as competências para a compreensão do mundo da informação que se deseja privilegiar. (BRASIL, 2002, pág 18-19)

Assim, o trabalho se propõe a utilizar principalmente a alfaia, um instrumento musical do maracatu, como recurso para abordagem de conceitos de física acústica e a estabelecer uma conexão da física com elementos da cultura popular, em particular do maracatu. A alfaia consiste em um instrumento de percussão com a pele do tambor em formato circular.

A escola onde será aplicado o projeto é localizada em Recife, por isso esse tipo de elemento da cultura popular desperta a atenção dos estudantes por reconhecerem o ritmo em seu cotidiano, principalmente durante o carnaval, festividade popular na qual é comum a presença de vários maracatus, especialmente no Recife Antigo e em Olinda, que são destinos comuns para recifenses nessa época do ano. Dessa forma, os estudantes estarão estudando física fazendo associações ao carnaval. Por isso, escolher o maracatu não parte de uma escolha arbitrária, e sim de uma escolha que considera o contexto concreto vivenciado pelos estudantes. Assim, o uso do maracatu na sala de aula é uma forma de resgatar essa memória afetiva de parte dos estudantes e buscar despertar a curiosidade dos que não presenciaram as festividades, utilizando o maracatu como um meio, a partir dessa associação entre física e cultura popular, pois estudando em Recife, o maracatu acaba por perpassar o seu cotidiano, por ser um elemento cultural.

A cultura é a expressão simbólica ou literal, seja ela individual ou coletiva das relações humanas, no capitalismo a cultura popular é produzida e difundida pela classe trabalhadora em diversos espaços apesar da tendência a sua desvalorização, restrição e marginalização. O maracatu, sendo parte da cultura popular deve caber também na sala de aula, pois manifesta expressões humanas, como discute Canclini (1983, pág 42), sobre o que caracteriza a cultura popular:

Tampouco a cultura popular é um conjunto de tradições ou de essências ideais, preservadas de modo etéreo: se toda produção cultural surge, como vimos, a partir das condições materiais de vida e nelas está arraigada, torna-se ainda mais fácil comprovarmos esta afirmação nas classes populares, onde canções, as crenças e as festas estão ligadas de modo mais estreito e cotidiano ao trabalho material ao qual se entregam quase todo o tempo.

A cultura popular deve estar viva sendo valorizada, tanto através do suporte aos brincantes e artistas, pensando também políticas produzidas coletivamente com esses. A cultura também pode e deve estar presente de maneira orgânica na escola,

e não deve se restringir a aula de música, artes ou literatura, pois suas repercussões estão ligadas a própria vida dos estudantes, como discutimos. E o maracatu faz parte da cultura popular, e ele também ressignifica o jeito que é por ser uma cultura de massas, além de estar em conflito com a indústria cultural, como Guillen (2004, pág 40), exemplifica falando dos maracatus nação:

E os maracatus-nação constituem hoje palco privilegiado para aqueles que objetivam discutir como a cultura popular ressignifica suas práticas diante dos movimentos muitas vezes avassaladores da cultura de massas e da indústria cultural

Trazer elementos da cultura popular para a sala de aula é também uma forma de mostrar para os estudantes que até na música que se ouve no carnaval e nos batuques existem fenômenos físicos envolvidos. Nesse sentido, a sequência didática se propõe a trazer um exemplo vindo da expressão cultural das maiorias, com instrumentos musicais do maracatu e é uma forma de buscar exemplificar que enquanto professores temos algumas escolhas ao abordarmos algum conteúdo.

Mais detalhes sobre a sequência didática serão discutidos na sessão da metodologia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Existem alguns trabalhos na literatura que fazem o uso de manifestações culturais para o ensino de física. Por exemplo, no trabalho “A física das oscilações mecânicas em instrumentos musicais: exemplo do berimbau”, Kandus, Gutmann e Castilho (2006, pág 432) justificam como o uso do berimbau afeta o imaginário do estudante:

A menção da palavra berimbau pode remeter o ouvinte, ou leitor, a uma série de ideias, que podem variar segundo o seu interesse pessoal, gosto ou experiência vivida: Bahia, Salvador, música, instrumento, luta e dança. Certamente, também, remete a uma outra palavra: capoeira.

No trabalho citado, buscou-se entender as vibrações da corda fixa do berimbau e os modos ressonantes gerados. Uma dedução importante é que o berimbau gera um som mais grave quando está apoiado na barriga a partir da comparação dos modos excitados comparando os dois casos: afastado e próximo a barriga. Para além da área da música, o trabalho “Ensino de Física no Sertão: Literatura de cordel como ferramenta didática” (Silva, Ribeiro, 2012) também se propõe a vincular a física com a realidade dos estudantes com elementos da cultura local:

É praticamente um consenso que a falta de vínculo com a realidade dos alunos, é determinante na limitação do rendimento do ensino, como um dos principais problemas vivenciados no ensino de ciências, e essa falta de vínculo pode ser superada com a utilização da literatura de cordel. (SILVA; RIBEIRO, 2012, pág 238)

No trabalho, os autores se propõem a mostrar como a literatura de cordel pode ser útil no ensino de física:

Nesta atividade, nosso objetivo foi o de propiciar ao público em geral e aos professores locais, referenciais teóricos e metodológicos para um entendimento mais amplo dos conceitos científicos presentes na cultura popular sertaneja, e mais especificamente, apresentar argumentos em prol da utilização da literatura de cordel nas aulas de ciências como ferramenta didática que busca promover a valorização de saberes populares característicos da região, bem como os aspectos históricos, sociais, econômicos e culturais presentes na vida dos estudantes. (SILVA; RIBEIRO, 2012,pág 233)

Silva e Ribeiro ainda fazem a crítica de que a física normalmente está associada, numa lógica determinista, ao uso exclusivo da razão, desconsiderando

elementos da atividade humana ao ensino de física, fazendo-a ficar pouco atrativa aos estudantes. Dessa forma, ao utilizarem obras artísticas nas aulas associam aspectos visuais ao que o estudante associa a física. Os autores ainda criticam o distanciamento de física e arte, pois suas definições não são simples e diretas, criticam a ideia de uma física ligada a “rigor descritivo e precisão exata” simplesmente. Os autores levam em considerações os estudantes e suas características sócio histórico culturais para justificar o uso do cordel:

É possível considerar a literatura de cordel como uma face importante na compreensão da cultura popular, que pode contribuir para amenizar ou até combater preconceitos relacionados a algumas questões culturais, evidenciando, assim, que a diversidade cultural é o que existe frente às questões antropocêntricas. O que se busca aqui é um olhar do físico-educador sobre a literatura de cordel, considerando a carga cultural e histórico-social de seus educandos (SILVA; RIBEIRO, 2012, pág 238)

Retomando Silva e Ribeiro, eles se mostram preocupados como seus estudantes veem o mundo, e buscam dar um significado para a física através do cordel, que é visto no cotidiano e tem um significado visual associado a aspectos, também, afetivos para aqueles estudantes. Por isso Silva e Ribeiro (2012, pág 235) perguntam:

Por que não utilizar essa literatura criativa como recurso didático para desenvolver o aprendizado sobre ciências, ou mais especificamente, sobre Física? Por que não inserir o hábito da investigação dos aspectos físicos da natureza em nossa cultura fazendo uso da literatura popular?

O cordel, assim como o maracatu, são manifestações artísticas, elas trazem uma face também dos estudantes, que são conectados com elementos subjetivos dessas manifestações, o cordel é de fácil circulação, leve e barato chega a muitas pessoas (BRITO, 2016). O maracatu é bastante comum em Recife e é conhecido também fora dele, então é importante reformular a pergunta também para esse trabalho: Por que não utilizar o ritmo para o ensino de física?

Segundo Medeiros e Agra (2010, pág 8), “É preciso, certamente, valorizar o uso do cordel na educação como um autêntico produto da cultura popular que exhibe de forma rica a beleza do imaginário popular”, o mesmo também se aplica para o maracatu. Especificamente a física acústica traz um potencial de abordagens utilizando instrumentos musicais. No trabalho “O uso de instrumentos musicais para

o ensino de acústica”, foram utilizados, inicialmente, instrumentos musicais conhecidos pelos alunos para abordar física acústica.

Cada instrumento se apresenta como uma fonte de abordagens físicas diferindo desde a maneira como se gera o som até o processo para emitir as diferentes notas musicais (KRUMMENAUER; PASQUALETTO, COSTA, 2009, pág 23).

Por fim a metodologia utilizada obteve avaliações positivas dos estudantes:

[...] ficou evidenciado que a proposta alcançou os objetivos, pois percebemos nas respostas que a grande maioria dos alunos aprendeu com prazer, acharam as aulas atrativas e comentaram que gostariam que mais conteúdos fossem abordados da mesma maneira (KRUMMENAUER; PASQUALETTO, COSTA, 2009, pág 24).

Tendo em vista o que foi abordado até agora, esse trabalho buscará através do maracatu, expressão da cultura popular, trazer uma forma diferente de abordar conceitos da física ondulatória, e em particular da acústica, com o uso de elementos culturais de Pernambuco, que faz parte do contexto sócio histórico cultural dos estudantes do estado. Dessa forma, ressignifica-se um imaginário de física associada a códigos culturais que os estudantes acham desinteressantes. Evidentemente que apenas nesse trabalho com apenas essa atividade não se tem a pretensão de fazer que todos estudantes imediatamente achem física interessante, já que a resolução desse problema por completo não envolve apenas a realização de uma prática, porém pretende-se causar surpresa aos estudantes, e fazer com que eles repensem o que é estudar e aprender física após a aplicação da sequência didática.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Associar o ensino de física com a cultura popular pernambucana a partir do uso de instrumentos musicais do maracatu no ensino de física acústica

3.2 Objetivos Específicos

- Trazer para a sala de aula o maracatu, que é uma importante expressão da cultura popular brasileira.
- Disponibilizar uma sequência didática para se trabalhar conceitos da física ondulatória, em particular da acústica, utilizando instrumentos musicais do Maracatu.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido em quatro etapas principais: leitura do referencial teórico, elaboração da sequência didática, aplicação da sequência didática e análise dos resultados.

4.1 Leitura do referencial teórico

Nesta etapa foi realizada a leitura de textos relacionados à cultura popular, mais especificamente sua presença no processo de ensino aprendizagem. Além disso, foi feita a sondagem em livros de Física do PNLD 2018 e Ciências da Natureza do PNLD 2021 para buscar a existência (ou não) de elementos da cultura popular trabalhado no conteúdo de acústica.

4.2 Elaboração da sequência didática

Nessa parte do trabalho foi elaborada uma sequência didática para trabalhar o conteúdo de acústica trazendo para sala de aula instrumentos do maracatu para discussão de conceitos como frequência, timbre, altura, intensidade. A proposta inicial da sequência didática encontra-se no tópico 5.3

4.3 Aplicação da sequência didática

A sequência didática foi aplicada em uma turma do terceiro ano do ensino médio. A escolha da turma foi feita considerando que o conteúdo de acústica está previsto para ser trabalhado no início do letivo de 2023 para a turma escolhida, mas que comumente é trabalhado em turmas do segundo ano. A sequência didática foi aplicada em nove aulas de 50 minutos conforme descrito a seguir:

Inicialmente, foi apresentada aos estudantes, a sequência didática e a proposta de trabalhar conceitos de física acústica utilizando instrumentos do maracatu, detalhando todas as etapas da sequência. Em seguida, foi passado o **Questionário 1** que teve como objetivo saber quais as concepções prévias dos estudantes. A seguir estão as perguntas feitas no questionário 1:

Pergunta 1 - Você conhece o maracatu? Se sim, em que contexto?

Pergunta 2 - Quais os elementos do maracatu que chamam mais atenção?

Pergunta 3 - Sobre os instrumentos musicais do maracatu, você conhece algum? Se sim, qual(is)?

Pergunta 4 - O que você entende por som?

Pergunta 5 - Se eu bater bem forte nessa alfaia, sairá um som alto ou baixo?

Pergunta 6 - O que você entende por altura do som?

Os estudantes desfrutaram de 10 minutos para responder às perguntas 1 à 3. Após esse tempo, foi pedido para que os estudantes levantassem a mão e falassem sobre suas respostas. A intenção foi primeiramente deixar os estudantes falando de onde conhecem aqueles instrumentos musicais, relatando onde costumam escutá-los, e compartilhando se já tocaram algum deles, ou seja, é o momento onde os estudantes podem trazer vivências pessoais associadas ao ritmo de maracatu. As perguntas acima serviram para saber quantos estudantes já ouviram falar do maracatu e de seus instrumentos musicais.

Após esse momento, foram apresentados para os alunos, utilizando slides, alguns vídeos de grupos de maracatu, e em seguida imagens e vídeos dos seguintes instrumentos musicais do maracatu: caixa, xequerê, ganzá e alfaia. Os dois últimos foram exibidos fisicamente durante a aula e reproduzido seu som. A apresentação dos instrumentos não foi detalhada para permitir que ao longo das aulas os estudantes conseguissem relacionar algumas características do instrumento com elementos da física acústica. Serão discutidos os resultados na parte destinada aos **Resultados e Discussão**, mas é importante adiantar que depois de cada sessão de perguntas, também se pediu para a turma compartilhar as respostas oralmente e o pesquisador anotou no quadro trechos delas.

Foi orientado para a turma responder em três minutos a pergunta 4, antes da discussão dos conceitos básicos da física acústica como onda sonora e velocidade do som. Em seguida se orientou para a resolução em 10 minutos das questões 5 e 6 deste questionário para em seguida discutir os conceitos de altura e intensidade sonora, fazendo a comparação dos gráficos da amplitude em função do intervalo de tempo comparando ondas sonoras aguda e grave, para depois comparar ondas sonoras forte e fraca.

Durante a aula foram retomadas as respostas dos estudantes à medida que se debatia os conceitos discutidos anteriormente. Posteriormente, foram realizadas duas demonstrações experimentais utilizando o aplicativo para smartphones PhyPhox para mostrar a diferença entre altura e intensidade sonora. Este aplicativo tem algumas funções como “Amplitude do Áudio”, “Espectro de áudio” e “Autocorrelação do Som” que serão utilizadas no experimento.

Demonstração 1 - Nessa demonstração, o smartphone foi posicionado próximo a alfaia que foi tocada com uma única batida. Após isso, o mesmo smartphone foi posicionado no fundo da sala e foi dada uma batida semelhante. Esse aplicativo permite que os dados sejam transmitidos pela internet para um computador ligado à mesma rede. Assim, os estudantes puderam acompanhar o valor da “intensidade” nas duas batidas, já que os dados foram projetados em tempo real. Nesse momento, as seguintes perguntas serão feitas, a partir do **Questionário 2**:

Pergunta 7 - Em que situação a intensidade sonora foi maior?

Pergunta 8 - De que parâmetros você acha que depende a intensidade sonora?

Demonstração 2 - Nessa demonstração, o smartphone foi posicionado a uma distância fixa e duas alfaias de afinação diferentes foram tocadas individualmente. Nesse caso, foi possível observar os diferentes valores para a frequência de cada alfaia. Assim, novas perguntas serão feitas:

Pergunta 9: Por que a altura do som emitido por cada instrumento é diferente?

Pergunta 10: Do que você acha que depende a frequência dos sons emitidos?

Em seguida, retomando-se a apresentação em slides, foi abordado, com um maior grau de detalhes, a diferença entre os instrumentos musicais no que diz respeito a produção de som nesses diferentes instrumentos, assim abordando de forma aprofundada os conceitos de física acústica, como timbre e intensidade, relacionando com as demonstrações e respostas dos estudantes. Depois foi apresentado o estudo das ondas estacionárias, de modo a relacionar com os instrumentos musicais observados cujo som obedece a uma série harmônica. Dessa forma, foi discutido sobre instrumentos do maracatu observando as diferenças em relação a outros instrumentos.

Na última etapa, foram propostas duas atividades com situações problema envolvendo física acústica e instrumentos de maracatu. As atividades tiveram o objetivo de avaliar o aprendizado dos estudantes durante esse processo. Por fim, foi aberto um espaço de avaliação para os estudantes sobre a sequência didática, onde eles puderam apresentar críticas, sugestões, elogios e/ou considerações sobre a sequência didática, assim como responderam o **Questionário de avaliação da sequência didática**. O quadro 1 detalha como foi a sequência didática.

Quadro 1 - Organização da sequência didática

Título:	Ensino de física acústica usando instrumentos musicais do Maracatu		
Público:	estudantes do 2º ano ou 3º ano do Ensino Médio.	Número de aulas:	9
Objetivo geral:	<ul style="list-style-type: none"> • Associar o ensino de física com a cultura popular pernambucana a partir do uso de instrumentos musicais do maracatu no ensino de física acústica 		
Aula	Objetivo específico	Conteúdo	Dinâmica das atividades
1	Entender a relação dos estudantes com o maracatu	Expressões do maracatu recifense e seus	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da sequência didática • Alunos responderão

		instrumentos musicais	<p>três perguntas do Questionário 1 no tempo total de 10 minutos sobre o maracatu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de instrumentos do maracatu e de vídeos de grupos atuando em Recife
2	Buscar o aprendizado de conceitos básicos de ondulatória e acústica	Introdução a física acústica	<ul style="list-style-type: none"> • Alunos responderão mais três perguntas do Questionário 1 no tempo total de 10 minutos sobre som, altura e intensidade sonora • Apresentação em slides: Discussão sobre som, altura e intensidade sonora com referência nas respostas dos estudantes
3	Buscar o aprendizado de conceitos básicos de ondulatória e acústica	Demonstrações experimentais com aplicativo	<ul style="list-style-type: none"> • Projetando imagem de um smartphone e utilizando o aplicativo Phyphox serão feitas demonstrações experimentais • Serão realizadas perguntas no

			<p>Questionário 2 depois de cada demonstração de forma que os estudantes possam explicar suas noções básicas sobre intensidade sonora e altura</p>
4 e 5	Compreensão de conceitos específicos da física acústica	Física acústica: Intensidade sonora, timbre, altura, produção de som, reflexão, refração	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação em slides abordando conceitos de ondulatória e acústica, retomando e aprofundando as respostas dos alunos também usando os dados dos experimentos realizados, assim como mostra de vídeo em câmera lenta da vibração da membrana da alfaia.
6	Avaliar capacidade de resolução de questões sobre o conteúdo trabalhado nas aulas	Atividade avaliativa 1: Ondas sonoras, altura, intensidade sonora, timbre, refração e reflexão	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação da Atividade avaliativa 1 utilizando exemplos relacionados ao maracatu e experimentos feitos em sala. 30 minutos.
7	Compreensão do	Ondas	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação em slides

	que são ondas estacionárias, os modos de vibração da corda e como calcular a frequência para os diferentes modos harmônicos	estacionárias e os modos de vibração da corda	definindo o que são ondas estacionárias e como se formam. Apresentação dos diferentes modos de vibração da corda
8	Mostrar as diferenças dos modos de vibração da alfaia para os instrumentos musicais de cordas vibrantes e tubos sonoros. Além do entendimento de como calcular e quais são os modos de vibração para as colunas gasosas dos tubos sonoros abertos e fechados e os modos harmônicos de cada caso.	Modos de vibração das membranas vibrantes e da coluna gasosa nos tubos sonoros	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação em slides: Discussão sobre os modos de vibração produzidos nas colunas gasosas nos tubos sonoros utilizando vídeo com experimento • Apresentação em slides: Modos de vibração da membrana circular vibrante fazendo referências a alfaia, assim foi possível observar que a frequência calculada nos experimentos em sala era a frequência do modo fundamental. Também foi apresentado vídeo de experimento de modos de vibração de uma membrana circular. • Diferenciação dos modos de vibração da

			membrana circular para os anteriores apresentados.
9	Avaliar capacidade de resolução de questões sobre o conteúdo trabalhado nas aulas	Atividade avaliativa 2: Intensidade sonora, modos de vibração da corda e tubos sonoros	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação da Atividade avaliativa 2. 40 minutos. • Entrega, ao fim da aula, do Questionário de avaliação da sequência didática

Fonte: Autoria própria (2023)

O pesquisador ainda utilizou dos dez minutos da aula seguinte para uma conversa final com a turma sobre a sequência didática fazendo uma avaliação oral.

5 RESULTADOS

Primeiramente será discutido sobre os elementos da cultura popular presentes nos livros didáticos do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) dos anos de 2018 e 2021. Os livros analisados foram os seguintes:

- Matéria, Energia e vida, PNLD 2021 - Volume 3
- Física, Ciência e Tecnologia - PNLD 2018
- Compreendendo a Física - PNLD 2018
- Física contexto e aplicações - PNLD 2018

Logo após serão analisados os dados obtidos dos 23 estudantes que participaram da pesquisa através dos questionários e atividades realizadas durante a sequência didática.

5.1 Elementos da cultura popular no conteúdo de acústica nos livros didáticos do PNLD

A partir da análise do conteúdo de física acústica nos livros didáticos do PNLD 2018 e 2021 foi possível encontrar um número muito baixo de elementos da cultura popular, os que foram encontrados tiveram limitações, para a análise, serão listados alguns exemplos que tenham alguma referência de material didático na física acústica e que tenham relação ou alguma proximidade com a cultura popular. No livro Física, Ciência e Tecnologia, Vol. 2 - PNLD 2018 foi encontrado uma figura discutindo a emissão do som através da vibração da membrana do tambor (Figura 1), apesar de não ser uma alfaia, é um instrumento musical membranofone que tem características físicas similares. Porém, neste caso não há intenção dos autores de se trazer nenhum elemento da cultura popular.

Figura 1: Imagem retirada de livro da PNLD 2018

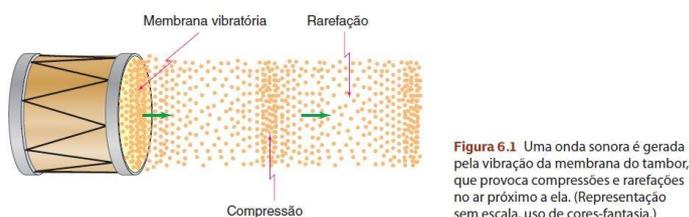


Figura 6.1 Uma onda sonora é gerada pela vibração da membrana do tambor, que provoca compressões e rarefações no ar próximo a ela. (Representação sem escala, uso de cores-fantasia.)

Fonte: Fonte: Torres, Ferraro, Soares e Penteado (2016, p.171)

No mesmo livro foi encontrada uma figura (Figura 2) representando uma flauta inca que hoje em dia é um instrumento musical popular em alguns poucos países da Ásia, Oceania e Europa, novamente não são utilizados instrumentos musicais da cultura popular diversa existente no Brasil.

Figura 2: Imagem retirada de livro da PNL D 2018

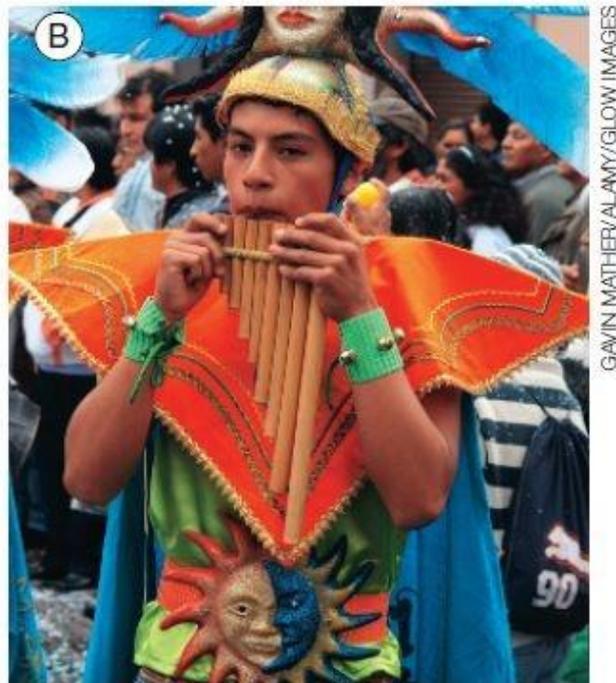


Figura 6.20 Instrumentos musicais de sopro. (A) Órgão acústico da Catedral de Hereford, Herefordshire, Inglaterra, 2012. (B) Flauta inca.

Fonte: Torres, Ferraro, Soares e Penteado (2016, p.187)

Esse foi um dos poucos exemplos mais diretos encontrados, e consiste apenas em uma pergunta feita na questão sobre como se reproduz notas diferentes no berimbau, não se discute sobre características da física acústica aplicadas a esse instrumento, nem nada além disso, como pode ser observado na figura 3.

Figura 3: Exercício envolvendo berimbau, imagem retirada do livro Compreendendo a Física - PNLD 2018

Diapasões e instrumentos de percussão

O diapasão, uma espécie de garfo metálico, vibra com determinada frequência quando percutido por um bastão ou martelinho (figura 3.23). Placas, hastes e barras metálicas, assim como membranas esticadas na boca de armações cilíndricas, em geral de madeira, também geram sons com frequências determinadas: são instrumentos de percussão (figura 3.24).

Em síntese, os instrumentos musicais são fontes sonoras variadas e ricas, mas as características do som emitido por eles não se originam apenas dos elementos que os definem – cordas, tubos ou membranas; dependem também de caixas de ressonância e, eventualmente, de outros acessórios, como pedais, chaves, cravilhas, arcos e do próprio instrumentista.



Figura 3.23. Repare a entalhe, sem entalhe e em cores fantasia, de um diapasão.



Figura 3.24. Xilofone (a); tamborim (b); tímpanos (c); triângulo (d).

EXERCÍCIOS

exemplo não obrigatório

13. Todo violão ou guitarra acústica tem formato semelhante e é feito de madeira selecionada com qualidades sonoras especiais. No entanto, as guitarras elétricas costumam ser feitas com os mais variados materiais e têm, muitas vezes, formatos diferentes. Como você explica isso?

Veja a resposta no Manual do Professor.



Guitarra elétrica.

relate, com o o tocador deste instrumento faz para obter notas diferentes com essa única corda.

Veja a resposta no Manual do Professor.



Berimbau.

14. O berimbau é um instrumento com uma única corda de aço pressionada por uma pedra, moeda ou arruela, e percutida com uma varinha. Procure saber, e

15. É muito comum dizer que alguns caracóis ou conchas marinhas nos permitem ouvir o som do mar. Como você explica esse fenômeno?

Veja a resposta no Manual do Professor.



Criança usando concha marinha para ouvir sons.

Fonte: GASPAR (2016, p. 52).

Foi encontrado, como pode se observar na figura 4, um exemplo um pouco melhor que discute a emissão de ondas sonoras utilizando como exemplo os instrumentos musicais tocados pela comunidade quilombola. De maneira geral foi possível perceber como nos poucos exemplos encontrados que tinham algum elemento da cultura popular, quando apareciam não se discutiu muito sobre a física acústica envolvida neles.

Figura 4: Imagem retirada de livro da PNLD 2021 retratando comunidade quilombola utilizando instrumentos musicais

Uma onda sonora é qualquer onda de r
sional que pode ser produzida pela vibraçã



Pessoas tocando instrumentos na comunidade quilombola de Inhanhum no município de Santa Maria da Boa Vista, em Pernambuco (2019). Sons emitidos por instrumentos afinados, geralmente, causam sensações agradáveis.

Fonte: Santos (2020, p. 134).

Foi possível encontrar em um livro didático do PNLD 2021, a apresentação de alguns instrumentos musicais, porém os autores não se preocuparam em apresentar a diversidade de instrumentos musicais da cultura popular, como pode ser lido abaixo:

Os instrumentos de percussão estão presentes em orquestras ou em conjuntos musicais e sempre foram usados, desde as culturas ancestrais. Os sons por eles emitidos podem ter sua origem na oscilação de membranas (diversos tipos de tambores), hastes e superfícies metálicas (címbalos, marimbas, xilofones, triângulos, sinos, gongos, etc.). esses instrumentos se comportam de maneira muito diferente uns dos outros, não sendo possível, geralmente, estabelecer um padrão para eles, como pôde ser feito para os instrumentos de corda e de sopro. Por isso, não serão estudados em nosso curso. (LUZ et al. 2016, p. 239).

Por último, uma alfaia foi encontrada em outro livro do PNLD 2021, como mostra a figura 5, nesse exemplo explica-se o processo de reprodução do som da alfaia, durante o batuque e o processo de emissão das ondas sonoras.

Figura 5: Imagem retirada de livro da PNLD 2021 sobre a produção de som através do batuque na alfaia



Figura 4.25 – Na alfaia, instrumento de percussão, a baqueta produz vibrações na membrana, causando a vibração do ar dentro e fora da caixa acústica. O som produzido depende do tipo de membrana, da tensão aplicada na membrana, das dimensões da caixa acústica e do local em que a baqueta golpeia a membrana.

Fonte: MORTIMER (2020, p. 76)

De maneira geral foram encontrados escassos exemplos relacionados a cultura popular no conteúdo de física acústica para os livros analisados.

5.2 Análise dos dados obtidos

Foram atribuídos três questionários e duas atividades avaliativas, nesta sessão será feita a discussão a respeito de cada um desses documentos, considerando os dados obtidos a partir das respostas dos estudantes.

5.2.1 Questionário 1

Esse questionário está disponibilizado no **Apêndice D**, suas perguntas tiveram o objetivo de avaliar o grau de envolvimento que os estudantes tinham com o maracatu, assim como suas noções básicas e prévias a respeito dos conceitos relacionados a física acústica (som, altura, intensidade).

Todos os estudantes sinalizaram conhecer o maracatu, apenas 15% disse que não conhecia muito ou que conhecia de maneira superficial por ouvir falar ou ver na televisão. Os outros 85% afirmaram conhecer o carnaval, e 45% da turma afirmou conhecer o maracatu por conta do carnaval. Parte dos estudantes mencionaram conhecer por ser elemento presente no contexto cultural pernambucano e ver também em outras apresentações artísticas. Já quando responderam quais elementos chamam mais atenção as respostas que mais se repetiram foram: As cores, vestimentas, instrumentos musicais, movimentos, ritmo e dança, algumas pessoas ainda destacaram a coordenação envolvida nas apresentações dos grupos de maracatu.

Apenas 20% dos estudantes sinalizaram não conhecer nenhum instrumento do maracatu, os 80% mencionaram principalmente a alfaia (muitos não sabiam o nome e chamaram de tambor). É importante mencionar que a alfaia apareceu na capa da apresentação de slides da aula, mas ainda houve, em menor parte, respostas mencionando o Ganzá (parte dos estudantes chamaram de chocalho) e uma pessoa que mencionou o gonguê. A partir disso é possível perceber que os estudantes envolvidos na pesquisa, em grande maioria, conhecem o maracatu e tem lembrança das apresentações, do ritmo, dos instrumentos musicais, das roupas e das danças.

Na parte referente aos conceitos básicos de física acústica quase todos estudantes responderam que o conceito de som estava associado a ondas ou vibrações, isso se deu pelo fato de eles estarem tendo aulas sobre ondulatória previamente a aplicação da sequência didática. Sobre os conceitos de altura e intensidade sonora, as respostas mostraram que a maioria dos estudantes confundiam altura do som com intensidade sonora, alguns na própria definição e outros apenas na diferenciação dos termos relacionados a cada uma dessas grandezas. Uma minoria dos estudantes soube diferenciar bem na prática o conceito de intensidade sonora para o de altura.

5.2.2 Questionário 2

Esse questionário está disponibilizado no **Apêndice D**, suas perguntas tiveram o objetivo de aferir os conhecimentos prévios e impressões dos estudantes no que diz respeito a intensidade e frequência sonora ao terem sido feitas perguntas relacionadas aos experimentos envolvendo esses conceitos. Dessa forma, os estudantes tiveram tempo para pensar e tentar prever quais parâmetros influenciam nos valores obtidos para essas grandezas.

Todos os estudantes conseguiram interpretar que a medida de intensidade sonora captada pelo celular foi maior quando ele estava mais próximo da alfaia. Este é um resultado esperado, já que os estudantes sabem que escutam o som emitido pela alfaia mais forte quando estão mais perto dela, então supõe corretamente que o mesmo ocorre com as medidas obtidas no celular. Também havia uma pergunta no questionário sobre os parâmetros que eles esperavam que estivessem relacionados com a intensidade sonora, assim, nas respostas mais repetidas estavam a distância da fonte sonora e a força aplicada na membrana da alfaia. Dessa forma, os estudantes conseguiram perceber corretamente que a intensidade sonora tem relação com essas grandezas, alguns falaram mais diretamente em potência sonora, já que no processo do batuque a energia cinética da baqueta se transforma em energia cinética da membrana da alfaia e posteriormente em energia sonora.

Nas perguntas sobre o experimento das alfaias que emitiram diferentes frequências sonoras, os estudantes apresentaram maior dificuldade, e alguns até confundiram com intensidade sonora afirmando que batucar mais forte mudaria a frequência. Apenas alguns estudantes afirmaram ter relação com a afinação, a maior parte das respostas eram associando a altura à gravidade do som e à frequência, o que configuram respostas corretas, porém que não abordaram as características físicas dos instrumentos que justificaram a mudança na frequência. A maioria da turma demonstrou dificuldade nessa etapa.

Porém, foram resultados também esperados, já que os conceitos de acústica e intensidade sonora foram abordados com maior rigor de detalhes posteriormente aos experimentos, e o questionário em conjunto com os experimentos cumpriram bem o papel de estimular a interpretação dos estudantes a respeito das situações ocorridas nos experimentos.

5.2.3 Atividade Avaliativa 1:

O modelo desta atividade que foi aplicada está presente no **Apêndice A** deste documento.

5.2.3.1 Resultados obtidos

O quadro 2 apresenta os resultados dos estudantes na atividade avaliativa 1.

Quadro 2 - Objetivos estabelecidos nas questões da AA1 e resultados obtidos pelos estudantes

Questão/objetivos	Atingiram o objetivo da questão	Atingiram parcialmente o objetivo da questão	Não atingiram o objetivo da questão	Total
Questão 1 a - Avaliar a compreensão sobre como o som é produzido e propagado.	10	7	2	19
Questão 1 b - Avaliar a capacidade de calcular alguma característica da onda sonora, nesse caso, o comprimento de onda sonora emitida pela alfaia.	16	0	3	19
Questão 2 - Avaliar a capacidade de identificar o fenômeno de refração e quais grandezas se alteram na mudança de meio. A questão consistiu em um exemplo de um	9	8	2	19

fenômeno de refração e o estudante tinha que identificar esse fenômeno assim como responder qual grandeza se modifica na mudança de meio além da velocidade.				
Questão 3 - Avaliar o entendimento do fenômeno físico de reflexão do som, avaliar a interpretação física da situação problema para descobrir qual a distância percorrida pelo som emitido, assim como avaliar a capacidade de realizar cálculos relacionados a obtenção de alguma informação a respeito da propagação de ondas sonoras (comprimento de onda do som, nesse caso). Na situação problema uma alfaia emitia um som que se propagava e refletia na parede, a distância entre a alfaia e parede, assim como a velocidade do som no ar estavam presentes no enunciado da questão.	10	3	6	19
Questão 4 - Avaliar a compreensão a respeito da diferença entre sons de alta e baixa intensidade, avaliar a capacidade de avaliar a diferença da altura de um som,	10	7	2	19

<p>assim como o entendimento do que é um som “alto e baixo” e sua relação com sua frequência, assim como a diferença no gráfico da amplitude em função do tempo decorrido. Essa questão também teve o objetivo de avaliar a compreensão da definição do que é timbre. Os estudantes tiveram que justificar as alternativas que consideraram falsas.</p>				
---	--	--	--	--

Fonte: Autoria própria (2023)

5.2.3.2 Considerações gerais sobre a atividade

Essa atividade avaliativa ocorreu em um dia de aula dupla, durou 30 minutos e foi aplicada ao final da aula com questões referentes ao conteúdo abordado até o dia em que foi aplicada. Todas as questões utilizaram exemplos com instrumentos musicais do maracatu nas situações exemplo trabalhadas. Além disso, na questão 4, de marcar quais proposições são verdadeiras e quais são falsas, tinha, em uma delas, a imagem do gráfico de um dos experimentos realizado com as alfaías para avaliar a compreensão dos conceitos de física acústica trabalhados. Dessa forma se manteve os exemplos utilizando o maracatu ao mesmo tempo que se retomava ao que foi discutido nas aulas anteriores.

Foi possível observar que em quase todas as questões mais de 80% dos estudantes atingiram o objetivo de forma total ou parcial. Os estudantes não tiveram tanto tempo para estudarem o conteúdo em casa, a razão disso é que a Atividade Avaliativa 1 (AA1) não se propôs a ser a finalidade, e sim um meio dos estudantes buscarem ativamente atingirem os objetivos propostos.

Para que os estudantes retomassem a AA1 foi desenvolvido um gabarito **(Apêndice D)** detalhando a resolução de cada questão com recomendações de leituras de trechos do livro didático de física que os estudantes utilizam no cotidiano.

Dessa forma, os estudantes tiveram a possibilidade de caminhar em direção a superação das dificuldades.

5.2.4 Atividade avaliativa 2

O modelo desta atividade que foi aplicada está presente no **Apêndice B** deste documento.

5.2.4.1 Resultados obtidos

O quadro 3 apresenta os resultados dos estudantes na atividade avaliativa 2.

Quadro 3 - Objetivos estabelecidos nas questões da AA2 e resultados obtidos pelos estudantes

Questão/objetivos	Atingiram o objetivo da questão	Atingiram parcialmente o objetivo da questão	Não atingiram o objetivo da questão	Total
Questão 1 - Avaliar a capacidade dos estudantes de relacionar o nível de intensidade sonora com um valor de intensidade sonora a partir da equação dada. Por último, avaliar a capacidade de calcular a potência sonora a partir do valor de intensidade sonora obtido.	2	4	13	19
Questão 2 - Avaliar a capacidade de identificação dos modos de vibração na corda vibrante e avaliar a capacidade	1	13	5	19

Questão/objetivos	Atingiram o objetivo da questão	Atingiram parcialmente o objetivo da questão	Não atingiram o objetivo da questão	Total
de diferenciar os parâmetros relacionados à onda sonora emitida pela corda dos parâmetros da propagação das ondas transversais da própria corda.				
Questão 3 - Avaliar a capacidade de diferenciar os tubos sonoros e o tipo de ondas estacionárias formadas por ele, assim como a capacidade de desenhar as ondas estacionárias presentes no modo de vibração das colunas gasosas de ar. Avaliação da capacidade de identificar o tipo de tubo sonoro a partir de parâmetros das ondas sonoras emitidas por ele.	1	12	6	19
Questão 4 - Avaliar a capacidade de interpretação de situação problema envolvendo o efeito doppler, de tal forma que se consiga calcular as alterações da frequência do som em cada caso.	7	10	2	19

Fonte: Autoria própria

6.242 Considerações gerais sobre a atividade

A aplicação da atividade avaliativa 2 ocorreu nos 40 minutos finais de uma aula dupla. O propósito principal desta atividade foi começar a desenvolver as capacidades de interpretação e resolução de situações problema envolvendo física acústica para os conteúdos citados nos objetivos de cada questão acima. A partir dos resultados apresentados no quadro 3, os estudantes tiveram baixo desempenho na primeira questão por não terem estudado logaritmo anteriormente, mesmo que as equações necessárias para a resolução tenham sido escritas no quadro durante a Atividade Avaliativa 2 (AA2). A questão 2 foi referente ao modo de vibração das cordas vibrantes, conteúdo que teve um tempo menor de discussão devido a alguns imprevistos referentes ao tempo efetivo de aula. Por conta disso, o assunto foi abordado de uma forma mais rápida, não foi possível apresentar mais vídeos sobre ondas estacionárias para aprofundar a explicação teórica, assim como não se discutiu as diferenças entre a onda transversal da corda e a onda sonora emitida por ela, tema importante para o entendimento dessa questão.

Os estudantes tiveram maior dificuldade nas letras a e b, confundindo as ondas estacionárias presentes na corda com as ondas sonoras emitidas, apesar delas terem a mesma frequência de vibração, sua velocidade de propagação e seu comprimento de onda não são iguais. Dessa forma, na equação " $v = \lambda f$ " muitos estudantes substituíram as variáveis sem se atentar a utilizar os valores para a mesma onda (cometendo erros como: $v_{\text{som}} = \lambda_{\text{corda}} f$ ou $v_{\text{corda}} = \lambda_{\text{som}} f$). Como resultado, é possível atestar de maneira geral que houve dificuldade em entender as diferenças entre as duas ondas apresentadas na questão, diferenciá-las e conseguir separar quais as características de cada. Apesar disso, esses são erros comuns e esperados, a grande maioria (68,4%) atingiu parcialmente o objetivo da questão, e as dúvidas restantes deverão ser sanadas no estudo pós-atividade a partir do Gabarito 2 (**Apêndice D**). Já as questões 3 e 4 foram sobre tubos sonoros e efeito doppler, conteúdos discutidos no dia da aplicação da AA2.

Por isso, foi possível notar algumas dificuldades relacionadas aos tubos sonoros, que é um conteúdo maior, 63,2% atingiu parcialmente os objetivos da questão. A maior parte dos estudantes conseguiu diferenciar as pontas das ondas estacionárias formadas nos tubos fechados e abertos, colocando corretamente se

eram nós ou antinós, porém erraram a quantidade total de nós presentes. Assim, a principal dificuldade dos estudantes esteve na identificação dos diferentes modos harmônicos presentes nos tubos sonoros.

A questão 4 envolvia variações na frequência percebida por um ouvinte devido ao efeito doppler, um conteúdo menor que o da questão anterior, dessa forma, 52,8% dos estudantes atingiram completamente o objetivo da questão e 36,8% atingiram parcialmente o objetivo, os erros estiveram principalmente associados ao referencial escolhido causando troca nas operações de soma por subtração ou vice versa. Essa foi a questão que os estudantes tiveram o melhor desempenho.

Posteriormente houve o envio do Gabarito 2 (**Apêndice D**) que detalhou as resoluções retomando discussões de algumas partes necessárias do conteúdo para a análise de cada problema. Reitera-se que foi importante os estudantes resolverem a AA2 antes de terem acesso às respostas, para desenvolver a capacidade de resolução e interpretação. O Gabarito 2 ainda contou com recomendações de leitura de certos tópicos do livro, porém, a sequência didática foi finalizada antes que se pudesse ter um retorno dos estudantes a respeito dos gabaritos disponibilizados.

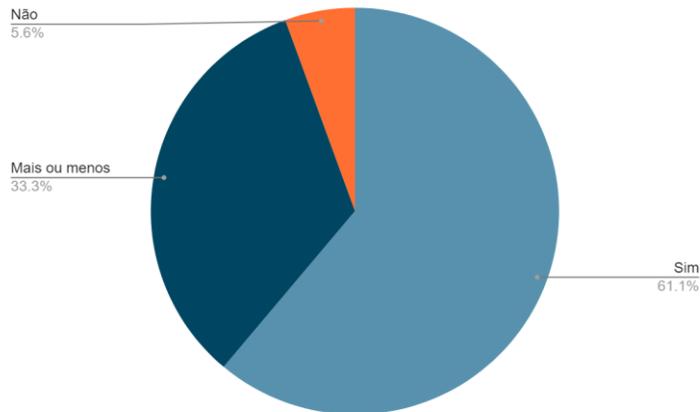
Metade das questões utilizaram de elementos do maracatu, não foram utilizados nas outras questões por razão de tubos sonoros e instrumentos de corda não serem utilizados no maracatu. Mas, na sequência didática foram apresentados os modos de vibração das membranas circulares vibrantes, um exemplo de instrumento musical desse tipo é a alfaia, e em aula foi mostrado um vídeo em câmera lenta que foi realizado pelo pesquisador e orientador do modo natural de vibração fundamental da alfaia. Além disso, foi apresentado um vídeo de um experimento envolvendo os modos de vibração da membrana circular. É possível ter acesso aos vídeos citados no **Apêndice D**.

5.2.5 Questionário de avaliação da sequência didática:

Abaixo seguem as perguntas disponibilizadas junto com alguns dados referentes às respostas da turma, o documento pode ser visto no **Apêndice C**.

1. No geral, você gosta de física?

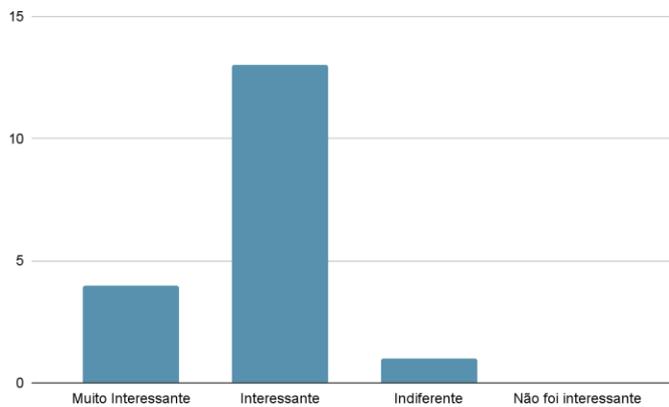
Gráfico 1: Respostas dos estudantes



Fonte: Autoria própria (2023).

2. O que você achou do uso de instrumentos do maracatu e as associações feitas com física acústica?

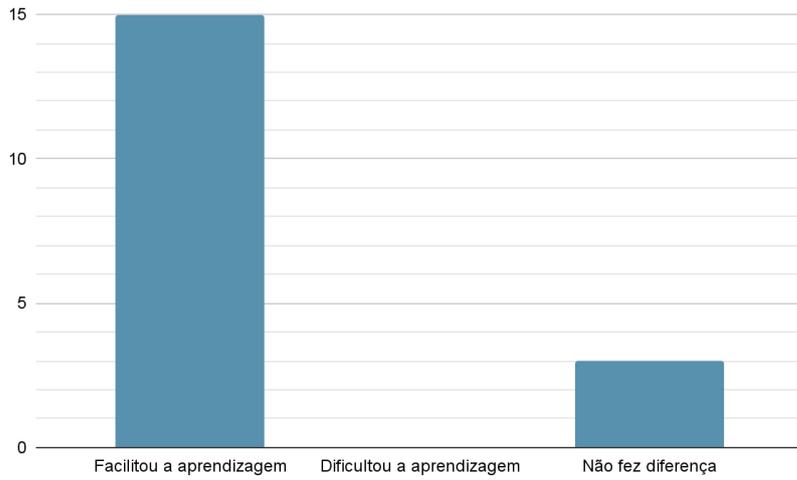
Gráfico 2: Respostas dos estudantes



Fonte: Autoria própria (2023).

3. Você acredita que os experimentos e exemplos relacionados ao maracatu facilitaram a compreensão dos conceitos?

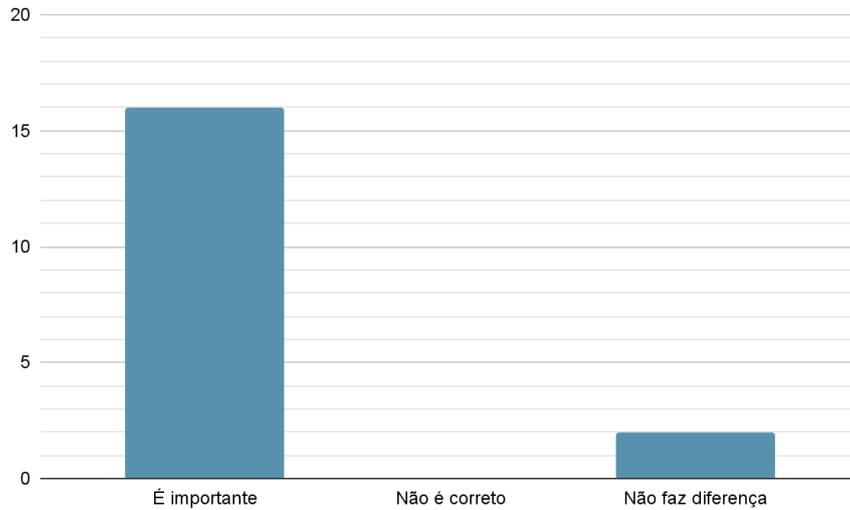
Gráfico 3: Respostas dos estudantes



Fonte: Autoria própria (2023).

4. Estudar física utilizando elementos da cultura popular local:

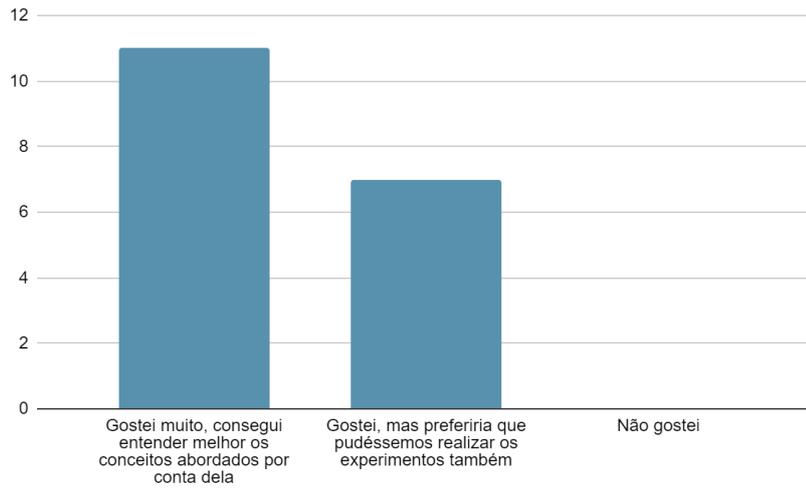
Gráfico 4: Respostas dos estudantes



Fonte: Autoria própria (2023).

5. O que você achou das aulas experimentais com o uso das Alfaias?

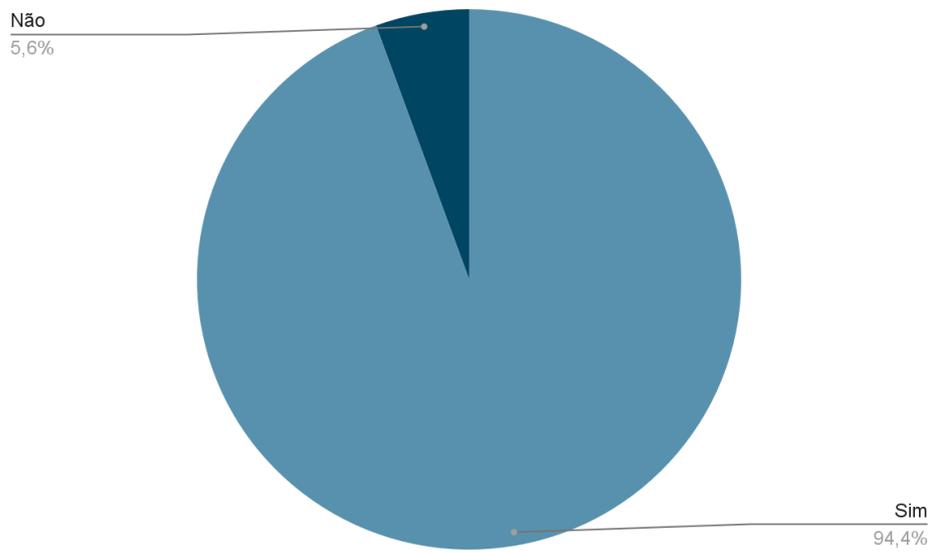
Gráfico 5: Respostas dos estudantes



Fonte: Autoria própria (2023).

6. Você recomendaria a aplicação dessa sequência didática em outras turmas?

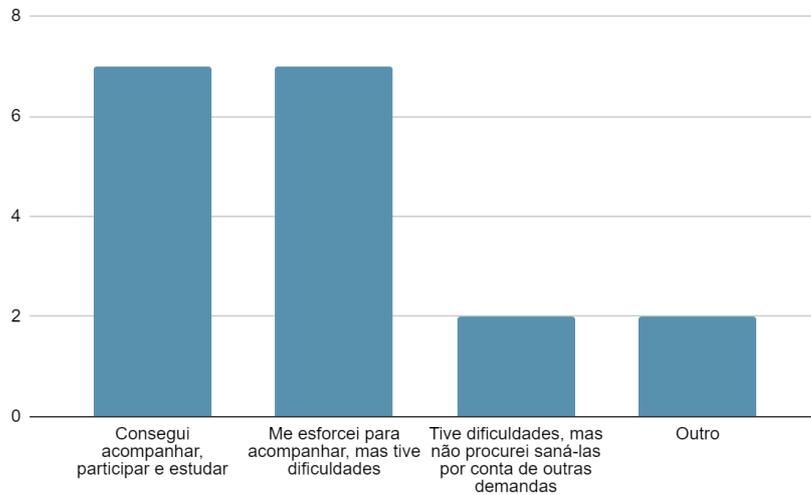
Gráfico 6: Respostas dos estudantes



Fonte: Autoria própria (2023).

7. Faça uma autoavaliação durante a sequência didática

Gráfico 7: Respostas dos estudantes

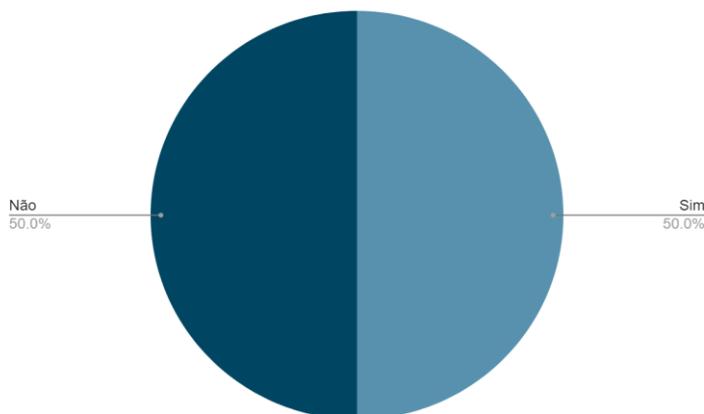


Fonte: Autoria própria (2023).

Respostas da categoria “outro”: Uma pessoa colocou que conseguiu acompanhar achando que estava fácil, porém não se sentiu aprendendo, a outra respondeu que conseguiu acompanhar porém em algumas partes não prestou atenção.

8. Essa sequência didática fez você mudar a forma que enxerga o ensino de física?

Gráfico 8: Respostas dos estudantes



Fonte: Autoria própria (2023).

Justificativas:

Alguns colocaram a resposta “Não” por já gostarem de física, por já ser comum na realidade do colégio associar o estudo com a vida cotidiana, ou porque aquilo já era a visão que eles tinham de física, então a maioria das pessoas que respondeu “Não” já enxergava o conteúdo de física associada ao cotidiano, e grande parte já gostava. Das 9 pessoas, apenas duas das que responderam “Não” sinalizaram que não acharam muito diferente das outras aulas, uma delas sinalizou que as aulas não seriam impactadas se fosse retirada a parte de maracatu, uma outra comentou que sentiu falta de exercícios e questões resolvidas em sala.

As pessoas que responderam “sim” afirmando como as experiências e/ou exemplos práticos ajudaram na construção dessa visão dinâmica da física, uma pessoa sinalizou que não sabia muito sobre maracatu, e para ela a aula tornou-se mais interessante por conta disso. Algumas pessoas falaram que a parte teórica se tornou mais interessante por quebrar a quarta parede, quebrar o ritmo da aula de maneira positiva e trazer elementos externos ao conteúdo.

9. Aqui você pode deixar sugestões, críticas, avaliações pessoais e complementos a qualquer aspecto da sequência didática. Inclusive apontar limitações que conseguiu enxergar, e o que poderia ser melhorado para a aplicação dessa sequência didática em outra turma.

Respostas:

Os estudantes fizeram algumas críticas e sugestões, parte deles usaram o espaço para fazer elogios e dizer que não mudariam nada, sobre as críticas e sugestões que foram feitas, elas consistiram na falta de exemplos práticos suficientes, possivelmente essa crítica corresponde a parte final da sequência didática que não se tinha muito tempo disponível então o número de exemplos mostrados em aula foi reduzido, na aula das cordas vibrantes e ressonância havia o planejamento de utilizar o violão para realizar um experimento, porém por conta do tempo disponível optou-se por um GIF curto em seu lugar. É importante ressaltar que após essa aula com poucos exemplos práticos, na qual os estudantes tiveram mais dúvidas, foi tomada uma medida a respeito disso.

Na aula seguinte os slides apresentaram um maior número de vídeos para corrigir o erro cometido, de maneira geral, como pode ser observado no **Anexo J**, foram utilizados um número considerável de exemplos em vídeo, imagens,

desenhos, para além dos experimentos feitos em sala, havia a intenção também em trazer um exemplo relacionado ao maracatu quando nos slides de discussão da ressonância, porém não houve tempo hábil para se realizar teste necessário, e não foi possível encontrar referências que apontassem que o exemplo que seria utilizado tinha relação com ressonância, por isso se escolheu não colocar.

Foi apontado que o conteúdo foi abordado muito rapidamente, e houve dificuldade de acompanhar a parte matemática, alguns colocaram que a explicação poderia ter acontecido de forma mais devagar. Isso ocorreu devido a alguns atrasos e dificuldades que são naturais de qualquer tipo de planejamento, em duas aulas houve o atraso de 20 minutos para o início da aula devido a algumas questões específicas, e numa terceira ocasião a internet da escola não estava funcionando.

Esses imprevistos foram os principais responsáveis pelo ritmo mais acelerado na parte final da sequência didática e era natural que se expressasse nas respostas feitas pelos estudantes. Um exemplo disso é que também houve uma resposta sinalizando que deveriam ser feitos e passados mais exercícios, que a justificativa principal, para além do tempo limitado para o número de conteúdos que foram abordados é que está previsto no cronograma daquela turma uma bateria de exercícios, por isso que o pesquisador em conjunto com o orientador decidiu por colocar poucos exercícios.

Todas essas críticas, sugestões e elogios são válidos e importantes, e servem para pensar mudanças em futuras aplicações dessa sequência didática apresentada, para que se tenham planos para possíveis imprevistos, assim como se adapte a realidade da turma na qual está sendo aplicada e suas necessidades.

Comentário sobre os dados obtidos do questionário:

A partir dos gráficos 1 a 9 e as respostas escritas é possível analisar os resultados dos estudantes que participaram da pesquisa, 61,1% gostam de física e a maior parte sinalizou que o uso de maracatu durante a sequência didática foi interessante e facilitou aprendizagem sobre os conceitos abordados. A esmagadora maioria de 88,9% afirmou ser importante estudar física trazendo elementos da cultura popular local. Esses são resultados importantes que significam que em sua grande maioria, esse grupo de estudantes além de avaliarem positivamente a sequência didática, consideram importante relacionar física com cultura popular.

A grande maioria dos estudantes ou já enxergava a física associada a outras dimensões da vida cotidiana, por ser algo que já é desenvolvido no colégio, ou disse que a sequência didática ajudou a criar uma visão mais variada a respeito do ensino de física. Uma parte expressiva dos estudantes sinalizou que preferiam que tivessem experimentos que pudessem realizar por conta própria, é um resultado importante que leva a pensar em formas de ajustar a sequência didática para futuras experiências, considerando que nos experimentos utilizados em sala, apenas alguns estudantes participaram, seja batucando ou testando a frequência de alguns diferentes sons emitidos.

De maneira geral, os resultados do Questionário de Avaliação da Sequência Didática foram muito satisfatórios, e mostraram que foi possível pensar uma sequência didática utilizando elementos da cultura popular local, trazendo exemplos do maracatu do ponto de vista da física, sem prejudicar o entendimento. O maracatu esteve presente desde o começo da aplicação da sequência didática através da utilização de vídeos de grupos de maracatu, assim como vídeos de artistas separadamente tocando cada um dos instrumentos musicais, a turma interagiu e participou nessas aulas, assim como comentaram as respostas que colocaram nos questionários. A aplicação dessa sequência didática utilizando os instrumentos musicais do maracatu teve impacto positivo na turma e apesar de não se ter dados suficientes para uma avaliação sistemática em diferentes turmas de diferentes escolas, é possível afirmar que existem outras formas de se aprender física e enquanto professor, escolher destacar o maracatu significa valorizar para aquela turma a cultura popular pernambucana, explorando a visualização de experimentos, gráficos, sons, imagens, cores em conjunto com a discussão teórica, ou seja, associando com o ensino de física.

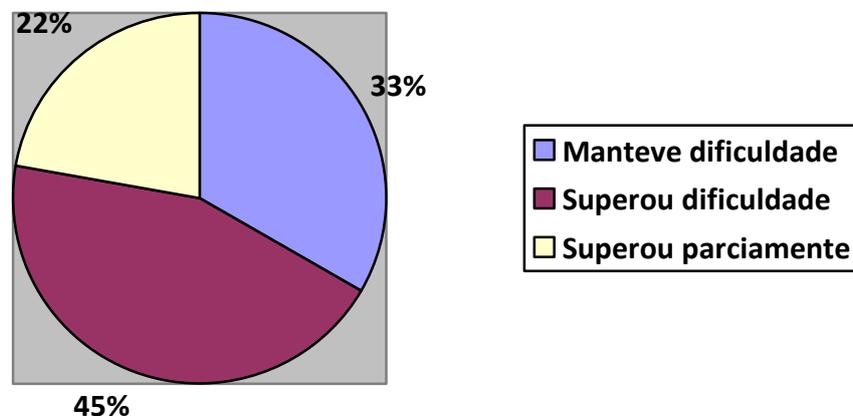
Por fim, a aplicação dessa sequência didática em outros contextos de outros grupos de estudantes tem que ser avaliada caso a caso, pensando possibilidades de fazer testes, conseguir instrumentos musicais, qual o perfil da turma. Para os estudantes que participaram da pesquisa o objetivo principal do trabalho “Associar o ensino de física com a cultura popular pernambucana a partir do uso de instrumentos musicais do maracatu no ensino de física acústica” foi alcançado, já que a sequência didática conseguiu garantir essa associação, e para além disso se obteve uma avaliação positiva dos estudantes.

5.3 Comparação dos estudantes com dificuldade

A partir da comparação de dados dos diferentes documentos analisados anteriormente, foi feita a análise de quantos estudantes apresentaram dificuldade a respeito dos conceitos de altura e intensidade sonora inicialmente, com o objetivo de investigar se essa dificuldade foi sanada na AA1.

Deixando as respostas em branco de lado, foi possível contar treze estudantes que tiveram algum tipo de incompreensão em alguma das perguntas dos questionários 1 e 2 referentes aos conceitos de intensidade sonora e altura. Desses estudantes, quatro não fizeram a AA1, assim a partir dos 9 estudantes restantes que foi feita a análise do gráfico 9.

Gráfico 9: Progresso dos estudantes em relação aos conceitos de intensidade e altura sonora



Fonte: Autoria própria (2023).

A partir desses dados é possível afirmar que 78% desses estudantes tiveram um avanço notável na compreensão do conteúdo abordado em relação à quando estavam no começo da sequência didática. Os experimentos que abordaram esses conceitos utilizando as alfaias foram um aspecto central da sequência didática, os gráficos obtidos nas demonstrações foram reutilizados na discussão sobre o conteúdo trabalhado.

6 CONCLUSÃO

Desenvolveu-se uma sequência didática levando para sala de aula o instrumento musical alfaia e ganzá, presentes no maracatu, para discutir conteúdos

de física acústica. Portanto utilizou-se instrumentos musicais do maracatu fazendo associações entre cultura popular local e o ensino de física para trazer o cotidiano cultural da classe trabalhadora para dentro da sala de aula, desde as primeiras aulas nas quais apresentaram-se vídeos de grupos de maracatu em apresentações localizadas em Recife, principalmente no carnaval. E mesmo que a parte central da aula seja a discussão sobre os conteúdos de física acústica, a escolha pelo uso do maracatu em exercícios, exemplos, experimentos, imagens e desenhos trouxe mais um espaço para que a cultura popular aparecesse e fosse representada para esses estudantes.

Apesar disso, é importante pontuar que o projeto aqui aplicado teve suas limitações, a sequência didática não foi amplamente aplicada em várias turmas diferentes e em várias escolas, por isso a base amostral foi limitada, e não é possível obter resultados qualitativos suficientes para fazer afirmações mais amplas e gerais. Pois não se teve a falsa pretensão de apenas a partir deste trabalho tornar comum e orgânico o uso da cultura popular no ensino de física.

No entanto, esse trabalho também surgiu da motivação de despertar a curiosidade de professores de física a pensarem no planejamento de suas aulas como encaixar elementos da cultura popular, mesmo que de forma indireta no ensino de física. E de maneira mais direta produzir e aplicar uma sequência didática para o ensino de física acústica com uma abordagem diferente. Sendo assim, nas nove aulas da sequência didática foi possível abordar em grande parte dos conteúdos, os instrumentos musicais do maracatu. Percebeu-se que a sequência despertou interesse dos estudantes e os atentou pela importância da cultura popular local, 94,4% dos estudantes recomendou que deveria essa sequência deveria também ser aplicada em outras turmas, assim como 88,8% afirmou que estudar física utilizando elementos da cultura popular é importante.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996.

BRASIL, **PCNs+ Ensino Médio Física**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRITO, Alexsandro Bastos de. As imagens da cultura sertaneja na literatura de cordel. 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Desenho Cultura e Interatividade)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2016.

CANCLINI, Néstor Garcia. **As culturas populares no capitalismo**. São Paulo: Brasiliense, 1983. 149p.

GASPAR, A. **Compreendendo a física**. São Paulo: Ática, 2016, v. 1.

GUILLEN, Isabel Cristina Martins. "**Rainhas Coroadas: história e ritual nos maracatus-nação do Recife**." Cadernos de Estudos Sociais 20.1, 2004.

KANDUS, Alejandra; GUTMANN, Friedrich Wolfgang; CASTILHO, Caio Mário Castro de. A física das oscilações mecânicas em instrumentos musicais: exemplo do berimbau. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 28, n. 4, p. 427-433, 2006.

KRUMMENAUER, Wilson Leandro; PASQUALETTO, Terrimar Ignácio; COSTA, Sayonara Salvador Cabral. O uso de instrumentos musicais para o ensino de acústica. **Física na Escola**, v. 10, n. 2, 2009

LUZ, A.M.R.; ÁLVARES, B.A.; GUIMARÃES, C.C. **Física: contexto & aplicações**. São Paulo: Scipione, 2016, v. 1.

MEDEIROS, A.; AGRA, J. T. M. A Astronomia na literatura de cordel, **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010

MORTIMER, E; et al. **Matéria, Energia e Vida: uma abordagem interdisciplinar: Materiais, luz e som: modelos propriedades**. ed 1. São Paulo: Scipione, 2020,

SANTOS, K. C. **Diálogo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. São Páulo: Moderna, 2020, Vol. 3.

SILVA, M. S.; RIBEIRO, D. M. Ensino de Física no Sertão: Literatura de cordel como ferramenta didática. **Revista Semiárido de Visu**, v.2, n.1, p. 231-240, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/semiariidodevisu/article/view/61>

TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A.T.; PENTEADO, P.C.M. **Física: ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2016, v. 1.

APÊNDICE A – Atividade Avaliativa 1

ATIVIDADE AVALIATIVA

Nome: _____

Data: _____

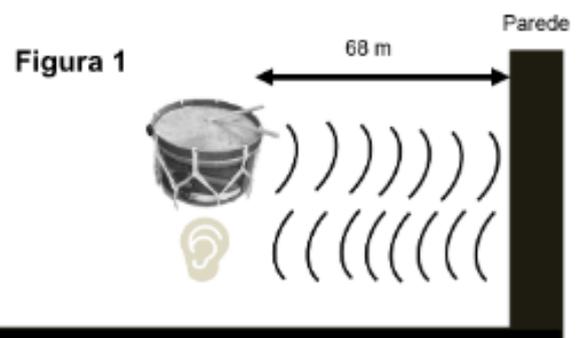
1. O aparelho auditivo recebe sinais sonoros que fazem uma membrana (tímpano) vibrar. As vibrações dessa membrana dão origem a impulsos elétricos que chegam ao cérebro causando a sensação da audição. Fizemos algumas demonstrações em sala, assim, considerando as características das ondas sonoras, responda às seguintes perguntas:

a) Por que quando a Alfaia é batucada o nosso tímpano vibra?

b) Considere que a frequência medida em sala do batuque na Alfaia tenha sido de 115 Hz. Calcule qual é o comprimento de onda do som da alfaia no ar. Dados: Velocidade do som no ar $\approx 345 \text{ m/s}$

2. A frequência das ondas sonoras depende exclusivamente da fonte emissora. É por esse motivo que, mesmo mudando de um meio físico para outro, as ondas sonoras mantêm sua frequência inalterada. Porém, nem todas as grandezas relacionadas com esse processo permanecem constantes. Ao reproduzir o som do Ganzá no laboratório de física, parte das ondas sonoras mudam de meio físico, por exemplo do ar para a parede, e para esse caso, a velocidade de propagação da onda sonora é modificada. Existe outra grandeza que muda quando a onda sonora passar do ar para a parede? Qual o nome do fenômeno que foi exemplificado?

3. Uma onda sonora é emitida pela Alfaia em direção a uma parede, que se encontra a 68 m de distância da caixa. O *tempo mínimo* necessário para que uma pessoa ao lado da Alfaia ouça o eco causado pelo som: Dado: Velocidade do som no ar = 340 m/s



4. Marque com V para verdadeiro ou F para falso, justifique as alternativas falsas nas linhas abaixo.

- () O som forte é um som de grande intensidade.
- () Sons fracos são aqueles que têm pequena intensidade.
- () O timbre permite diferenciar sons de mesma intensidade e mesma frequência. Para exemplificar, poderíamos afinar uma Alfaia e um violão de tal forma que chegassem a uma mesma frequência, reproduzir o som de ambos de tal forma que tivessem uma mesma intensidade, apesar disso, o timbre do som de cada instrumento seria diferente.
- () A intensidade sonora está associada à sensação de grave ou agudo que um som provoca.
- () Quanto maior a frequência de um som, mais alto ele é.
- () A diferença entre um som forte e um som fraco está na frequência.
- () No gráfico da figura 2 o som emitido pela Alfaia se diferencia no primeiro pico para o segundo no que diz respeito à frequência do som.
- () Quando utilizamos dois instrumentos musicais iguais de afinações diferentes, a diferença no som obtido se dá devido a diferença na frequência do som em cada caso. (chegar gráficos da figura 3, supondo que são o mesmo instrumento musical).

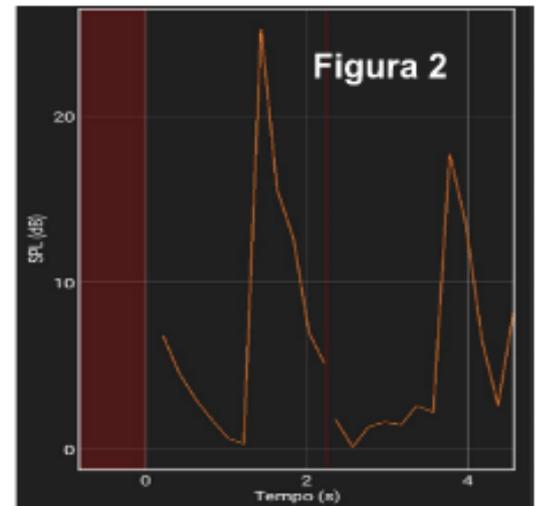
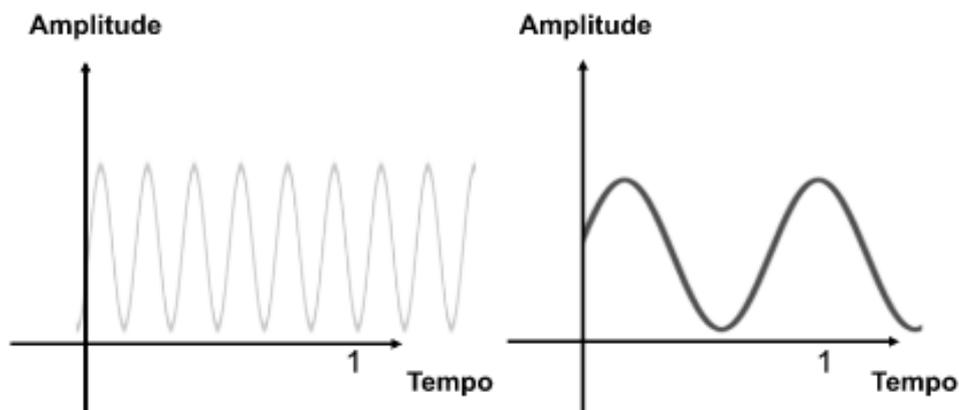


Figura 3



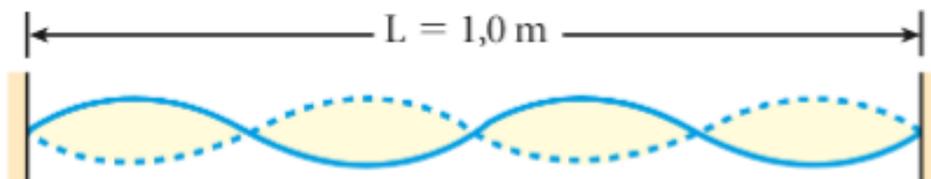
APÊNDICE B – ATIVIDADE AVALIATIVA 2

ATIVIDADE AVALIATIVA 2

Nome: _____
 Data: _____

1. De acordo com a Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico Facial, no carnaval a intensidade de som pode atingir 120 decibéis. A nível comparativo, esse é o valor estimado para a turbina de um avião. Supondo que duas pessoas estão aproveitando o carnaval no Recife Antigo, e estão a 20 m de um bloco de maracatu, e que para essa distância o nível de intensidade sonora é $\beta = 120 \text{ dB}$. Qual é a potência do som produzido? Sabe-se que o nível sonoro, medido em unidades de decibéis (dB), de uma onda sonora de intensidade I é definida como $\beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ e que $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ é a intensidade sonora mínima audível ao ouvido humano.

2. Uma corda esticada entre duas paredes vibra como mostra a figura:



Sabendo que a velocidade de propagação do som no ar é $v_s = 340 \text{ m/s}$ e que a velocidade de propagação de ondas transversais na corda é $v_c = 500 \text{ m/s}$, determine:

- a frequência do som emitido pela corda.
- o comprimento de onda do som emitido pela corda.
- qual é o modo de vibração da corda (qual o harmônico observado na figura).

3. Um tubo sonoro de 3,0 m de comprimento emite um som de frequência 125 Hz. Considerando a velocidade do som no ar igual a 300 m/s, determine:

a) se o tubo é aberto ou fechado; (Dica: Veja a razão L/λ ou utilize as equações gerais da frequência para tubo aberto e fechado)

b) o harmônico correspondente a essa frequência. Desenhe a figura desse modo harmônico apontando onde estão os nós e os ventres.

4. Para fazer um experimento, Luiz pediu para dois colegas professores participarem de um experimento, um dos colegas dirigiu um carro e o outro ficou no banco de trás para reproduzir o som de uma Alfaia com a janela do carro aberta. No primeiro teste, Luiz ficou parado na calçada enquanto o carro se aproximava (figura 1), já para o segundo teste Luiz pediu para estacionarem o carro, e se afastou do dirigindo uma moto (figura 2). Dessa forma, utilizando um aplicativo de celular para medir a frequência do som reproduzido, ele conseguiu observar a diferença entre os valores medidos nas duas diferentes situações. Quais os valores para a frequência que Luiz obteve nas situações da figura 1 e da figura 2, respectivamente?

Dados: Frequência da alfaia de 120 Hz
Velocidade do som no ar 320 m/s



APÊNDICE C– Questionário de avaliação da sequência didática

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nome:

Data:

Observação: O questionário é individual, importante que você coloque sua avaliação pessoal para facilitar a análise dos dados na pesquisa com a diversidade de opiniões.

1. No geral, você gosta de física?
 Sim Mais ou menos Não
2. O que você achou do uso de instrumentos do maracatu e as associações feitas com física acústica?
 Muito interessante Interessante Indiferente Não foi interessante
3. Você acredita que os experimentos e exemplos relacionados ao maracatu facilitaram a compreensão dos conceitos?
 Facilitou a aprendizagem
 Dificultou a aprendizagem
 Não fez diferença
4. Estudar física utilizando elementos da cultura popular local:
 É importante.
 Não é correto.
 Não faz diferença.
5. O que você achou das aulas experimentais com o uso das Alfaias?
 Gostei muito, consegui entender melhor os conceitos abordados por conta dela
 Gostei, mas preferiria que pudéssemos realizar os experimentos também
 Não gostei
6. Você recomendaria a aplicação dessa sequência didática em outras turmas?
 Sim Não
7. Faça uma autoavaliação durante a sequência didática
 Consegui acompanhar, participar e estudar
 Me esforcei para acompanhar, mas tive dificuldades
 Tive dificuldades, mas não procurei saná-las por conta de outras demandas
 Outro: _____
8. Essa sequência didática fez você mudar a forma que enxerga o ensino de física?
 Sim Não

Justifique:

9. Aqui você pode deixar sugestões, críticas, avaliações pessoais e complementos a qualquer aspecto da sequência didática. Inclusive apontar limitações que conseguiu enxergar, e o que poderia ser melhorado para a aplicação dessa sequência didática em outra turma.

APÊNDICE D – Links importantes adicionais

Questionário 1:

https://drive.google.com/file/d/15FGG4ZXLcylTBy03x4ZfpcrgD5QINLb8/view?usp=share_link

Questionário 2: [https://drive.google.com/file/d/1cZd9FMiOMvqpg7S-](https://drive.google.com/file/d/1cZd9FMiOMvqpg7S-KaoCZSiMGqoeNNSO/view?usp=share_link)

[KaoCZSiMGqoeNNSO/view?usp=share_link](https://drive.google.com/file/d/1cZd9FMiOMvqpg7S-KaoCZSiMGqoeNNSO/view?usp=share_link)

Gabarito 1:

https://drive.google.com/file/d/1HgKEfZXVimF_uHxOzxvsys5Qk6HiBtQL/view?usp=sharing

Gabarito 2:

https://drive.google.com/file/d/1nCuSz8qBFFQAo19oyfh7zOAS2gV6FJLL/view?usp=share_link

Apresentação em slides:

https://docs.google.com/presentation/d/1edUFrIYZuNgOVMLYLYel-fKnBxkKmnMa/edit?usp=share_link&oid=112250901750143491473&rtpof=true&sd=true