



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS SÃO RAIMUNDO NONATO
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

SULA DOS SANTOS FERREIRA

**A CONTRIBUIÇÃO DO USO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS NAS AULAS DE
ACÚSTICA**

SÃO RAIMUNDO NONATO – PIAUÍ

2024

SULA DOS SANTOS FERREIRA

A CONTRIBUIÇÃO DO USO DE INSTRUMENTOS MÚSICAIS NAS AULAS DE
ACÚSTICA

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí. Campus São Raimundo Nonato.

Orientadora: Prof^a. Me. Mauryléia Marques Ferreira de
Medeiros

Coorientador: Prof. Kelson Silva Coutinho

SÃO RAIMUNDO NONATO – PI

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Ferreira, Sula dos Santos

F383c A contribuição do uso de instrumentos musicais nas aulas de acústica /
Sula dos Santos Ferreira. - 2024.
57 p.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus São Raimundo
Nonato, 2024.

Orientadora : Profa Ma. Mauryléia Marques Ferreira de Medeiros.

Coorientador : Kelson Silva Coutinho.

1. ensino de física. 2. sequência didática. 3. instrumentos musicais. 4.
acústica. I. Título.

CDD - 530

Elaborado por Uliscley Silva Gomes CRB 15/938

A CONTRIBUIÇÃO DO USO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS NAS AULAS DE ACÚSTICA

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí. Campus São Raimundo Nonato.

Aprovada em: 01/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 MAURYLEIA MARQUES FERREIRA DE MEDEIROS
Data: 04/07/2024 15:06:39-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof^a. Me. Mauryléia Marques Ferreira de Medeiros
Prof. (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Documento assinado digitalmente
 GUILHERME SEVERINO MENDES DE ARAUJO
Data: 04/07/2024 21:05:06-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Guilherme Severino Mendes de Araújo
Instituição Federal do Piauí (IFPI)

Documento assinado digitalmente
 EPTACIO NECO DA SILVA
Data: 04/07/2024 17:48:37-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Eptacio Neco da Silva
Instituição Federal do Piauí (IFPI)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por me permitir realizar esse sonho, até aqui me ajudou o Senhor. Agradeço por ter colocado em minha vida pessoas grandiosas que me apoiaram durante essa longa e árdua caminhada.

Sou imensamente grata a minha família meu Pai, minha Mãe e meu irmão por todo apoio e por nunca desacreditarem de mim.

Minha querida amiga Miriã por estar sempre do meu lado, presente que o curso me deu.

Agradeço minhas amigas Geovana, Marta, Tamires e Thays por me apoiarem e me suportarem nessa etapa de minha vida.

Ao meu digníssimo amigo Marcello por sua linda vibe boa que sempre me ajudou a melhorar.

Agradeço a minha orientadora prof^a. Me. Mauryléia Marques e meu coorientador Kelson Coutinho.

Agradeço a todos os professores e a todas as pessoas do Instituto Federal do Piauí (IFPI) que contribuíram direta ou indiretamente durante a minha formação e para a realização desse trabalho, sintam-se agradecidos.

RESUMO

O presente trabalho aborda o cenário tangente ao ensino de Física com foco no estudo da temática de Acústica que é marcado apenas por aulas expositivas com ênfase nas fórmulas matemáticas. Desse modo, utilizando como aparato uma Sequência Didática para organizar os conteúdos metodologicamente, usando os instrumentos musicais para demonstrar suas contribuições nas aulas de acústica, visando despertar o interesse dos alunos pela Física e aproximá-los por meio da dinâmica das aulas. Assim, utilizando as ferramentas envolvidas, possibilitou que os estudantes participassem ativamente das aulas proporcionando a construção do conhecimento. Para isso efetuamos uma sequência de aulas expositivas e discursivas, demonstrando teoria e prática através dos instrumentos musicais e da confecção de um Xilofone utilizando materiais de baixo custo, procurando evidenciar o diálogo entre o estudo de ondulatória e a Física do cotidiano. Possibilitando uma aprendizagem significativa além de, incentivar o uso de experimentos de baixo custo para otimizar a relação teoria e prática.

Palavras-chave: ensino de física; sequência didática; instrumentos musicais; acústica.

ABSTRACT

The present work addresses the scenario related to the teaching of Physics with a focus on the study of the topic of Acoustics, which is marked only by expository classes with an emphasis on mathematical formulas. Thus, using a Didactic Sequence as a device to organize the content methodologically, using musical instruments to demonstrate their contributions in acoustics classes, aiming to awaken students' interest in Physics and bring them closer together through the dynamics of the classes. Thus, using the tools involved, it enabled students to actively participate in classes, providing the construction of knowledge. To this end, we carried out a sequence of expository and discursive classes, demonstrating theory and practice through musical instruments and the manufacture of a Xylophone using low-cost materials, seeking to highlight the dialogue between the study of waves and everyday Physics. Enabling significant learning, in addition to encouraging the use of low-cost experiments to optimize the relationship between theory and practice.

Keywords: teaching physics; following teaching; musical instruments; acoustics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Representação da Equação de Onda.....	19
Figura 2: Ondas captadas em estúdio	20
Figura 3: Ondas do mar	20
Figura 4: Fachada da Escola CETI Moderna - Centro de Ensino de Tempo Integral	26
Figura 5: Momento da aplicação do questionário.	30
Figura 6: Aula discursiva.	31
Figura 7: Aula expositiva e discursiva.	32
Figura 8: Exposição da prática experimental.	33
Figura 9: Execução das melodias	34
Figura 10: Aplicação da avaliação final.....	34
Figura 11: Respostas referentes a avaliação diagnóstica	41
Figura 12: Respostas da avaliação final após a aplicação da metodologia	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:Respostas para a questão 1 da avaliação diagnóstica	36
Gráfico 2: Respostas para a questão 2 da avaliação diagnóstica	37
Gráfico 3:Respostas para a questão 3 da avaliação diagnóstica	37
Gráfico 4:Respostas para a questão 4 da avaliação diagnóstica	38
Gráfico 5:Respostas para a questão 5 da avaliação diagnóstica	39
Gráfico 6:Respostas para a questão 6 da avaliação diagnóstica	39
Gráfico 7:Respostas para a questão 7 da avaliação diagnóstica	40
Gráfico 8: Respostas para a questão 1 da avaliação final	42
Gráfico 9: : Respostas para a questão 2 da avaliação final	42
Gráfico 10: Respostas para a questão 3 da avaliação final	43
Gráfico 11: Respostas para a questão 4 da avaliação final	43
Gráfico 12: Respostas para a questão 5 da avaliação final	44
Gráfico 13: Respostas para a questão 6 da avaliação final	44
Gráfico 14: Respostas para a questão 7 da avaliação final	45
Gráfico 15: Avaliação da contribuição dos instrumentos musicais para a compreensão do conteúdo de Acústica.	46

LISTA DE QUADROS

Quadro1: Sequência Didática 1.....	17
------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SD – Sequência Didática

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CETI – Centro de Ensino de Tempo Integral

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 ENSINO DE FÍSICA.....	15
2.2. O ENSINO DE ACÚSTICA: UMA REVISÃO	16
2.2.1. Qualidades fisiológicas do som	17
Altura	17
2.2.2. Equações referentes aos fenômenos ondulatórios	18
2.3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	21
2.4. O USO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DA ACÚSTICA	22
2.5.O USO DOS INSTRUMENTOS MUSICAIS NAS AULAS DE ACÚSTICA.....	23
2.6. A IMPORTÂNCIA DO USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM SALA DE AULA.....	25
3. METODOLOGIA	26
3.1. DESCRIÇÃO DO ESPAÇO ESCOLAR	26
3.2. PÚBLICO-ALVO	27
3.3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	27
3.3.1. Primeira etapa: avaliação diagnóstica.	29
3.3.2. Aula expositiva dialogada: discussão sobre ondas mecânicas e fontes sonoras a partir da avaliação diagnóstica.	30
3.3.3. Aula expositiva com a utilização dos instrumentos musicais	31
3.3.4. Confecção e apresentação do Xilofone.....	32
3.3.5. Reaplicação do questionário.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1. ETAPA 1: RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	36
4.2. ETAPA 2: AVALIAÇÃO FINAL APÓS A METODOLOGIA APLICADA DURANTE A PESQUISA.....	41
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICES	52
APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	53
APÊNDICE B – AVALIAÇÃO FINAL	55
APÊNDICE C – ROTEIRO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL	57

1. INTRODUÇÃO

O cenário tangente ao ensino de Física é marcado por inúmeros impasses. Dentre eles, a dificuldade que os alunos encontram em relacionar os conteúdos estudados durante as aulas expositivas com o carácter experimental da Física e com seu cotidiano. O panorama do ensino da Acústica é similar, tendo em vista, o foco sistematicamente voltado apenas ao formalismo matemático, sem a preocupação de possibilitar a concepção de significados.

Desse modo, ainda que as equações matemáticas sejam de fundamental importância para o entendimento dos fenômenos físicos, bem como para a formação dos alunos, ainda se faz necessário a utilização de metodologias ativas a fim de potencializar o ensino. Auler (2003) destaca que, é essencial haver um equilíbrio entre os conceitos e o formalismo matemático e a maneira de abordagem do conteúdo.

Assim, procuramos estabelecer uma relação entre a Física e a Música, tendo em vista que, a Música é algo intrínseco do ser humano, assim, utilizamos desse mecanismo para desmitificar e valorizar os fenômenos ondulatórios referentes ao tema da Acústica, além de, despertar no aluno um maior interesse pela disciplina. Ademais, Santos (2007) salienta a importância de mencionar durante as aulas fatos vivenciados pelos alunos em seu dia a dia, pois contribuirá no processo de ensino aprendizagem fazendo com que os alunos percebam a conexão das atividades escolares com o seu cotidiano.

Em vista disso, o presente trabalho buscou promover aulas de Física referente ao conteúdo de Acústica utilizando instrumentos musicais, através de uma Sequência Didática articulando metodologicamente o desempenho das atividades que foram propostas durante as aulas.

De modo, a promover aulas lúdicas e dinâmicas, visando a participação dos estudantes deixando-os à vontade e, assim, transformando o discurso popular no que se refere aos conceitos de ondas, dos alunos do segundo ano do ensino médio da Escola CETI Moderna - Centro de Ensino de Tempo Integral de São Raimundo Nonato. Por conseguinte, enfatizando a relação do conteúdo com o cotidiano, tendo os alunos em posição de protagonistas e obtendo uma aprendizagem significativa.

Em vista disso, organizou-se o presente trabalho da seguinte maneira, o capítulo dois refere-se ao referencial teórico no qual discorreremos a respeito do ensino de Física, o ensino de Acústica, aprendizagem significativa, o uso da Sequência

Didática destacando também o uso dos instrumentos musicais nas aulas de Acústica e a importância dos materiais de baixo custo na sala de aula.

No capítulo três está contida a metodologia do trabalho, o espaço no qual foi desenvolvido o público-alvo, apresenta-se também a (SD) Sequência Didática desenvolvida, o andamento das atividades e a aplicação das avaliações realizadas na sala de aula.

Em seguida, é apresentado o capítulo quatro contendo a análise dos resultados e discussões encontrados após a execução do trabalho. Ademais, é exposto graficamente os dados obtidos antes e depois da aplicação da SD, evidenciando também o grau de satisfação dos alunos em relação a metodologia utilizada.

O Capítulo cinco apresenta as considerações finais, expondo a relevância da metodologia e dos aparatos empregados no trabalho para o estudo do conteúdo de Acústica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo trazemos alguns dados e autores alinhados ao tema da pesquisa fundamentando e contextualizando o presente trabalho no que se refere ao ensino de Física na área de acústica.

2.1 ENSINO DE FÍSICA

O cenário tangente ao ensino de Física é marcado por inúmeros impasses. Dentre eles, a dificuldade que os alunos encontram em relacionar os conteúdos estudados durante as aulas expositivas com o carácter experimental da Física e com seu cotidiano. Em vista disso, o que pode se observar em sala aula é uma aprendizagem memorística, tendo como foco principalmente o acerto de perguntas não visando a capacidade de articulação entre relacionar as questões com o conteúdo, uma aprendizagem volátil e com baixa retenção do conhecimento.

Segundo Micotti (1999, p.156):

O ensino compreende informação, conhecimento e saber, mas a orientação pedagógica seguida nas aulas, determina o tratamento que será dado a cada um desses elementos e às relações entre eles. A escola tradicional, por exemplo, privilegia as aulas expositivas – a apresentação de informações - o que nem sempre assegura o acesso ao saber. As novas orientações pedagógicas acentuam a importância da construção do conhecimento, das elaborações pessoais dos estudantes para o acesso ao saber.

Assim, a fim de minimizar os impasses presentes no ensino de Física é necessário priorizar a construção do conhecimento, considerando os saberes prévios dos alunos, para posteriormente introduzir um novo conceito ou reformular um já existente. Dessa forma, prioriza o ensino fundamentando-se de forma hierárquica e integradora objetivando construir estruturas mais complexas do sistema cognitivo.

Desse modo, o processo de ensino e aprendizagem centrada no estudante, privilegia o desenvolvimento da autonomia e da autorregulação do aprendizado, que levando em consideração os conhecimentos prévios dos indivíduos, favorece o desenvolvimento do conhecimento, e assume a perspectiva da avaliação formativa e a valorização do erro como parte do processo de aprender (Carvalho, 2013; Minner et al., 2010; Sasseron, 2015).

Todavia, no que se refere ao ensino de Física, os temas abordados na disciplina muitas vezes são apresentados somente com ênfase em cálculos matemáticos e fórmulas, dificultando que os alunos associem o conteúdo ao cotidiano. Logo, quando se trata do ensino de ondulatória, especificamente a temática de Acústica, o cenário é semelhante, pois mais uma vez os discentes em sua maioria apenas decoram equações para alcançar a aprovação na disciplina. Dessa maneira, se faz necessário a organização do currículo e da metodologia adequada de como a física é aplicada em sala de aula, além de proporcionar maneiras de relacionar a teoria e prática no ensino da Acústica.

Então, como a Música está sempre presente no nosso cotidiano, é possível estabelecer uma ponte entre a Física e a arte musical no estudo da Acústica, tendo como estratégia principal demonstrar a relação entre o conteúdo de Ondas Sonoras aliado a teoria e prática musical utilizando e construindo instrumentos musicais.

O professor e musicólogo Even Ruud (1998) destaca que:

Ao conhecermos o papel da Música em algumas de nossas experiências significantes de vida, podemos aumentar nossa sensibilidade para nossa própria formação cultural e história pessoal, que se estende para o nosso corpo, relacionamentos interpessoais (...) e nos torna conscientes de experiências transpessoais profundas (1998, p. 47).

Portanto, estudar ondulatória não é apenas decorar o conteúdo com o intuito de obter aprovação numa avaliação específica da disciplina, pois a Acústica é um ramo da Física que estuda o som, e uma das definições referente a música é “arte de manifestar os diversos afetos da nossa alma mediante o som” (BONA, 2000, p. 2). Em vista disso, observamos a relação entre Física e Música, assim, através da música podemos transformar e reinventar o conhecimento, além de atribuir significados as novas experiências perpassando a sala de aula.

2.2. O ENSINO DE ACÚSTICA: UMA REVISÃO

A Acústica é um ramo da Física ondulatória que estuda as ondas sonoras, de acordo com Grillo et al, o som é, “uma variação da pressão ambiente detectável pelo sistema auditivo, ou seja, uma onda sonora que percorre um caminho em um meio material (como ar, água e parede) até aos ouvidos humanos.” (GRILLO et al, 2016, p

21), de tal modo que, o som é uma onda mecânica que necessita de um meio material para se propagar.

Desse modo, no que se concerne a ondas mecânicas, segundo Newton, esse fenômeno ocorre apenas em meios materiais. Para Grillo (2013), no que se refere às ondas mecânicas podemos classificar de acordo com algumas características como ondas transversais e longitudinais, levando em consideração o movimento de suas partículas, e também o número de dimensões como: unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais.

2.2.1. QUALIDADES FISIOLÓGICAS DO SOM

As principais características do som são classificadas como: altura, intensidade, timbre e duração e podem ser analisadas quantitativa (características Físicas) e qualitativamente (percepção). Logo, é possível demonstrar a relação entre a Física e a Música, utilizando as propriedades fisiológicas do som.

Altura

- Fisicamente, segundo Wewitt (2002), “a altura de um som relaciona-se à frequência. A maioria dos sons são compostos por diversas frequências, a mais baixa das quais corresponde à altura do som.” Ou seja, é a quantidade de vibrações por segundo que nos dá uma grandeza expressa em Hertz (Hz).
- Na Música, é a propriedade das frequências das ondas sonoras que nos permite distinguir entre sons graves, médios ou agudos. Quanto menor a frequência da onda, mais grave é o som. Quanto maior a frequência da onda, mais agudo é o som.
- A melodia é uma sucessão de sons de frequências diferentes. E é através dessa variação de frequências que o ouvido humano percebe e memoriza o movimento melódico de uma música.

Intensidade

- Na Física, a intensidade de um som depende da amplitude das vibrações de pressão no interior da onda sonora. Trata-se da quantidade de energia que se propaga por unidade de área e tempo. Além disso, a definição da intensidade sonora não é definida pelo o que nossos ouvidos detectam, pois o nosso sistema auditivo reduz drasticamente a intensidade sonora que detecta, “segundo Rui; Steffani (2006 p.40) A intensidade (I) é uma propriedade física do som e está associada à energia de

vibração da fonte sonora.” Desse modo, a intensidade sonora mais voltada ao ser humano nomeia-se de nível de intensidade.

- Na Música, é a propriedade que se refere ao volume do som, permitindo-nos distinguir sons fracos e fortes. Através das nuances de intensidade, o músico pode trabalhar a dinâmica musical, tornando a música menos monótona.

Timbre

- Fisicamente, é a qualidade do som que permite estudar a superposição de ondas estacionárias. Permitindo identificar sons de mesma altura e intensidade emitidos por diferentes instrumentos, devido a sua composição.
- Na Música, é a distinção de sons produzidos por diferentes fontes sonoras, distinguindo um instrumento do outro.

Duração do Som

- Está relacionada a sustentação do som num determinado espaço de tempo, sua representação através das figuras musicais que possuem valores pré-definidos e, assim, determinam os sons curtos ou longos. Na música, a duração é muito importante para a concepção da parte rítmica.

2.2.2. EQUAÇÕES REFERENTES AOS FENÔMENOS ONDULATÓRIOS

A equações matemáticas desempenham papel fundamental no ensino de Física. Assim, quando essas fórmulas matemáticas são repassadas de maneira correta sendo associadas aos seus conceitos a rejeição dos alunos em relação a disciplina de Física é minimizada.

Crease (2011, p.236) ressalta:

Nós também aprendemos que as equações não são simples ferramentas científicas, mas possuem “vidas sociais”, por assim dizer. Estamos inclinados a vê-las como instrumentos mudos e inertes, capazes de afetar o mundo somente quando empunhadas por cientistas e engenheiros. Mas elas são ativas e podem exercer uma força educacional e cultural, nos instruindo sobre o mundo e ocasionalmente reformulando a percepção humana a respeito dele.

Em concordância com Crease (2011), observa-se a importância das equações matemáticas na vida do ser humano, visto que, elas não estão restritas à apenas uma área do conhecimento. portanto, destacamos as fórmulas estudadas durante o estudo da temática, Acústica.

Inicialmente, a equação fundamental da ondulatória, temos:

$$v = \lambda f \quad (\text{Eq. 1})$$

v – Velocidade do som (m/s);

λ – Comprimento de onda; f

– Frequência.

No estudo da Acústica a equação acima nos possibilita calcular as características do som, como velocidade de propagação, frequência e o comprimento de onda, sendo uns dos parâmetros para descrever qualquer tipo de onda. Frequência e comprimento de onda sempre são grandezas inversamente proporcionais. Logo, quando a frequência de uma fonte geradora aumenta o comprimento de onda diminui respectivamente.

Observamos nas figuras 1 e 2 algumas formas/tipo de ondas.

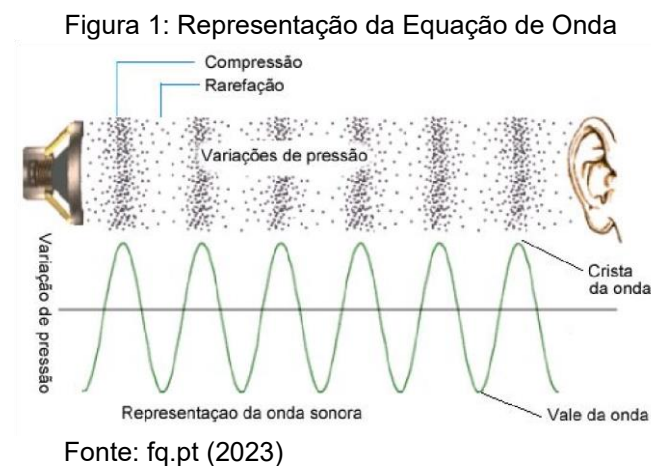
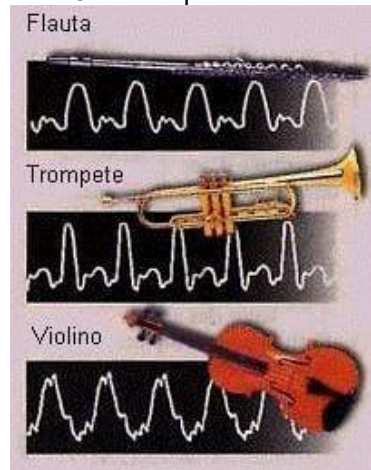


Figura 2: Ondas captadas em estúdio



Fonte: fq.pt (2011)

Podemos observar nas figuras os formatos diferentes de onda a qual depende da composição da fonte a qual ela está sendo emitida.

Figura 3: Ondas do mar



Fonte: fq.pt (2012)

Ondas do mar são classificadas como ondas mecânicas pois necessitam de um meio de propagação.

Equação utilizada para calcular o nível de intensidade sonora em decibéis é a seguinte: $\beta = 10 \log (I/I_0)$

I_0 – Intensidade auditiva (10^{-12} W/m^2)

I – Intensidade sonora (W/m^2) **dB** – Decibel, a unidade de medida relacionada a intensidade sonora.

Por meio da equação anterior podemos calcular o nível de intensidade auditiva, o I é a intensidade verdadeira produzida pela fonte que produz o som, $(10^{-12} = (10^{-12} \text{ W/m}^2)$ é a menor intensidade perceptível pelo ouvido humano, esse valor é baseado em uma média da população sendo constate quando utilizamos essa fórmula matemática.

2.3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Tendo como base central a estrutura cognitiva do indivíduo, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1918-2008) se dá por meio das interações entre os conhecimentos prévios denominados de subsunçores e os novos aprendizados que lhe são apresentados. Logo, o aluno é atuante participando ativamente dessa construção do conhecimento.

Desse modo, segundo o psicólogo e pedagogo Ausubel (1980):

(...) a aprendizagem significativa ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente para assim proceder.
(AUSUBEL, 1980, p. 23)

Assim, é necessário investigar os conhecimentos prévios e as concepções alternativas dos alunos, para posteriormente introduzir um novo conceito ou reformular um já existente. Assim a teoria aponta a necessidade de desenvolver uma proposta de ensino considerando os conhecimentos do aluno, para que a nova informação possa interagir com conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

No que se refere as condições para se concretizar uma Aprendizagem Significativa, Moreira (2010) afirma que: “1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender”. Dessa forma, é essencial despertar o interesse do aluno pelo conteúdo estudado através de aulas dinâmicas, utilizando materiais didáticos que potencializem o processo de ensino-aprendizagem. Mais especificamente quanto à participação do aluno dentro desse processo é necessário que o mesmo veja significância lógica e psicológica no que está estudando, para que as relações entre as informações existentes e novas se organizem de forma hierárquica na rede conceitual do mesmo.

Assim, se faz necessário estabelecer uma ponte entre a Física e a Música, tendo em vista que, a música é parte integrante da sociedade contemporânea. Podemos por intermédio de instrumentos musicais, teclado e violão adquirir e aprimorar os saberes relacionados a ondas sonoras e suas propriedades potencializando o entendimento científico associando a outra área do conhecimento que é a música.

[...] a música é um tipo de arte com imenso potencial educativo, explicitamente ela se vincula a conhecimentos científicos ligados à física e à matemática além de exigir habilidade motora e destreza que a colocam, sem dúvida, como um dos recursos mais eficazes na direção de uma educação voltada para o objetivo de se atingir o desenvolvimento integral do ser humano (LERIAS, 2016, p. 19; SAVIANI, 2003).

Desta forma, conhecendo o enorme potencial educativo que a música possui, à utilizamos para aprimorar o ensino da Física. Trata-se também de uma forma de tentar instigar e despertar o interesse dos estudantes pelo conteúdo de Acústica, utilizando a música e instrumentos musicais como ferramentas, dentro da metodologia de trabalho proposta.

Por conseguinte, através das demonstrações práticas com os instrumentos musicais e por meio da construção de um instrumento com materiais de baixo custo é possível estimular a curiosidade e despertar o senso crítico dos alunos quanto a fenômenos do cotidiano que envolvam o som. Ademais, por meio das metodologias ativas podemos cativar o interesse pelo estudo de ondas sonoras associada a música, e assim, conseguir uma aprendizagem significativa.

2.4. O USO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DA ACÚSTICA

Para ocorrer com êxito o processo de ensino-aprendizagem é crucial atrair e manter a atenção dos alunos direcionada a aula e para isso se faz necessário uma aula bem planejada e estruturada. Com isso, o professor em seu papel de mediador do conhecimento tem a missão de planejar e organizar as aulas para que todos os alunos venham se interessar pelo conteúdo abordado. Assim, dentre as várias formas de conduzir uma boa aula temos a SD como uma excelente ferramenta.

Segundo Zabala (1998) sequências didáticas são:

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos [...] (ZABALA, 1998 P.18).

Em vista disso, a SD além de ser um excelente plano de ensino no que se refere a organização de atividades em série, também é uma das metodologias mais aplicadas para inserir os objetivos e competências da Base Nacional Comum Curricular (2016) na prática pedagógica.

Além disso, o planejamento e desenvolvimento da SD é do conhecimento tanto dos professores quanto dos alunos, ou seja, é uma ação bem democrática. Assim, o uso da SD potencializa o trabalho docente por meio da organização de um trabalho significativo. Oliveira (2001 e 2005) expressa em suas pesquisas os objetivos de uma SD que compete ao docente:

- Conduzir os discentes a uma reflexão e apreensão acerca do ensino proposto na sequência didática;
- Almejar que estes conhecimentos adquiridos sejam levados à vida dos estudantes e não somente no momento da aula ou da avaliação;
- Organizar as intenções pedagógicas através de temas, objetivos, conteúdo que atendam as necessidades do projeto didático, dos professores e dos alunos;
- Organizar destarte pedagógicas de tal forma que garanta a transversalidade de seus conteúdos temas e objetivos;
- Preparar técnica e academicamente o professor, tornando-o capaz de fomentar e propiciar a construção dos conhecimentos específicos com o grupo alunos sob sua responsabilidade, posto que seja fundamental que se procure, através de pesquisas, ter conhecimentos prévios que ultrapassem o sensu comum, o óbvio (OLIVEIRA, 2001, p. 74).

Destarte, o professor desempenha o papel de mediador do conhecimento construindo os saberes junto com os alunos. Dessa forma, é efetuado as atividades propostas nas SD atendendo as necessidades dos discentes para que, assim, possa ocorrer uma aprendizagem significativa que ultrapasse o campo da sala de aula e chegue nas relações cotidianas de cada aluno.

2.5.O USO DOS INSTRUMENTOS MUSICAIS NAS AULAS DE ACÚSTICA

Um instrumento musical é definido como um objeto que tem a finalidade de produzir música. Desta forma, ao utilizar os instrumentos musicais, violão e teclado como recurso didático nas aulas de Acústica, possibilita demonstrar aos estudantes

diversos conhecimentos físicos estudando-os de forma lúdica e divertida. Visto que, a Música possui imenso potencial educativo. Assim, para Saviani 2003:

“Uma vez que, estando a par de manifestações estéticas por excelência, explicitamente ela se vincula a conhecimentos científicos ligados a Física e a Matemática, além de exigir habilidade motora e destreza que a colocam, sem dúvida, como um dos recursos mais eficazes na direção de uma educação voltada para o objetivo de atingir o desenvolvimento integral do ser humano” (Saviani, 2003, p.40).

Desta maneira, fazendo uso dos instrumentos musicais como ferramenta metodológica, é possível proporcionar aos alunos contextualização e compreensão dos conceitos da Física Acústica, possibilitando aos estudantes relacionar os conteúdos discutidos em sala de aula com o cotidiano.

Assim, com o auxílio do teclado e violão durante as aulas, ao discutir conceitos de ondas sonoras permite estudar as propriedades fisiológicas do som, altura, intensidade, timbre e duração, contextualizando os conceitos físicos. Ademais, ao permitir a participação dos alunos por meio da prática, através do manuseio dos instrumentos, torna a aula atrativa e dinâmica auxiliando na compreensão e construção do conhecimento.

Segundo Moreira as atividades práticas:

“...por se tratarem de um processo humano de construção de conhecimento, devem ser pensadas como experimentos a serem explorados e explicados os fenômenos, para pensar, sentir e fazer, do que comprovar uma lei ou conceito. (Moreira e Ostermann,” 1993 p. 109).

Logo, o autor expressa a importância da participação no que se refere a aquisição do conhecimento, desse modo, o uso dos instrumentos musicais viabiliza essa participação contribuindo para a explanação dos conceitos, evidenciando a relação entre os elementos básicos da teoria musical e os fenômenos sonoros.

Logo, trabalhando a temática de acústica por intermédio dos instrumentos musicais, busca-se tornar a aula mais interativa e atrativa minimizando as dificuldades na aprendizagem e despertando nos alunos o interesse pela disciplina a fim de construir conhecimentos que perpassem a sala de aula e por consequência obter uma aprendizagem significativa.

2.6. A IMPORTÂNCIA DO USO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO EM SALA DE AULA

A Física possui em sua natureza a prática experimental sendo impossível dissociar o ensino dessa prática. A experimentação permite ao aluno relacionar teoria e prática associando também com suas vivências, servindo também como motivação para despertar o interesse dos alunos pela temática.

Em contrapartida existem os desafios para a realização dessas práticas que se devem a falta de infraestrutura do ambiente escolar e materiais científicos adequados que possibilitem essa execução. Nesse sentido, Prado e Ferracioli (2017) destacam:

“A maior parte das escolas públicas do Brasil, não possuem laboratórios de Ciências, sendo este um entrave para as aulas experimentais nas escolas. Assim, materiais para a atividade experimental tornam-se mais difíceis ainda. Desta forma, buscam-se alternativas para a realização de atividades experimentais com os estudantes de ensino médio na disciplina de Física. Muitas atividades experimentais são realizadas em sala de aula e/ou em espaços alternativos das escolas como o pátio e a quadra de esportes. Os materiais para a realização da atividade experimental são providenciados pelos próprios estudantes, visto que as escolas também não possuem recursos para aquisição dos mesmos.” (Prado e Ferracioli 2017)

Em vista disso, os materiais de baixo custo permitem aos professores promover as atividades experimentais, visto que, podem ser produzidas com materiais acessíveis e sustentáveis para fins didáticos e, assim, permitir aos alunos um contato direto com os fenômenos físicos.

Desse modo, os experimentos de baixo custo tornou-se excelentes aliados no ensino da Física. Duarte (2012) enfatiza que os experimentos de baixo custo aproximam os alunos dos temas abordados, além de possibilitar que aluno construa seu próprio aparato experimental com materiais acessíveis que podem ser encontrados em seu cotidiano. Com isso, os alunos podem relacionar os conceitos com a prática experimental compreendendo que teoria e prática caminham juntas na construção do conhecimento.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa, que teve como finalidade o aprimoramento do ensino da Acústica em sala de aula. Utilizamos questionários investigativos, inicialmente aplicou-se uma avaliação diagnóstica para sondar os conhecimentos prévios dos alunos. Além disso, ao término da execução do trabalho realizamos um questionário de sondagem final para observar a evolução conceitual dos alunos.

Desta maneira, o presente trabalho se deu através da utilização de uma SD e instrumentos musicais nas aulas expositivas e discursivas. Assim, desenvolveu-se uma SD para organizar os conteúdos de acústica ministrados nas aulas de física. Além disso, também se fez o uso de instrumentos musicais, violão e teclado como materiais potencialmente significativos, visando promover aulas dinâmicas e lúdicas.

3.1. DESCRIÇÃO DO ESPAÇO ESCOLAR

A pesquisa desenvolveu-se na instituição de ensino, CETI Moderna - Centro de Ensino de Tempo Integral, localizada na cidade de São Raimundo Nonato, município do estado do Piauí, que está situado a aproximadamente 530 km da capital do estado, Teresina, podemos observar a fachada da escola na figura 4.

Figura 4: Fachada da Escola CETI Moderna - Centro de Ensino de Tempo Integral



Fonte: Elaborada pela autora (2024)

3.2. PÚBLICO-ALVO

O trabalho teve como público-alvo os alunos do 2º ano B da escola campo. Desse modo, participaram da pesquisa um total de 17 (dezesete), com idades entre 15 e 17 anos. Tendo em vista que, ao observar os livros didáticos de Física do 2º Ano do Ensino Médio dentre os conteúdos abordados em ondulatória dependendo da maneira de organização do livro tem-se um tópico ou capítulo direcionado ao estudo da Música.

3.3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O desenvolvimento da presente pesquisa ocorreu por meio da construção e uso de uma SD para organizar a execução das atividades referentes ao conteúdo de Acústica. O quadro 1(um) retrata como está organizada cada etapa da realização das atividades.

Quadro1: Sequência Didática

SEQUÊNCIA DIDÁTICA			
ENSINO MÉDIO			
Professora: Sula Ferreira		Turma: 2º ano	
Duração: 5 aulas		Área do conhecimento: Física	
Tema: A contribuição do uso de instrumentos musicais nas aulas de acústica.			
Habilidade: (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.			
Aulas	Atividade em sala	Metodologia	Atividade para o aluno
1ª	Avaliação diagnóstica	□ Aplicação de questionário.	Identificar no dia-a-dia fenômenos que relacione Música e física.

			• anotar no caderno para discussão na próxima aula.
2ª	Discussão sobre ondas mecânicas e fontes sonoras a partir da avaliação diagnóstica.	☐ Aula dialogada e expositiva, com o auxílio dos instrumentos musicais.	
3ª	Aula relacionada as propriedades fisiológicas do som.	☐ Discutir as propriedades do som e conceituá-las, utilizando o violão e o teclado para diferenciar, altura, intensidade e timbre.	☐ Leitura dirigida sobre as propriedades fisiológicas do som (para casa).
4ª	Discursão e uso dos instrumentos musicais para diferenciar Música de ruído. Roteiro para a confecção de um xilofone.	☐ Discutir sobre Música e ruído manuseando os instrumentos musicais. Disponibilizar um roteiro que explica a montagem e procedimento experimental do instrumento.	☐ Com o uso do roteiro fornecido na aula, efetuar a confecção do xilofone.

5ª	Aplicar novamente o questionário da atividade diagnóstica.	☐ Reaplicação do questionário.	☐ Discussão dos pontos compreendidos.
----	--	---	--

Desse modo, a SD foi dividida em 5 (cinco) etapas, com 5 (cinco) aulas de duração sendo cada aula 50 (cinquenta) minutos iniciamos a sequência com a realização da avaliação diagnóstica verificando a compreensão dos alunos em relação ao conteúdo de Acústica. Tendo em vista que, a sondagem é essencial planejar as próximas etapas a serem realizadas. Com isso, posteriormente deu-se início as aulas expositivas dialogadas, demonstrando a relação entre a Física e a Música utilizando durante as aulas os instrumentos musicais. Além disto, foi solicitado aos alunos a construção de um instrumento musical de baixo custo e, assim, promover uma aprendizagem significativa.

3.3.1. PRIMEIRA ETAPA: AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.

Tendo em vista que, a avaliação diagnóstica deve ser realizada no início da unidade visando verificar a existência de conhecimentos prévios relacionados a determinado tema, visto que, é um ponto fundamental para prosseguir o conteúdo, Luckesi (2011) afirma que, o ato de avaliar se inicia ao conhecermos os impasses pertinentes a determinado assunto e, assim, dedicar-se a solucioná-los.

Sendo assim, inicialmente na primeira aula foi aplicado um questionário diagnóstico impresso, (vide apêndice A) contendo 7 (sete) questões, sendo 6 (seis) delas objetivas com 4 (quatro) alternativas A, B, C e D e (1) uma questão subjetiva, relacionadas ao conteúdo de Ondas Sonoras. O objetivo do questionário é conferir os possíveis conhecimentos prévios, que os estudantes já tinham em relação ao conteúdo. Como podemos observar na figura 5 logo abaixo.

Figura 5: Momento da aplicação do questionário.



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

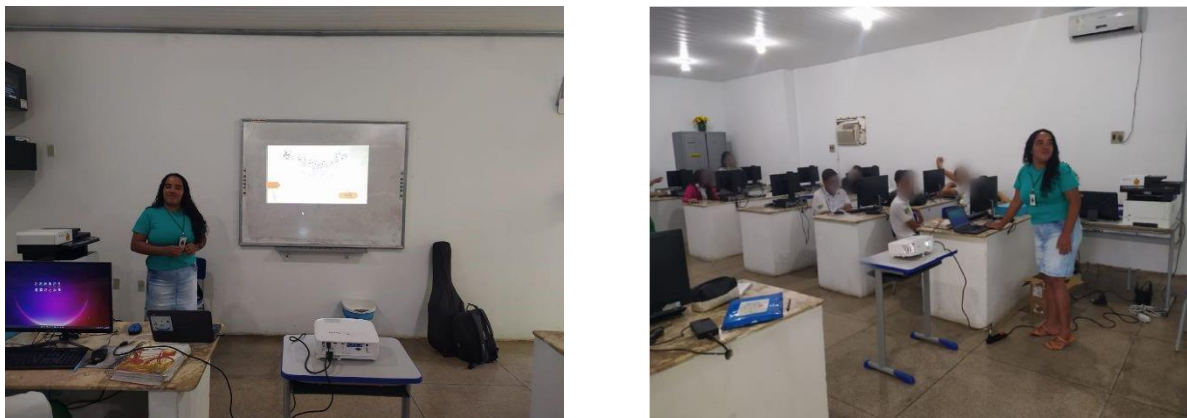
O questionário foi realizado na sala de informática, porém sem que os alunos utilizassem os computadores para pesquisas, respondendo apenas de acordo com seus conhecimentos.

3.3.2. AULA EXPOSITIVA DIALOGADA: DISCUSSÃO SOBRE ONDAS MECÂNICAS E FONTES SONORAS A PARTIR DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA.

Nessa segunda etapa, já dispondo dos resultados referentes ao questionário realizado para sondar os conhecimentos prévios dos 17 (dezessete) estudantes que compunham a turma. Iniciamos a aula com alguns questionamentos na forma de situação-problema, questionando aos alunos *“o que eles entendem como onda?”*, *“existe diferença entre música e ruído?”*, *“quais as grandezas fundamentais que caracterizam o som?”* Assim, os estudantes mencionaram alguns exemplos como: *“Ondas do mar, ondas produzidas por cordas”*, alguns citaram incorretamente *“duração como grandeza fundamental que caracteriza o som”*.

Assim, partindo das respostas às situações-problema, iniciou-se a explanação do conteúdo de acústica, caracterizando as ondas sonoras, mostrando como ocorre a propagação das ondas sonoras e em quais meios. Em seguida, foi apresentada a equação matemática que a representa, utilizando slides como artefato para a exposição, e buscando também conectar o conteúdo com situações cotidianas. Além de, demonstrar a relação entre a Música e a Física. Como podemos observar na figura a seguir.

Figura 6: Aula discursiva.



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Os alunos participaram ativamente da aula sanando suas dúvidas havendo uma troca de ideias.

3.3.3. AULA EXPOSITIVA COM A UTILIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS MUSICAIS

Nessa ocasião, deu-se continuidade a exposição do conteúdo, foi o momento de estudarmos as denominadas propriedades fisiológicas do som, altura, intensidade e timbre apresentando suas definições, a fim de transformar o discurso popular dos alunos referente a esses conceitos.

Assim, após conceituar as propriedades do som, utilizamos os instrumentos musicais, violão e teclado para realizar uma atividade dinâmica, com o intuito de demonstrar na prática a aplicação das definições referentes a temática estudada no decorrer da aula. Assim, dispondo de algumas partituras foram dedilhadas algumas melodias tendo como objetivo que os alunos revelassem qual era a música.

Nessa etapa, também foi exibida a escala de Dó Maior, *Dó – Ré – Mi – Fá – Sol – Lá – Si – Dó*, em seguida, os alunos tiveram a oportunidade de dedilhar a escala, e assim, conseguir diferenciar altura, intensidade e timbre. Ademais, vale ressaltar a dificuldade que os alunos tinham em diferenciar essas três propriedades. Por meio, da execução das notas musicais nos instrumentos foi possível minimizar essa dificuldade.

Em seguida, foi disponibilizado aos alunos um roteiro (vide apêndice C) propondo a construção de um xilofone, instrumento musical de percussão que poderia

ser montado com materiais de baixo custo, como garrafas de vidro ou copos. Assim, os alunos foram divididos em grupos para a elaboração da atividade, e posteriormente, disponibilizado um roteiro explicando a montagem e o procedimento experimental. Isso ocorreu com o intuito de produzir um instrumento a ser realizado em casa e ser apresentado na aula. A figura 7 é relacionada a ao expositiva.

Figura 7: Aula expositiva e discursiva.



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

Assim, os estudantes observaram o roteiro no momento em que ele foi entregue, permitindo o planejamento da atividade.

3.3.4. CONFECÇÃO E APRESENTAÇÃO DO XILOFONE.

A quarta aula, foi dedicada a exposição e apresentação dos trabalhos que foram propostos aos grupos divididos na aula anterior, onde foram utilizados materiais de baixo custo para a construção do experimento. Dessa forma, o aparato experimental foi apresentado e discutido, permitindo aos estudantes colocarem em prática os conhecimentos compartilhados em aulas antecedentes a essa.

Figura 8: Exposição da prática experimental.



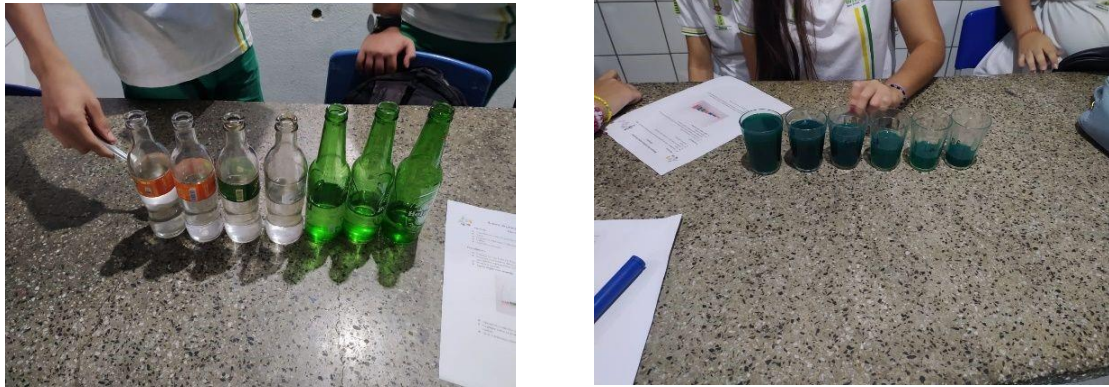
Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Após todo o material está posicionado e a quantidade de líquido adequado, medimos o líquido da seguinte forma, a primeira garrafa foi cheia de água. Em seguida à tendo como referência nas para o líquido das seguintes utilizamos um copo medidor pra colocar 50 ml a menos do liquido em relação a quantidade presente na garrafa anterior.

Logo após, utilizando o aplicativo “*afinador*” que foi instalado no celular de um integrante de cada grupo, o utilizamos para observar o som produzido e identificar a localização de cada nota musical, e assim, analisar a frequência emitida por cada um dos recipientes ao serem tocados por uma colher de metal.

Em visto disso, cada grupo depois de estarem com seu xilofone organizado e afinado deu-se início as apresentações, dessa forma, cada equipe tocou algumas melodias. Assim, utilizando um material de metal (o cabo de uma colher de cozinha) para executar as vibrações, tornou-se possível que os estudantes conseguissem dialogar sobre as propriedades fisiológicas do som e também caracterizar a diferença entre música e ruído. Um grupo de alunos utilizou copos de vidros ao invés de garrafas, e isso permitiu que os estudantes identificassem que os sons produzidos no Xilofone de garrafas eram diferentes dos sons dos copos devido ao tamanho de cada recipiente.

Figura 9: Execução das melodias



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A prática foi pensada com o objetivo de proporcionar aos alunos um momento em que eles pudessem demonstrar o que aprenderam em relação ao conteúdo de Acústica trabalhados em momentos anteriores. E assim, evidenciar indícios de uma aprendizagem significativa em relação aos conceitos discutidos, colocando a aluno como protagonista do seu processo de aprendizagem.

3.3.5. REAPLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Em concordância com o planejado na SD, na etapa (5) cinco a aula foi destinada a aplicação de um questionário avaliativo, sendo o mesmo questionário utilizado na sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos, porém, incluindo uma questão para sondar a opinião dos alunos em relação a utilização dos instrumentos musicais durante as aulas.

Figura 10: Aplicação da avaliação final



Fonte: Elaborada pela autora (2024)

Desse modo, concluímos as atividades que foram articuladas na SD, verificamos que todos os alunos realizaram a avaliação final como podemos observar na figura 10

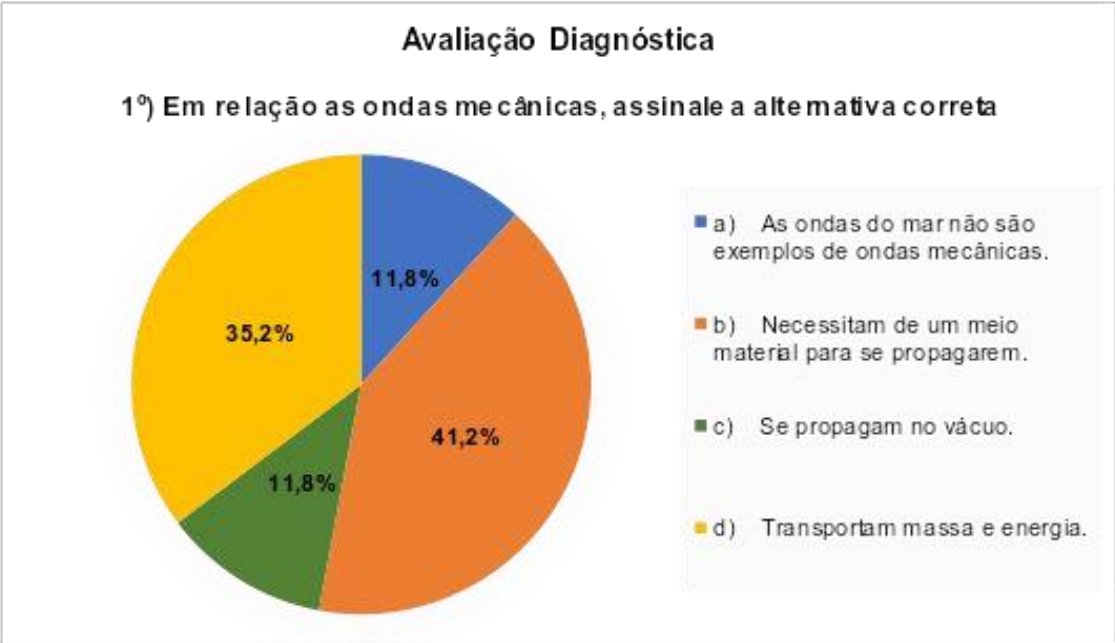
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Essa seção dedica-se, a apresentação e análise dos dados obtidos durante a pesquisa. Os resultados estão divididos em duas etapas: avaliação diagnóstica (vide a apêndice A) e avaliação final (vide a apêndice B), contendo em ambas questões idênticas relacionadas ao conteúdo de acústica, além de uma questão adicional no teste final para avaliação do processo metodológico.

4.1. ETAPA 1: RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

O questionário diagnóstico possui 7 (sete) questões sendo 6 (seis) delas de múltipla escolha e 1 (uma) questão dissertativa. A primeira questão teve como objetivo verificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conceito de onda mecânica.

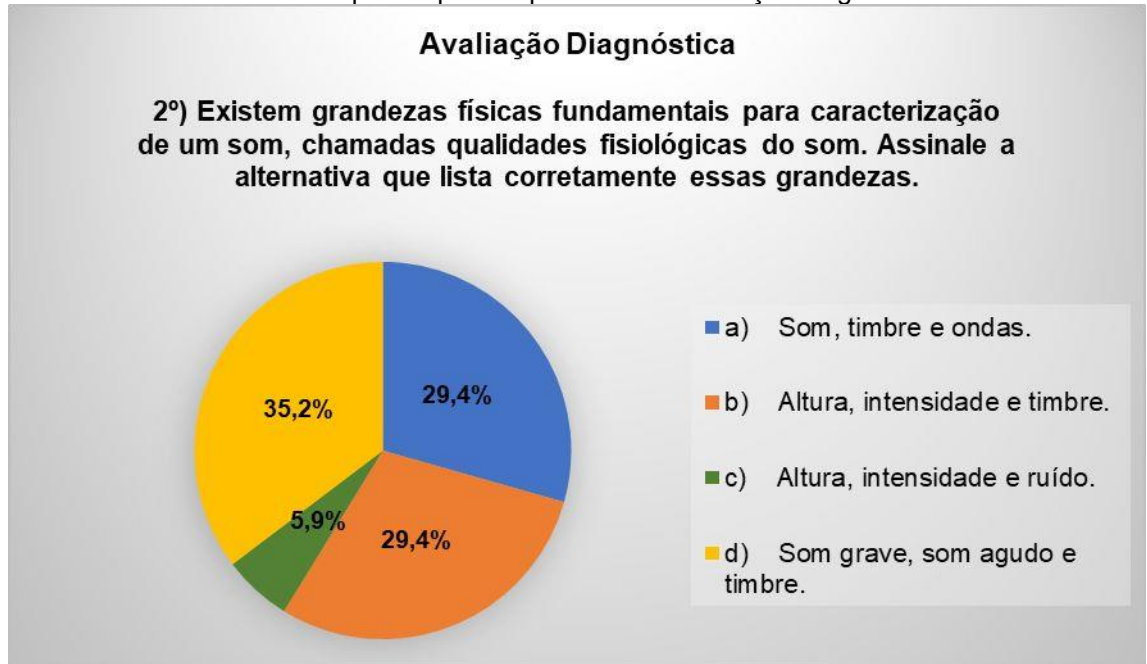
Gráfico 1:Respostas para a questão 1 da avaliação diagnóstica



Fonte; Elaborado pela autora (2024)

O gráfico 1 (um) revela que apenas 41,2% dos alunos compreendem o conceito físico de onda mecânica. Os demais 58,8% dos estudantes que marcaram outras alternativas demonstraram não possuir compreensão assertiva no que se refere a ondas mecânicas.

Gráfico 2: Respostas para a questão 2 da avaliação diagnóstica



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Essa questão teve o intuito de verificar se os alunos tinham conhecimento das chamadas propriedades fisiológicas do som. Assim, no gráfico 2 (dois) é possível verificar que apenas 29,4% dos alunos marcaram a alternativa correta.

A questão 3 tinha como foco investigar se os estudantes tinham conhecimento sobre o que se refere o *Timbre* quando falamos em ensino de acústica.

Gráfico 3: Respostas para a questão 3 da avaliação diagnóstica



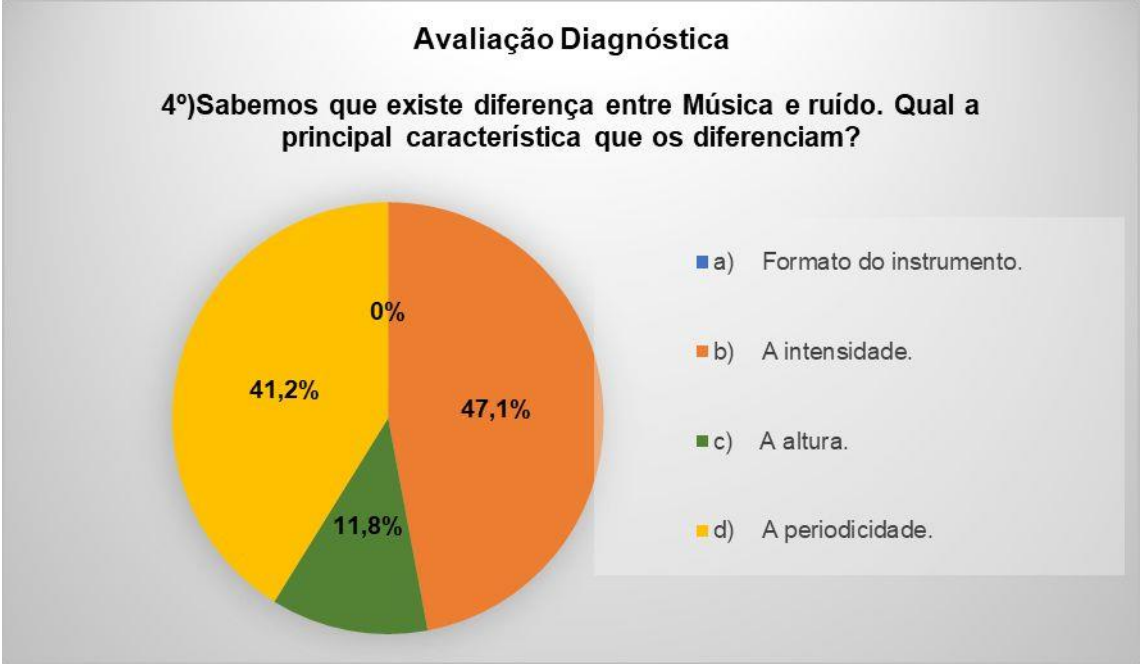
Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Assim, no gráfico 3 conseguimos perceber que mais da metade dos alunos que compunham a amostra, correspondente a 64,7% desses alunos tinham a percepção de

qual é a função dessa propriedade fisiológica. Todavia, nota-se que os demais estudantes optaram por outras definições referente ao conteúdo.

O objetivo da questão 4 (quatro) era identificar se os discentes tinham conhecimento referente ao principal aspecto que diferencia música de ruído.

Gráfico 4:Respostas para a questão 4 da avaliação diagnóstica

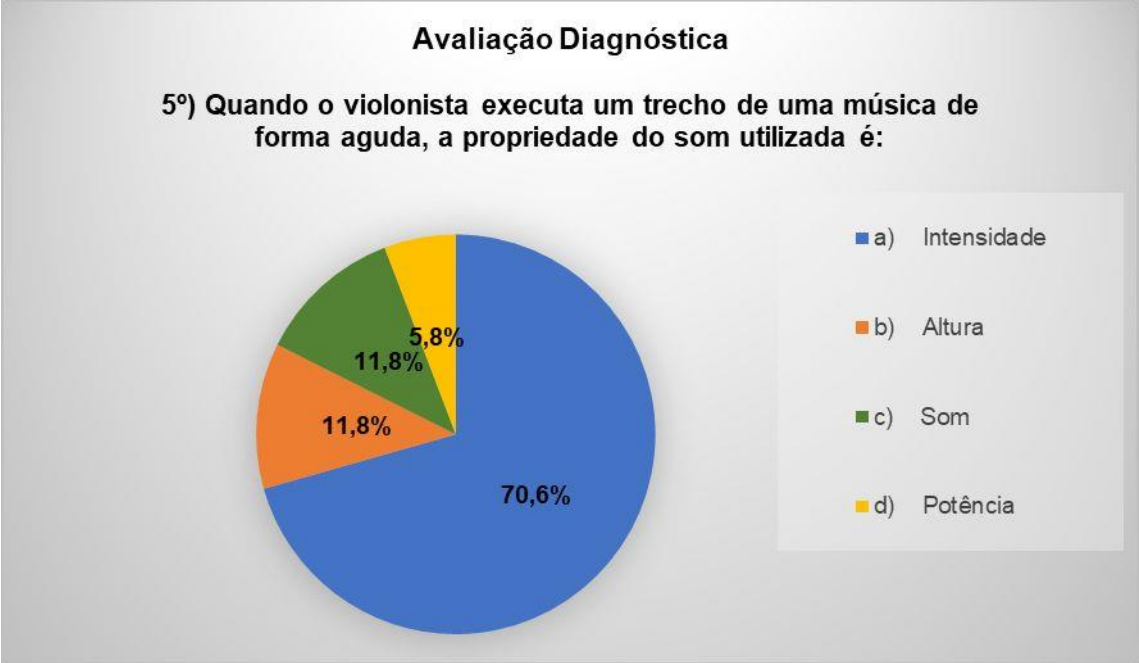


Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Ao analisar o gráfico 4, verificamos que foram respostas bem divididas, menos de 50% dos alunos responderam de maneira assertiva a questão, assim, entende-se que os alunos têm dificuldade em classificar a principal característica que diferencia música de ruído.

A questão 5 buscava examinar o percentual de alunos que possuíam entendimento em relação a que propriedade fisiológica está associado quando em melodias alterna-se em sons graves e sons agudos.

Gráfico 5:Respostas para a questão 5 da avaliação diagnóstica

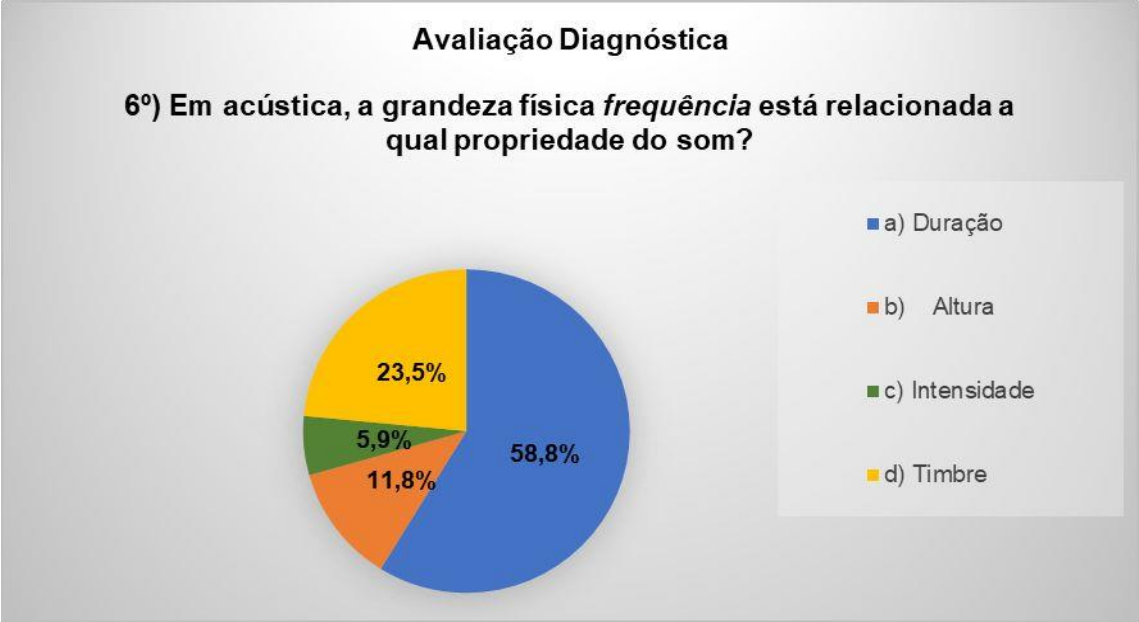


Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Assim, através da análise do gráfico 5 constatamos que mais de 70% dos alunos responderam de maneira incorreta e apenas 11,8% responderam corretamente assinalando a opção “b” relacionando sons graves e agudos com intensidade sonora visto que, os alunos confundem bastante a ideia de altura e intensidade.

A questão 6 tinha como objetivo investigar se os alunos tinham entendimento sobre a grandeza física, frequência e a que propriedade fisiológica do som ela está relacionada.

Gráfico 6:Respostas para a questão 6 da avaliação diagnóstica

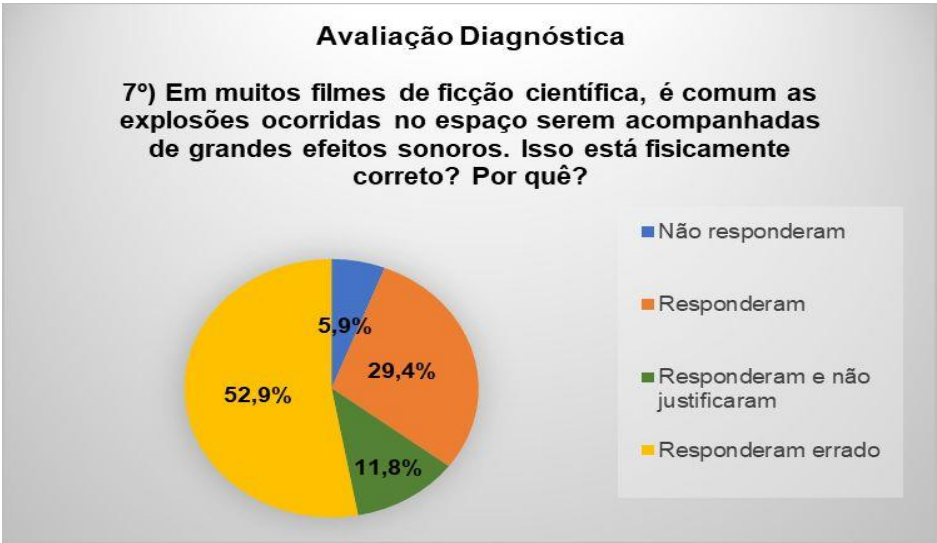


Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Assim, verifica-se no gráfico 6 que uma porcentagem baixa de alunos marcou a alternativa correta, apenas 11,8% marcaram a alternativa “b” sendo a alternativa correta. Assim, é notório que os alunos tinham dificuldade em relacionar frequência com as propriedades fisiológicas do som.

A questão 7 buscava verificar a concepção dos discentes em relação aos efeitos sonoros que ocorrem em alguns filmes de ficção científica.

Gráfico 7:Respostas para a questão 7 da avaliação diagnóstica

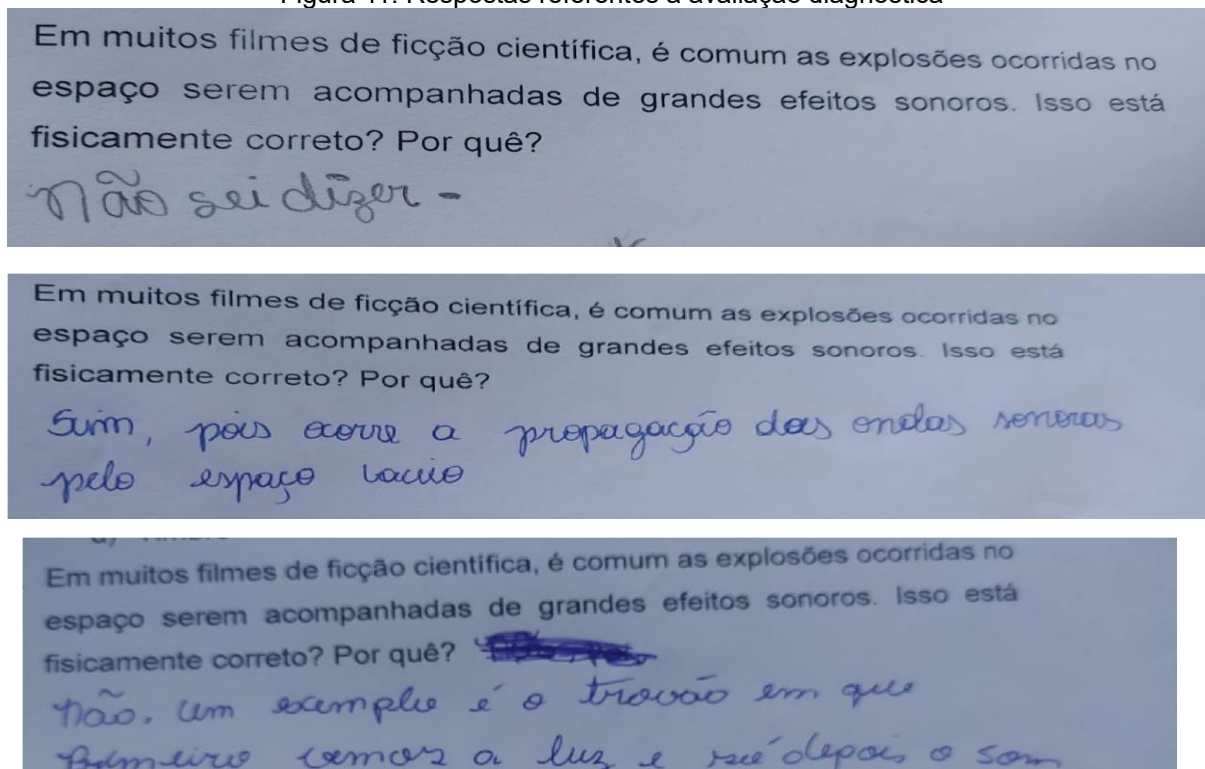


Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Podemos observar no gráfico 7 que apenas 29,4% dos alunos responderam corretamente da questão, enquanto 52,9% responderam de maneira incorreta, outros 11,8% responderam apenas que estava fisicamente incorreto sem justificar e 5,9% dos alunos nem responderam à questão.

Na figura apresentamos algumas das respostas escritas pelos alunos.

Figura 11: Respostas referentes a avaliação diagnóstica



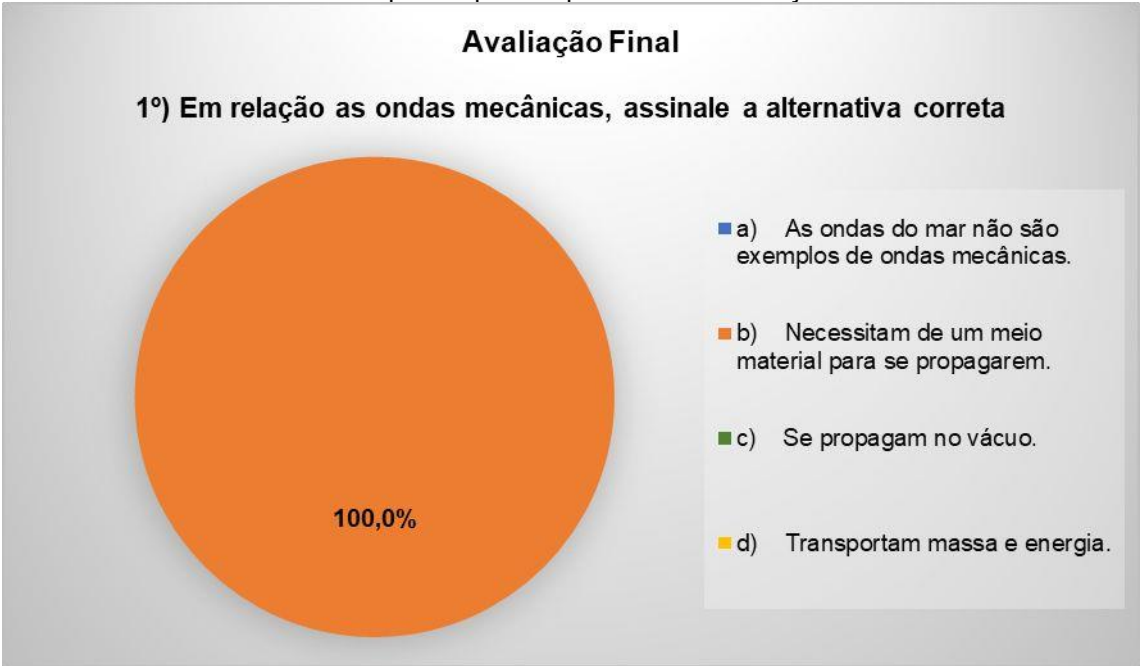
Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Observamos nessa questão dissertativa que os alunos responderam incorretamente, nos possibilitando perceber que alguns deles possuem uma concepção errônea do que se refere as explosões que ocorrem em alguns filmes de ficção científica.

4.2. ETAPA 2: AVALIAÇÃO FINAL APÓS A METODOLOGIA APLICADA DURANTE A PESQUISA

A avaliação final é constituída de 8 (oito) questões contendo as 7 (sete) que estavam na avaliação diagnóstica, foi acrescentada uma questão com objetivo de saber a opinião dos alunos em relação ao uso dos instrumentos musicais durante as aulas como ferramenta metodológica, a fim de verificar o índice de satisfação dos alunos com a metodologia da pesquisa, eles podiam classificar em ruim, bom ou ótimo. e 1 (uma) questão para que os alunos pudessem avaliar a implicação do uso dos instrumentos musicais durante as aulas.

Gráfico 8: Respostas para a questão 1 da avaliação final



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O gráfico 8 (oito) expõe que após a metodologia aplicada durante a pesquisa, 100% da amostra de alunos conseguiram responder corretamente à questão. Com isso é possível verificar a eficácia da metodologia aplicada. Todavia, o baixo espaço amostral pode ter contribuído para que 100% dos estudantes conseguissem responder de maneira assertiva.

Gráfico 9: Respostas para a questão 2 da avaliação final



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Examinando o gráfico 9 (nove), verificamos o acerto de 100% da população amostral constatando a eficiência do método utilizado na aula 3 (três), presente na Sequência Didática.

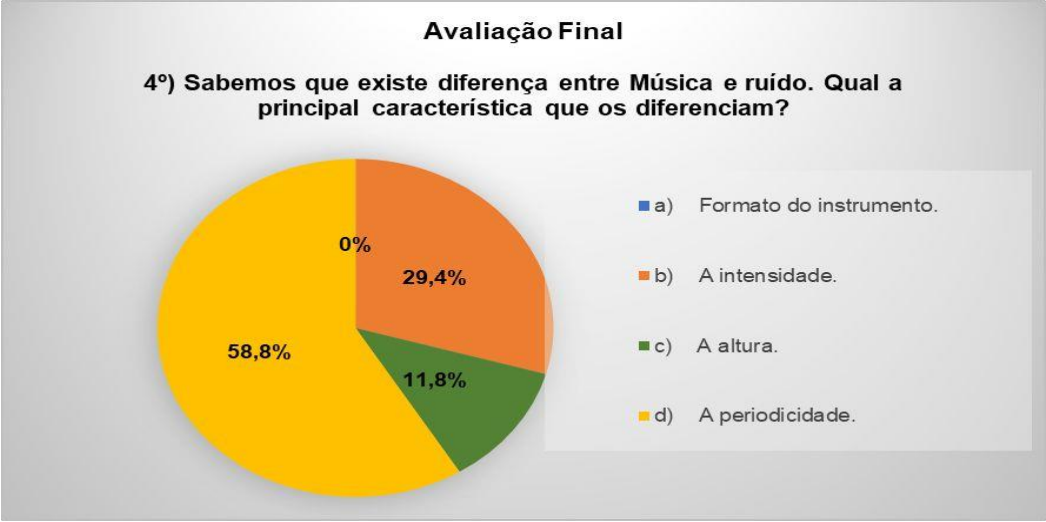
Gráfico 10: Respostas para a questão 3 da avaliação final



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O gráfico 10 (dez) demonstra que após a utilização de diferentes instrumentos musicais durante as aulas, o percentual de alunos que conseguiram compreender corretamente qual a função desempenhada pelo Timbre ao se ouvir sons emitidos por diferentes aumentou significativamente.

Gráfico 11: Respostas para a questão 4 da avaliação final



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Logo, o gráfico 11 aponta que depois da metodologia da pesquisa aplicada, o rendimento dos alunos relacionado a principal propriedade que permite essa diferenciação aumentou de maneira significativa.

Gráfico 12: Respostas para a questão 5 da avaliação final



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O gráfico 12, nos permite perceber que a dúvida demonstrada na avaliação diagnóstica que é recorrente entre os alunos foi minimizada após ser aplicada a metodologia da pesquisa fazendo com que a maioria dos alunos respondessem à questão corretamente.

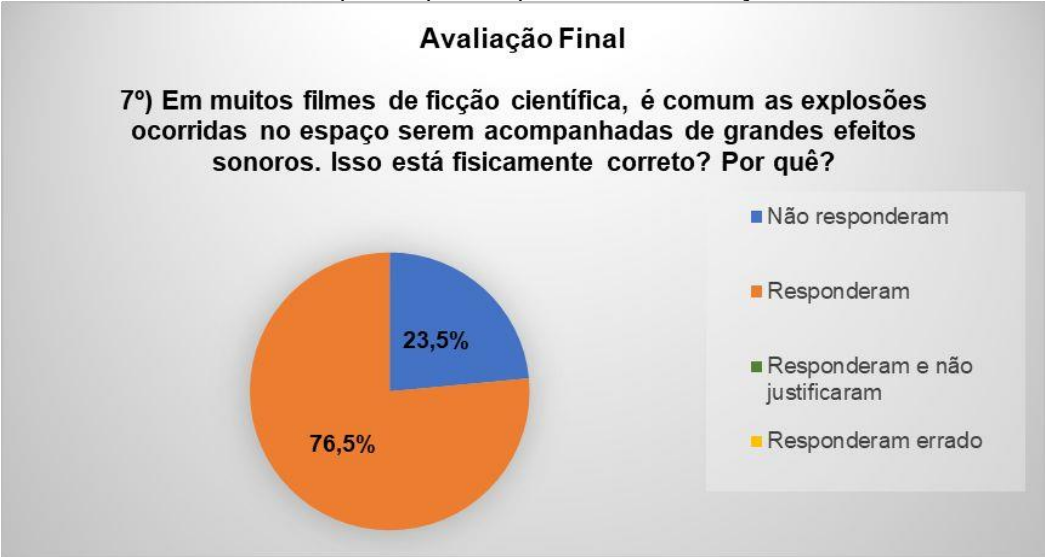
Gráfico 13: Respostas para a questão 6 da avaliação final



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Logo, no gráfico 13 observamos que no decorrer das aulas foi possível os alunos terem uma melhor compreensão referente frequência, visto que, quando falamos de altura em acústica, é a propriedade que está estreitamente relacionado a frequência de ondas.

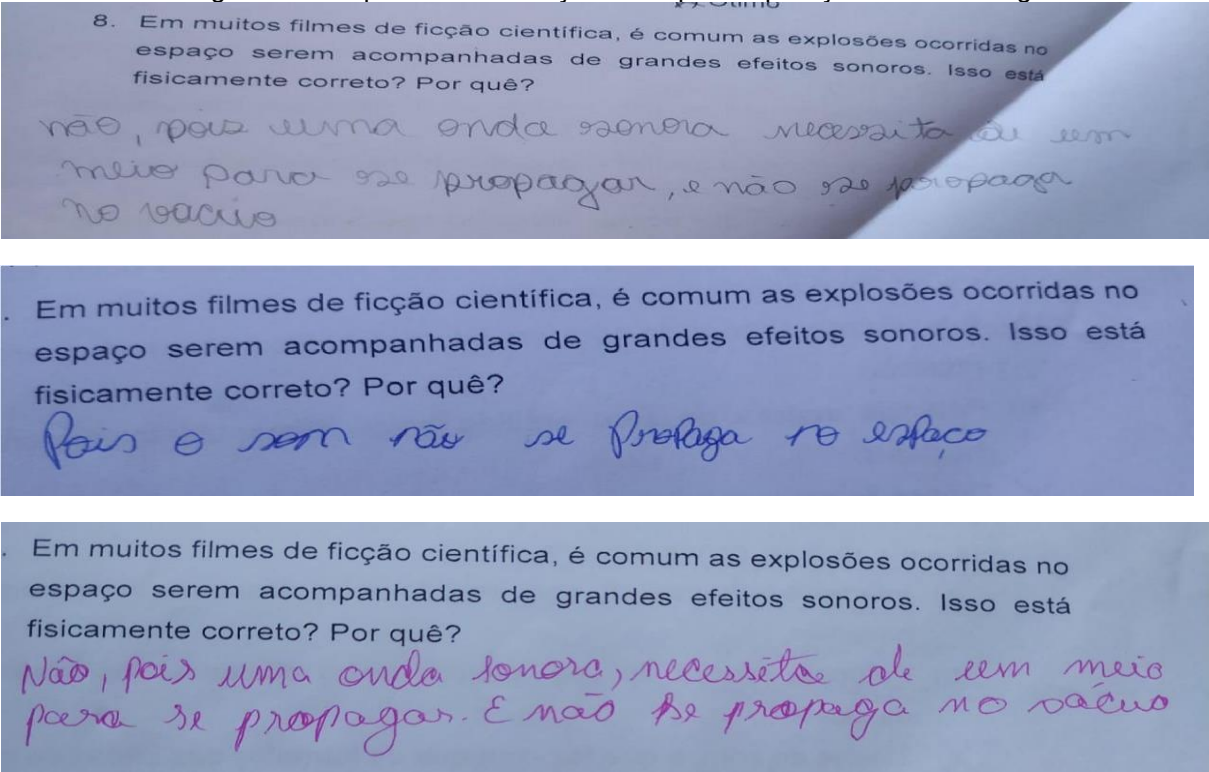
Gráfico 14: Respostas para a questão 7 da avaliação final



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Após examinar o gráfico 14 observamos que 76,5% dos alunos responderam e justificaram corretamente à questão, e apenas 23,5% não responderam, em vista disso, notamos que após aplicada a metodologia da pesquisa a maior parte dos alunos conseguiram compreender que os efeitos sonoros produzidos em alguns filmes de ficção, é apenas fictício.

Figura 12: Respostas da avaliação final após a aplicação da metodologia



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Fazendo a análise dos resultados, podemos observar que o percentual de acertos e justificativas corretas aumentou significativamente após a aplicação do trabalho.

Gráfico 15: Avaliação da contribuição dos instrumentos musicais para a compreensão do conteúdo de Acústica.



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Assim, verificamos, que 100% marcaram ótimo, em vista disso, notamos o impacto positivo dos instrumentos musicais ao estudar o conteúdo de acústica.

Portanto, notamos que a produção do instrumento utilizando materiais de baixo custo contribuiu qualitativamente para que os alunos conseguissem compreender os fenômenos acústicos.

Logo, ao analisarmos os resultados de forma ampla notamos os resultados positivos que implicaram a pesquisa e, assim, conseguimos contemplar e atingir os objetivos do trabalho. Vale ressaltar os impactos positivos que resultou em uma aprendizagem significativa no que se refere ao conteúdo de acústica demonstrado a relação entre a Física e a Música.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve o intuito de estabelecer uma ponte entre a Física e Música durante as aulas de acústica, utilizando os instrumentos musicais como materiais didáticos através de aulas expositivas e dinâmicas demonstrando assim, a contribuição do uso dos instrumentos musicais no estudo do conteúdo de ondas sonoras que são vistos pelos alunos de maneira simplória.

Além disso, utilizando uma Sequência Didática para organizar as atividades a serem executadas durante as aulas possibilitou obter-se uma aprendizagem significativa.

Assim, os objetivos determinados para este trabalho foram alcançados, visto que os gráficos apresentados na seção Resultados demonstram os impactos positivos atingidos com a utilização das ferramentas. Além disso, no que se relaciona a avaliação em relação a utilização dos instrumentos durante as aulas, todos os alunos participantes da pesquisa classificaram como positiva. Ademais, por meio da pesquisa também verificamos a importância de os estudantes relacionarem a teoria com seu cotidiano, despertando o interesse pela ciência.

Desse modo, por meio da aplicação da metodologia possibilitou minimizar as dificuldades existentes no que se refere as lacunas existentes entre teoria e prática, proporcionando aos alunos através de aulas lúdicas compreender que os assuntos estudados estão presentes em seu cotidiano. Além disso, é importante destacar o potencial educativo das atividades práticas, para que a temática estudada faça sentido além da sala de aula.

Além disto, durante a aplicação do trabalho expressou-se a importância de estabelecer essa conexão entre a temática de Acústica e a Música, dessa forma, os alunos conseguem construir saberes sólidos e duradouros pois relacionam o conteúdo estudado com conhecimentos prévios já existentes.

Portanto, conseguimos evidenciar através do presente trabalho o impacto positivo alcançado na população envolvida por meio da aplicação da pesquisa. Além disso, espera-se que futuramente este trabalho possa ser utilizado como referência para continuar promovendo uma aprendizagem significativa no campo da Física e também na busca por minimizar os problemas referentes ao ensino.

REFERÊNCIAS

AULER, Décio. Alfabetização científica-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, Minas Gerais**, v.5, n.1, p.1-16, 2003.

BAUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. (1980). Psicologia Educacional. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980. 625p.

BONA, Paschoal. **Método Musical**. São Paulo: Augusto, 2000. p.2
CARDOZO, Laio Cavalcanti et al. O ensino de física através dos instrumentos musicais.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, p. 1-19, 2013.

CASTOLDI, Rafael; POLINARSKI, Celso Aparecido. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 684, 2009.

CREASE, Robert P. As grandes equações. Tradução de A. Cherman. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

DA ACÚSTICA, TRADICIONAIS NO ENSINO. ESTUDO DO IMPACTO DO USO DE INSTRUMENTOS MÚSICAIS.

DALMOLIN, Charlene Peruchi; DAMASIO, Felipe. O ensino de física dos instrumentos musicais fundamentada na teoria da aprendizagem Significativa. **Revista Técnico-Científica do IFSC**, p. 703-703, 2012.

DOS SANTOS, Emerson Izidoro; DE CARVALHO PIASSI, Luís Paulo; FERREIRA, Norberto Cardoso. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. 2004.

DUARTE, Sergio Eduardo. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 525-542, 2012.

GASPAR, Alberto. Compreendo a Física: ondas, óptica e termodinâmica. São Paulo: Ática, 2014.

GRILO, Maria Lucia; PEREZ, Luiz Roberto (org.). **Física e música**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

HOLANDA FILHO, Ivan De Oliveira; DA CRUZ, Marcos Paulo Mesquita; GOMES, Rickardo LADO Ramos. A Importância De Equações Matemáticas No Ensino Da Matemática. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, n. 93, 2018.

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**, v. 28, p. 427-433, 2006.

LAZZARINI, Victor EP. Elementos de acústica. **apostila do Departamento de Artes da UEL**, Londrina, 1998.

LERIAS, Washington Roberto et al. **A física da música e a pluralidade didática**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

LIMA, Juliana Skaraboto et al. **Uma proposta de sequência didática para o estudo da acústica no ensino médio**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MICOTTI, M. C. O ensino e as propostas pedagógicas. Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. Bicudo, Maria Aparecida V. (org.). São Paulo: Editora UNESP, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é aprendizagem final significativa?** 2010. Instituto de Física–UFRGS. Porto Alegre, 2016.

MOTA, Luiz Felipe Farias. A utilização de instrumentos musicais para fins didáticos e científicos. 2023.

MSA-1. Método Simplificado de Aprendizagem Musical. São Paulo;2023. p.10. OLIVEIRA, Maria Marly. Metodologia Interativa: um processo hermenêutico dialético. **Interfaces Brasil/Canadá**, v. 1, n. 1, p. 67-80, 2001.

OSTERMANN, F. e MOREIRA, M. A. Investigações em Ensino de Ciências, v. 5, n. 1, mar. 2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci>. Acesso em: Julho 2013.

PRADO, Ramon Teodoro; FERRACIOLI, Laercio. Utilização do Diagrama V em atividades experimentais de magnetismo em sala de aula de ensino médio. **Revista do professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2017.

RUI, Laura Rita; STEFFAN, Maria Helena. Um recurso didático para ensino de física, biologia e música. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 36-49, 2006.

RUUD, E. Music Therapy: improvisation, communication, and culture. Gilsum: Barcelona Publishers, 1998.

SANTOS, Wildson. Luiz. Pereira. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, n.36, set/dez. 2007.

SAVIANI, D. Escola e Democracia. 36. ed. Campinas: Autores Associados, 2003.

SWAROWSKY, RAFAEL LUIS. **Proposta do uso da música no ensino de física**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande.

WEWITT, Paul G. Física conceitual. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 685 p. acesso em: 19/01/2024, www.fmescolademusica.com.br

WESTERMANN, Bruno. Sobre o ensino de instrumentos musicais a distância e a autonomia do aluno. **Anais do SIMPOM**, n. 1, 2010.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

1. Em relação as ondas mecânicas, assinale a alternativa correta:
 - a) As ondas do mar não são exemplos de ondas mecânicas.
 - b) Necessitam de um meio material para se propagarem.
 - c) Se propagam no vácuo.
 - d) Transportam massa e energia.

2. Existem grandezas físicas fundamentais para caracterização de um som, chamadas qualidades fisiológicas do som. Assinale a alternativa que lista corretamente essas grandezas.
 - a) Som, timbre e ondas.
 - b) Altura, intensidade e timbre.
 - c) Altura, intensidade e ruído.
 - d) Som grave, som agudo e timbre.

3. Ao ouvir a mesma nota musical sendo tocada por um teclado e por um violão, conseguimos diferenciar esses instrumentos um do outro. Essa diferença se deve principalmente ao (a):
 - a) Intensidade sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
 - b) Potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
 - c) Timbre do som, o que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.
 - d) Altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais.

4. Sabemos que existe diferença entre música e ruído. Qual a principal característica que os diferenciam?
 - a) Formato do instrumento.
 - b) A intensidade.
 - c) A altura.

- d) A periodicidade.
5. Quando o violonista executa um trecho de uma música de forma aguda, a propriedade do som utilizada é:
- a) Intensidade
 - b) Altura
 - c) Som
 - d) Potência
6. Em acústica, a grandeza física *frequência* está relacionada a qual propriedade do som?
- a) Duração
 - b) Altura
 - c) Intensidade
 - d) Timbre
7. Em muitos filmes de ficção científica, é comum as explosões ocorridas no espaço serem acompanhadas de grandes efeitos sonoros. Isso está fisicamente correto? Por quê?

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO FINAL

1. Em relação as ondas mecânicas, assinale a alternativa correta:
 - a) As ondas do mar não são exemplos de ondas mecânicas.
 - b) Necessitam de um meio material para se propagarem.
 - c) Se propagam no vácuo.
 - d) Transportam massa e energia.

2. Existem grandezas físicas fundamentais para caracterização de um som, chamadas qualidades fisiológicas do som. Assinale a alternativa que lista corretamente essas grandezas.
 - a) Som, timbre e ondas.
 - b) Altura, intensidade e timbre.
 - c) Altura, intensidade e ruído.
 - d) Som grave, som agudo e timbre.

3. Ao ouvir a mesma nota musical sendo tocada por um teclado e por um violão, conseguimos diferenciar esses instrumentos um do outro. Essa diferença se deve principalmente ao (a):
 - a) Intensidade sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
 - b) Potência sonora do som emitido pelos diferentes instrumentos musicais.
 - c) Timbre do som, o que faz com que os formatos das ondas de cada instrumento sejam diferentes.
 - d) Altura do som, que possui diferentes frequências para diferentes instrumentos musicais.

4. Sabemos que existe diferença entre música e ruído. Qual a principal característica que os diferenciam?
 - a) Formato do instrumento.
 - b) A intensidade.
 - c) A altura.
 - d) A periodicidade.

APÊNDICE C – ROTEIRO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL



Xilofone

Materiais

- ❖ 7 garrafas de vidro (as garrafas podem ser substituídas por copos de vidro);
- ❖ Água;
- ❖ Corante ou tinta (para o xilofone ficar colorido);
- ❖ Colher
- ❖ Aplicativo *Afinador*

Procedimento

- ❖ Coloque as 7 garrafas em fila;
- ❖ Preencha com água de modo que a altura do ar dentro das garrafas tenha as quantidades representadas na figura abaixo;
- ❖ Misture o corante
- ❖ **Agora toque uma melodia**



- ❖ Apresente o trabalho aos demais colegas e relate o que acontece.
- ❖ Explique sobre as propriedades fisiológicas do som: intensidade, altura e timbre.
- ❖ Qual a diferença entre música e ruído?