



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS OEIRAS
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

LUIZ BARBOSA DA SILVA FILHO

**ARTE E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM FÍSICA: A MÚSICA COMO
FACILITADOR NO ENSINO DE ONDAS**

OEIRAS – PI

2023

LUIZ BARBOSA DA SILVA FILHO

ARTE E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM FÍSICA: A MÚSICA COMO
FACILITADOR NO ENSINO DE ONDAS

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 Oeiras.

Orientador(a): Prof. Me. Fábio Estefanio Lustosa de
Brito Lopes.

OEIRAS – PI

2023

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

Silva Filho, Luiz Barbosa da

S586a Arte e aprendizagem significativa em Física : a música como
facilitador no ensino de ondas / Luiz Barbosa da Silva Filho. - 2023.
64 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) -
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Oeiras, 2023.

Orientador : Prof Me. Fábio Estefanio Lustosa de Brito Lopes.

1. Ensino de Física . 2. Interdisciplinaridade . 3. Ondas sonoras.
I. Título.

CDD - 530

Elaborado por Denizete Lima de Mesquita CRB 3/1079

LUIZ BARBOSA DA SILVA FILHO

ARTE E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM FÍSICA: A MÚSICA COMO
FACILITADOR NO ENSINO DE ONDAS

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 Oeiras.

Aprovada em: 17 / 01 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Fábio Estefanio Lustosa de Brito Lopes (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Técnica em Assuntos Educacionais Ma. Jacyara Caroline da Costa Osório
Instituição Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Esp. Charles da Costa Cunha
Instituição Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho aos meus pais,
Luiz Barbosa da Silva e Maria Gracilene
Gomes Martins. E a todos os meus
amigos que me apoiaram durante essa
jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

Aos meus familiares e a meu orientador Fábio Estefanio Lustosa de Brito Lopes por me incentivarem e seguir adiante com a pesquisa e nunca desistir perante os desafios que surgiram ao longo da trajetória acadêmica.

Agradeço ao IFPI, Campus Oeiras e a todos os professores que me apoiaram tanto na minha formação acadêmica quanto na pesquisa.

Esta pesquisa é dedicada a todos que contribuíram, tanto os amigos de sala de aula quanto aqueles que se mostraram disponíveis nos momentos em que mais precisei.

Agradeço pelo apoio essencial que me permitiu chegar até aqui.

RESUMO

Este trabalho apresenta a relação entre música e Física no estudo do conteúdo de ondas sonoras durante o ensino médio. A escolha desse tema surgiu a partir da observação das dificuldades enfrentadas nas escolas públicas, sendo a falta de laboratórios um dos obstáculos que permeiam o ambiente escolar. Nesse contexto, analisamos o desenvolvimento de metodologias que possam contribuir para superar as dificuldades geradas pela carência de infraestrutura nas escolas públicas. O objetivo deste trabalho é compreender como a música pode atuar como facilitadora no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de ondas sonoras, especialmente na disciplina de Física do ensino médio. O estudo envolveu a metodologia de grupo focal composto por quatro professores de Física das escolas estaduais de Oeiras, Piauí. Para a coleta de dados, foram aplicados dois questionários e realizada uma oficina que explorou a interdisciplinaridade entre música e física, adotando abordagens metodológicas significativas e a construção de material didático com materiais recicláveis, como o violão de lata, com o intuito de ser utilizado pelos professores em sala de aula. Os resultados analisados indicaram que a música se revela como uma ferramenta lúdica para o ensino do conteúdo de ondas sonoras. O uso de metodologias que incorporam a música mostrou-se capaz de aprimorar a compreensão do conteúdo ministrado em sala de aula. Isso contribui para tornar as aulas de Física mais dinâmicas e atrativas aos olhos dos alunos, promovendo, assim, uma aprendizagem mais significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física; Interdisciplinaridade; Ondas Sonoras.

ABSTRACT

This work presents the relationship between music and Physics in the study of sound waves content during high school education. The choice of this theme arose from the observation of difficulties faced in public schools, with the lack of laboratories being one of the obstacles that permeate the school environment. In this context, we analyze the development of methodologies that can contribute to overcoming the challenges generated by the lack of infrastructure in public schools. The aim of this study is to understand how music can act as a facilitator in the teaching and learning process of sound waves content, especially in the high school Physics discipline. The study involved the focal group methodology consisting of four Physics teachers from state schools in Oeiras, Piauí. For data collection, two questionnaires were administered, and a workshop was conducted that explored the interdisciplinary relationship between music and physics. The workshop adopted meaningful methodological approaches and involved the construction of didactic material using recyclable materials, such as the tin can guitar, with the intention of being used by teachers in the classroom. The analyzed results indicated that music emerges as a playful tool for teaching sound waves content. The use of methodologies incorporating music proved capable of enhancing the understanding of the content taught in the classroom. This contributes to making Physics classes more dynamic and appealing to students, thus promoting a more meaningful learning experience.

Keywords: Physics Education; Interdisciplinarity; Sound Waves.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Curva senoidal movendo-se horizontalmente com velocidade constante.....	23
Figura 2	Mediação da Oficina.....	40
Figura 3	Construção do material didático (Violão de lata)	41
Figura 4	Afinando o violão de lata.....	41

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1	Níveis sonoros em decibéis que estão presentes no cotidiano.....	30
Tabela 2	Avaliação da oficina.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PRP	Programa de Residência Pedagógica
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
LAHIS	Laboratório de História, Imagem e Som

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Amplitude
β	Beta
dB	Decibel
f	Frequência
Hz	Hertz
I	Intensidade
I_0	Intensidade inicial
log	Logaritmo
n	Número de moles
M	Massa do gás
m	Massa molar
P	Pressão
P_0	Pressão inicial
ρ_0	Densidade inicial
R	Constante universal dos gases
s	Indica que o processo é adiabático e reversível
T	Temperatura
t	Período

μ Mícron

v Velocidade de propagação

V_{som} Velocidade de propagação do som

γ Volume

V_g Velocidade de propagação da onda em gases

ω Frequência angular

λ Comprimento de onda

∂P Derivada da pressão

$\partial \rho$ Derivada da densidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	JUSTIFICATIVA.....	18
3	OBJETIVO.....	20
3.1	OBJETIVO GERAL.....	20
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	20
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
4.1	ONDAS.....	21
4.2	ONDAS SONORAS.....	24
4.3	AUDIÇÃO.....	30
4.4	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	31
4.5	RELAÇÃO DA MÚSICA E FÍSICA.....	33
4.6	GRUPO FOCAL.....	35
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	36
5.1	MODALIDADE DE PESQUISA.....	36
5.2	LOCAL DE ESTUDO E PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	37
5.3	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	38
5.4	OFICINA COM O GRUPO FOCAL	39
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS.....	55

ANEXOS.....	57
ANEXO A – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL	57
APÊNDICES.....	58
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	58
APÊNDICE B – INSTRUMENTO I - QUESTIONARIO INICIAL	62
APÊNDICE C – INSTRUMENTO II – QUESTIONARIO FINAL	65

1 INTRODUÇÃO

O componente curricular de Física desempenha um papel fundamental no desenvolvimento educacional dos estudantes. Sua importância está relacionada a diversos aspectos que contribuem para a formação integral dos indivíduos. A presença da Física é intrínseca à vida humana, permeando diversas áreas essenciais para o desenvolvimento da sociedade. Ela é a base das *Tecnologias de Informação e Comunicação*, da engenharia e das técnicas de diagnóstico e tratamento médico. Por meio de seus modelos e teorias, a Física oferece explicações abrangentes para o mundo empírico que nos rodeia. Além disso, disciplinas como Biologia, Química, Neurociência e outras áreas científicas utilizam conceitos, princípios, modelos e teorias derivados da Física em suas investigações. Portanto, aprender física é um direito inalienável de todo ser humano. Uma pedagogia libertadora tem o papel de resgatar o indivíduo do senso comum, das interpretações superficiais e do conformismo acrítico (Moreira, 2017).

A aproximação da música aos conceitos da física é uma perspectiva fascinante que revela a interconexão entre essas duas áreas aparentemente distintas. A música, como forma de expressão artística, está intrinsecamente ligada a fenômenos físicos, como ondas sonoras, frequências, amplitude e ressonância. Quando exploramos a física por trás da música, podemos compreender como os sons são produzidos, propagados e percebidos. Por exemplo, o estudo das ondas sonoras permite entender como diferentes frequências e amplitudes determinam a altura e a intensidade dos sons musicais. A física também desempenha um papel crucial na análise e no *design* de instrumentos musicais, considerando os princípios de acústica, ressonância e vibração.

A música está englobada entre os mais diversos espaços e etapas da vida, sendo assim podemos nos questionar sobre a utilização da música como ferramenta de motivação e aprendizagem para os conceitos de ondas sonoras. O trabalho relacionado com a música proporciona para os alunos a habilidade de realizar importantes relações entre a ciência e arte, como é observado em Conceição et al (2009, p.1) ao pontuar que “A relação Física-Música é bastante rica no sentido de poder explorar vários conceitos importantes da física através do estudo da música”.

Existem conceitos da música que estão presentes dentro do estudo da física, havendo uma certa familiaridade, como o som, a intensidade, a altura, o timbre, entre

outros conteúdos, os quais constituem uma ampla área do conhecimento. Esses conceitos servem como âncora para as novas aprendizagens, que de acordo com Ausubel et al (1980) são conhecimentos prévios que estão presentes na estrutura cognitiva do aluno. Dessa forma, percebemos que seria viável, o aluno tendo conhecimento na área da música, fazer uma relação entre um novo conhecimento da física com um conhecimento pré-existente. Assim, acredita-se que as possibilidades do aluno aprender de forma significativa são ampliadas, visto que a interação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento é bastante notada.

Nesse sentido, conforme Ausubel et al. (1980), a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se conecta a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento existente do indivíduo. Em outras palavras, esse processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica do aluno.

Desse modo, além da utilização da música como ferramenta para o ensino e aprendizagem da física, destacar a importância e estudar a relação entre elas pode tornar a aula mais atrativa e motivar os alunos para o estudo da ciência, sendo capaz de ajudar no desenvolvimento musical para os conteúdos da acústica, havendo benefícios notáveis para as aulas de física no ensino médio, uma vez que teriam alunos mais interessados e motivados em investigar a física presente no seu cotidiano e as suas aplicações.

Segundo Pereira (2013), a relação entre a Física e a música apresenta a capacidade que a música tem de criar metáforas e relações, adequadas para o ensino aprendizagem da Física. Ele ainda argumenta, que a música se faz presente nas culturas em vários contextos sociais, assim, podendo também está aplicada nas aulas desse componente curricular do ensino médio.

De acordo com Donoso et al. (2008), a física associada aos instrumentos musicais é uma área de estudo magnífica com grande produtividade pedagógica, em virtude das suas aplicações práticas envolvendo oscilações, ondas e o fenômeno da ressonância. No entanto, é comum que as teorias relacionadas à produção de sons, propriedades e propagação das ondas sonoras não sejam abordadas de forma abrangente na maioria das vezes.

Cabe salientar que, segundo Campos (2011), a incorporação de instrumentos musicais como recursos de ensino proporciona aos alunos uma maneira mais tangível de visualizar e compreender os fenômenos físicos associados às ondas sonoras. Essa

abordagem prática permite a aplicação direta dos conceitos estudados. Assim, os estudantes têm a oportunidade de compreender as características dos fenômenos e identificar suas causas de forma mais eficaz. Além disso, eles podem relacionar e distinguir os sons percebidos com grandezas físicas, como intensidade e frequência, entre outras.

A escolha do tema surgiu a partir de uma conexão da física sonora com a arte musical como forma facilitar o estudo de ondas sonoras. Dessa forma, a música desempenha um papel fundamental no estímulo e facilitação do processo de ensino e aprendizagem. Através de atividades interativas e envolventes, é possível despertar o interesse dos alunos em explorar diferentes abordagens para solucionar os temas trabalhados.

Para nortear a proposta dessa pesquisa, foi formulada uma questão, que permitirá uma visão sobre a relação entre a Física e a Música: Como experimentos(metodologias) utilizando recursos da arte, mais especificamente da música, podem contribuir para o ensino aprendizagem dos conteúdos referentes aos conceitos de onda no componente curricular Física do Ensino Médio?

Essa questão levanta a problemática relacionada à construção do conhecimento no ambiente escolar. No decorrer da construção da aprendizagem na escola, observa-se que o conhecimento conceitual apresenta cada vez mais importância ao longo dos anos letivos, muita das vezes ultrapassando os processos perceptivos. Infelizmente, essa mudança pode ter como resultado um ensino no qual o conhecimento parece artificial e sem sentido, o que é particularmente percebido nas aulas de física, incluindo o conteúdo de ondas sonoras, que é o foco deste trabalho.

As atividades perceptivas vão sendo gradualmente substituídas por atividades de interpretação e sistematização conceitual. E nas séries mais avançadas, a dimensão perceptiva do conhecimento é praticamente ignorada, como se nesse estágio do desenvolvimento ela já estivesse plenamente desenvolvida. É como se o desenvolvimento perceptivo fosse importante somente no âmbito das atividades infantis, sendo desnecessário na formação posterior do aluno. (Granja, 2006, p.16).

Com o objetivo de preencher essa falta de atividades perceptivas, é sugerido um ensino que integre os campos da Física e da Música, uma vez que a Música é uma forma de conhecimento que trabalha e desenvolve a percepção do aluno em diferentes áreas do saber, pois de acordo com Granja (2006, p.16), “a música é uma linguagem que fala diretamente aos sentidos e, por essa razão, está intimamente ligada à percepção”.

2 JUSTIFICATIVA

Segundo Auler (2003), nas escolas de Ensino Médio, é frequente observar os desafios enfrentados pelos professores de Física ao abordarem os conteúdos dessa disciplina. Muitas vezes, eles se esforçam para adotar uma abordagem diferenciada, buscando construir o conhecimento de forma prazerosa e liberta das pressões do vestibular. No entanto, tanto os professores de Física quanto os de outras disciplinas costumam encarar a Física como uma matéria complexa e difícil de ser ensinada. Infelizmente, essa percepção acaba refletindo no interesse dos alunos, que muitas vezes se sentem desmotivados e desinteressados nas aulas da disciplina.

Uma abordagem alternativa seria buscar estratégias que aproximem a Física do cotidiano dos alunos, tornando-a mais acessível e relevante. Isso envolveria o uso de exemplos práticos, experimentos simples e atividades que explorem a aplicação dos princípios físicos em situações do dia a dia. Além disso, é fundamental criar um ambiente de aprendizagem acolhedor, no qual os alunos se sintam encorajados a fazer perguntas, expressar suas ideias e participar ativamente das aulas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) possui um caráter integrador ao estabelecer os conhecimentos, competências e habilidades que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica. Ela busca articular diferentes áreas do conhecimento, promovendo a interdisciplinaridade e a conexão entre os diferentes componentes curriculares. A BNCC propõe uma visão holística e integrada da educação, reconhecendo a interdependência e a complementaridade das diversas áreas do conhecimento (Brasil, 2018). Outro ponto que essa base curricular enfatiza é a importância de os estudantes compreenderem as relações entre os diferentes campos de conhecimento, reconhecendo que os problemas e desafios enfrentados na sociedade contemporânea não podem ser compreendidos e solucionados de forma isolada e fragmentada. Dessa forma, esse documento normativo para as redes de ensino promove a integração entre as disciplinas, incentivando práticas pedagógicas que estimulem a transversalidade, a interação entre os conteúdos e a aplicação dos conhecimentos em situações reais, propondo que os estudantes desenvolvam habilidades e competências que transcendam os limites de cada disciplina, permitindo a construção de um conhecimento mais amplo e significativo.

Ademais, a contextualização no ensino de ciências é uma abordagem essencial que os professores devem adotar para ir além do ensino puramente conceitual e superar o formato tradicionalmente baseado em conteúdo. Essa abordagem busca tornar os assuntos abordados em sala de aula significativos para os alunos, relacionando-os com sua realidade e experiências cotidianas. Esse conceito de contextualização é impulsionado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, promulgada em 1996, que incentiva a interação entre o contexto do aluno e o que é ensinado na escola. Isso é fundamental para promover a aprendizagem ativa, onde os alunos se tornam participantes ativos do processo de aprendizagem, interagindo entre si e com o professor.

Segundo Rocha (2002), no passado, a música desempenhava um papel significativo nas universidades como parte essencial do currículo acadêmico. Durante o século XVIII, juntamente com disciplinas como geometria, astronomia e aritmética, a música compunha o conjunto conhecido como *quadrivium*. Além disso, até o início do século XVII, as ciências abrangiam não apenas os campos científicos, mas também as artes, que serviam como uma forma de representação da natureza. Nessa época, a música era valorizada não apenas como uma forma de expressão artística, mas também como uma disciplina intelectualmente rigorosa, com conexões profundas com a matemática e a física. O estudo da música envolvia a compreensão dos padrões matemáticos subjacentes à harmonia, ritmo e estrutura musical, bem como a análise das propriedades acústicas dos instrumentos e da voz humana.

No entanto, com o passar dos anos, as universidades passaram por mudanças em suas estruturas curriculares, levando ao declínio da presença da música como uma disciplina acadêmica central. Como pode ser visto na lei de diretrizes nº 11.769 de 19 de agosto de 2008, que alterou a lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que falava sobre a obrigatoriedade do ensino de música na educação básica brasileira. Com a atualização, a nova redação do artigo 26 da LDB/96 diz que a música deverá ser conteúdo obrigatório, mas não exclusivo, do componente curricular. Apesar disso, o reconhecimento da importância da música e sua relação com as ciências vem sendo resgatado em contextos contemporâneos. Atualmente, há um crescente interesse na interdisciplinaridade e na busca por conexões entre a arte e a ciência.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, uma das propostas para o ensino de física durante o ensino médio é a utilização de recursos da arte, especificamente da

música, que tem o intuito de levar o aluno a desenvolver competências e habilidades que irão tornar a ciência mais compreensível e prazerosa, com uma aproximação maior da realidade vivida pelos os alunos. Embora a associação entre física e música possa parecer desafiadora para os professores, essas duas áreas estão intrinsecamente ligadas. Ainda que possam parecer distantes à primeira vista, há uma interconexão significativa entre elas. Um músico habilidoso não apenas possui conhecimentos avançados de física, mas também compreende conceitos matemáticos subjacentes à música, como também o cientista que deve envolver-se com a arte, com propósito de fortalecer os seus trabalhos científicos (Goto, 2009).

Diante das dificuldades encontradas nas escolas públicas, um dos obstáculos que permeiam o ambiente escolar é a questão da falta de laboratórios para a realização de atividades experimentais. Muitas escolas não dispõem de uma infraestrutura adequada para a realização dessas atividades, como por exemplo um espaço com todos os materiais básicos necessários. Frente a essa barreira, observa-se a importância da criação de métodos que possam contribuir de alguma forma na diluição das dificuldades geradas pela falta de infraestrutura nas escolas públicas. Ao desenvolver metodologias pedagógicas adaptadas à realidade das escolas com recursos limitados, é possível buscar alternativas que permitam um ensino efetivo e significativo. Portanto, esse trabalho visa em abordar metodologias envolvendo a música e o ensino de física durante o ensino médio, de modo que venha trazer contribuições tanto para os professores quanto para os alunos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

- Compreender como a música pode atuar como facilitadora no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de ondas sonoras abordado na disciplina de Física do ensino médio.

3.2 Objetivos específicos

- Demonstrar e explicar os conceitos teóricos de ondas a partir da música como ferramenta fundamental para uma melhor compreensão de estudo;
- Identificar formas de aprendizagem significativas através da música na compreensão e visualização de fenômenos físicos;

- Mostrar de forma dinâmica os conceitos de onda, através de materiais didáticos e metodologias, de modo a despertar o interesse e a motivação dos alunos para com a ciência.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 ONDAS

As ondas são um campo de estudo fundamental na Física, dedicado à compreensão de como elas se formam e se propagam em diferentes meios, incluindo o vácuo. Uma onda pode ser descrita como uma perturbação que se propaga através do espaço ou de um meio específico. À medida que ela se propaga, ocorre a transferência de energia por meio das partículas presentes no material, sem causar um deslocamento efetivo dessas partículas. Essas características das ondas, em que a energia é transferida sem a movimentação efetiva do material, é ressaltada por Nussenzveig (2002, p.98) quando ele afirma que “Em geral, fala-se de onda quando a transmissão do sinal entre dois pontos distantes ocorre sem que haja transporte direto de matéria de um desses pontos ao outro”.

No que se refere à direção de propagação, as ondas podem ser classificadas em transversais e longitudinais. Nas ondas transversais, os pontos do meio oscilam perpendicularmente à direção de propagação de onda, enquanto nas longitudinais, os pontos do meio oscilam na mesma direção da propagação da onda. É importante destacar que é a própria onda que se desloca, não o meio material em si.

As ondas também podem ser classificadas quanto a sua natureza, que são as ondas mecânicas, ondas eletromagnéticas e ondas de matéria. A primeira trata-se de ondas que requerem um meio material para se propagar, como por exemplo o ar, água ou sólidos e entre outros. Esse tipo de ondas são as mais conhecidas e estão presentes em toda parte do nosso cotidiano, onde podem ser observadas e encontradas nas ondas do mar, nas ondas sonoras e nas ondas sísmicas. A segunda refere-se a um tipo de onda que consiste em campos elétricos e magnéticos oscilantes, que se propagam através do espaço sem a necessidade de um meio material. Essas ondas são compostas por componentes elétricos e magnéticos que oscilam perpendicularmente entre si e também perpendicularmente em direção à propagação da onda. As ondas eletromagnéticas incluem uma ampla faixa de

frequência, conhecida como espectro magnético, que varia desde as ondas de rádio e micro-ondas até a luz visível, raio X e raios gama. Quanto a sua aplicação no cotidiano, ela está presente nas telecomunicações, transmissão de rádio e televisão, comunicação via satélite, tecnologia sem fio, imagem médica por raios X e muitas áreas da ciência, tecnologia e indústria. E o terceiro tipo de onda, também conhecida como ondas quânticas ou ondas de probabilidade, é um fenômeno fundamental da física quântica. Diferentemente das ondas eletromagnéticas, que são oscilações de campos elétricos e magnéticos, as ondas de matéria estão associadas ao comportamento das partículas subatômicas, como elétrons, prótons e nêutrons.

O grau de liberdade de propagação de onda, por sua vez, se refere ao número de direções independentes nas quais a onda pode se propagar. Elas podem ser classificadas em ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais. Nas ondas unidimensionais, a propagação ocorre apenas ao longo de uma direção, resultando em um único grau de liberdade e também o movimento é restrito a uma única dimensão espacial. Já as ondas bidimensionais, a propagação ocorre em duas direções independentes, resultando em dois graus de liberdade. A onda pode se propagar tanto horizontalmente quanto verticalmente, permitindo uma maior variedade de padrões e comportamento. Nas ondas tridimensionais, como as ondas sonoras ou ondas eletromagnéticas, a propagação acontece em todas três direções espaciais, tendo assim três graus de liberdade. A onda pode se propagar em qualquer direção dentro do espaço tridimensional, permitindo uma ampla gama de possibilidades e comportamentos.

Para o objetivo do estudo, vamos considerar a onda como um pulso do mesmo tipo, com a mesma velocidade de propagação assumindo um meio não dispersivo no qual toda energia da onda é conservada. Após essas observações, podemos definir os elementos da onda da seguinte forma: período (t) corresponde ao tempo necessário para que um ciclo completo da onda ocorra; frequência (f) é o número de ciclos da onda que ocorrem em um segundo; comprimento de onda (λ) sendo a distância entre dois pontos correspondentes em ciclos consecutivos da onda; amplitude (A) que é a máxima magnitude ou deslocamento da onda a partir de sua posição de equilíbrio e velocidade de propagação (v) que é velocidade com a qual a onda se propaga através do meio.

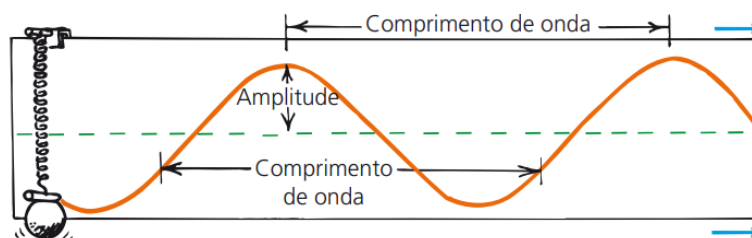
O período (t) corresponde ao tempo necessário para que um ciclo completo da onda ocorra, enquanto a frequência (f) é o número de ciclos da onda que ocorrem em

um segundo, onde é possível obter uma relação entre a frequência e o período através da seguinte expressão:

$$f = \frac{1}{\tau} \quad (1)$$

O comprimento de onda (λ), outro elemento fundamental do estudo das ondas, é definida sendo a distância entre dois pontos correspondentes em ciclos consecutivos da onda, percorrida em um intervalo de tempo. A elongação é a medida do deslocamento de um ponto em relação ao ponto de equilíbrio. A amplitude (A) representa a máxima elongação atingida pela onda, também conhecida como crista da onda, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1 - Curva senoidal movendo se horizontalmente com velocidade constante



Fonte: HEWITT, 2015, p. 385.

Quando estamos lidando com um meio dispersivo a velocidade de propagação da onda é constante. Isso significa que a onda se desloca por uma distância equivalente ao comprimento de onda (λ) em um período de oscilação (t). Podemos expressar essa relação por meio da equação II. É importante ressaltar que essa equação é válida para todos os tipos de ondas, independentemente do meio em que a onda está se propagando.

$$v = \frac{\lambda}{\tau} = \lambda \cdot f \quad (2)$$

Conforme mencionado por Nussenzveig (2002, p.105), “a velocidade de propagação de uma onda é determinada pelas características do meio em que ela se propaga”. Segundo o autor, a velocidade da onda é influenciada pela tensão presente no meio e pela sua inércia, ou seja, pela massa por unidade de comprimento. Nesse sentido, quanto maior for a tensão e menor for a inércia do meio, maior será a velocidade da onda. Essa relação entre a velocidade de propagação e as

propriedades do meio é um aspecto fundamental no estudo das ondas. Ela nos mostra que diferentes meios podem apresentar velocidades de propagação distintas, o que impacta na forma como as ondas se propagam e interagem com o ambiente ao seu redor.

4.2 ONDAS SONORAS

As ondas sonoras são definidas de forma geral como qualquer onda longitudinal, elas estão estreitamente ligadas às experiências humanas por meio dos sons que percebemos ao nosso redor, como os sons da natureza, sons urbanos, sons de objetos domésticos, aparelhos eletrônicos e todos os outros sons que nos cercam. A acústica, como um ramo da física, se dedica ao estudo científico do som.

A acústica nos permite explorar e compreender as propriedades, características e comportamentos do som. Ela investiga como as ondas sonoras são geradas, propagadas e percebidas, além de analisar os efeitos do ambiente e dos objetos na propagação do som. Através dela, podemos investigar a produção, transmissão, reflexão, absorção e difração do som, bem como o impacto do som na audição humana e em outros organismos.

Segundo Nussenzveig (2002), o som é uma forma de energia que se propaga através de um meio material elástico, como líquido, sólidos ou gases, e é capaz de ser detectado pela nossa audição. É um tipo de onda mecânica, o que significa que suas vibrações ocorrem na mesma direção da propagação da onda. Quando uma fonte sonora emite som, ela cria uma série de compressões e rarefações no meio em que se propaga. Essas compressões são regiões em que as partículas do meio estão mais próximas umas das outras, enquanto as rarefações são regiões em que as partículas estão mais espaçadas. Essas variações de pressão no meio causam um efeito em cadeia, transmitindo a energia sonora de uma região para outra. À medida que as ondas sonoras se deslocam, as partículas do meio vibram para frente e para trás ao longo da direção da propagação, transmitindo essas vibrações ao longo da onda. É essa sequência de compressões e rarefações que permite que o som se propague e seja percebido pelos nossos ouvidos como uma sensação sonora.

No que se refere às propriedades da onda sonora, a velocidade de propagação da onda sonora varia de acordo com o meio em que se propaga. Nos sólidos, onde as partículas estão mais próximas umas das outras, a onda se desloca a uma

velocidade mais alta em comparação aos líquidos, nos quais as partículas estão menos densamente arranjadas. Da mesma forma, a velocidade de propagação nos líquidos é maior em relação aos gases, devido à maior proximidade das partículas no estado líquido em comparação ao estado gasoso. No entanto, é importante ressaltar que as ondas sonoras não se propagam no vácuo, como foi observado por Robert Boyle em 1660, quando realizou um experimento em que o som de uma campainha deixava de ser ouvido dentro de um recipiente no qual o vácuo foi criado.

Dessa forma a velocidade do som no fluido, é dada pela equação abaixo:

$$V = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)_0} \quad (3)$$

Sendo P e ρ os valores da pressão e da densidade respectivamente na presença da onda. E o número 0 na equação IV indica que a derivada está sendo calculada em relação aos valores de equilíbrio. De acordo com Nussenzveig (2002, p.124), em uma onda, as variações de pressão (P) e densidade (ρ) são muito pequenas em relação aos valores de equilíbrio dessas grandezas, isso significa que a onda é considerada uma pequena perturbação no sistema. Essa abordagem é válida devido à natureza das ondas, que consistem em oscilações que se propagam através de um meio. As variações de pressão e densidade que ocorrem durante a propagação da onda são muito menores em relação aos valores médios ou de equilíbrio dessas grandezas.

No ano de 1816, Laplace apresentou uma explicação precisa sobre a velocidade do som em um gás. De acordo com ele, as compressões e expansões que ocorrem em uma onda sonora são tão rápidas que não há tempo suficiente para que a temperatura se uniformize. Isso significa que não ocorrem trocas de calor significativas durante o processo, tornando-o adiabático. Laplace argumentou que as variações rápidas na pressão e densidade em uma onda sonora não permitem que as partículas de gás tenham tempo para trocar calor umas com as outras. Como resultado, o processo de propagação do som é adiabático, o que implica que não há transferência significativa de energia térmica. (Nussenzveig, 2002, p.128).

A expressão do processo adiabático é dada por:

$$V_g = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial \rho}\right)_{s,0}} = \sqrt{\gamma \frac{P_0}{\rho_0}} \quad (4)$$

Considerando os valores não perturbados (de equilíbrio) da pressão e da densidade como P_0 e ρ_0 , respectivamente, e a razão do calor específico do gás a pressão constante ao seu calor específico a volume constante como γ , podemos indicar que o processo é adiabático e reversível usando o símbolo S. Essa representação indica que, no contexto do estudo das ondas sonoras, estamos considerando um processo adiabático e reversível, no qual não ocorrem trocas significativas de calor com o ambiente. A razão γ entre o calor específico a pressão constante e o calor específico a volume constante é um parâmetro importante nesse contexto, que influencia nas propriedades da onda sonora.

Ao considerarmos a lei dos gases perfeitos, embora estejamos cientes de que é uma simplificação e não uma descrição precisa da realidade, podemos utilizar essa abordagem para estudar o comportamento das ondas sonoras.

$$PV = nRT \quad (5)$$

Considerando o número de moles (n) e a constante universal dos gases (R), podemos relacioná-los utilizando a expressão $n = M/m$, em que M representa a massa do gás e m é a massa molar do mesmo. Dessa forma, obtemos a seguinte equação:

$$V = \frac{M}{m} RT \Rightarrow P = \frac{M}{v} \frac{RT}{m} \Rightarrow \frac{P}{\rho} \Rightarrow \frac{RT}{m} \quad (6)$$

Substituindo a equação VI na IV obtém-se a seguinte expressão:

$$V_g = \sqrt{\frac{\gamma RT}{m}} \quad (7)$$

Podemos observar que a velocidade de propagação da onda em gases aumenta proporcionalmente à raiz quadrada da temperatura absoluta (T) e é inversamente proporcional à raiz quadrada da massa molecular do gás (m). Essa relação nos mostra como essas variáveis afetam a velocidade de propagação das ondas.

Além disso, a onda sonora possui uma propriedade significativa conhecida como reflexão, que ocorre quando a onda encontra um obstáculo e volta ao meio em que se originou. Essa reflexão pode dar origem a dois fenômenos fascinantes, chamados de eco e reverberação. O primeiro fenômeno, conhecido como eco, consiste na percepção de uma repetição do som pelos nossos ouvidos. Para ilustrar, podemos imaginar um observador próximo a uma fonte sonora que emite um som. Se esse som encontrar um obstáculo e refletir a uma distância aproximada de 12 metros

ou mais, esse valor foi obtido por Costa (2003), levando em consideração que o som permanece em nossos ouvidos por cerca de $1/15$ de segundo, iremos ouvir uma repetição do mesmo som. Essa repetição ocorre devido ao intervalo de tempo entre o som original e a sua reflexão ser suficientemente longo para ser percebido como uma nova emissão sonora. De acordo com Costa (2003, p.43), o fenômeno do eco ocorre devido à capacidade integradora do órgão auditivo humano. Isso significa que nosso ouvido é capaz de combinar e integrar os sons que são recebidos durante um intervalo de tempo de aproximadamente $1/15$ de segundo, resultando em uma sensação auditiva definida. É essa integração que nos permite perceber a repetição do som quando ocorre a reflexão da onda sonora em um obstáculo. Em relação ao segundo fenômeno, ele se manifesta quando o intervalo de tempo entre o som direto e o som refletido é inferior a $1/15$ segundos, resultando em um prolongamento da duração do som percebido. É importante destacar que a velocidade de propagação do som no ar, a uma temperatura de 20 graus Celsius, é de aproximadamente 340 metros por segundo.

Outras características importantes da onda sonora é o fenômeno de refração, que ocorre quando o som atravessa diferentes meios de propagação ou quando há variações de temperatura dentro do mesmo meio, resultando em mudanças na velocidade e direção da onda. Além disso, temos a difração, que ocorre quando a onda sonora contorna obstáculos ou passa por aberturas estreitas, possibilitando alcançar regiões que não estariam acessíveis se a propagação fosse restrita a trajetórias retas. É importante notar que a polarização não é uma característica das ondas sonoras, pois elas são ondas longitudinais, ao contrário das ondas transversais, que podem ser polarizadas.

No que se refere às características fisiológicas da onda sonora, a altura está associada à sua frequência, permitindo distinguir entre sons agudos e graves. Sons agudos possuem uma frequência mais elevada, enquanto sons graves possuem uma frequência mais baixa. Essa diferença na frequência nos permite perceber a diferença de altura entre os sons, ou seja, identificar se um som é mais agudo ou mais grave. No ano de 1681, o cientista Hooke realizou um experimento no qual pressionou um cartão contra os dentes de uma roda dentada em movimento. Através desse experimento, ele observou que quanto mais rápida era a rotação da roda, maior era a frequência do som produzido. Essa descoberta experimental comprovou a relação entre a velocidade de rotação e a altura percebida do som, estabelecendo uma

conexão direta entre a frequência da onda sonora e a percepção da sua tonalidade, sendo sons mais agudos associados a frequências mais altas e sons mais graves associados a frequências mais baixas.

Além disso, no contexto da altura ou frequência, temos as notas musicais, que representam sons com frequências específicas e constantes. Conforme mencionado por Nussenzveig (2002, p.132), "As notas musicais correspondem a sons com frequências bem definidas, seguindo convenções estabelecidas ao longo da história." Essas convenções estabelecidas ao longo do tempo definem as frequências específicas associadas a cada nota musical, permitindo uma padronização na produção e reprodução dos sons musicais. Por outro lado, o ruído se caracteriza por ser um conjunto de sons com frequências variáveis, formando um padrão irregular de ondas sonoras. Em contraste, a melodia é definida pela execução de alturas distintas ao longo do tempo, proporcionando um percurso sonoro semelhante a um balanço, onde a altura varia de forma expressiva. A melodia desempenha um papel fundamental na música, permitindo a criação de sequências de sons que transmitem diferentes emoções, estilos e intenções artísticas. É por meio da organização e variação das alturas das notas musicais que a melodia ganha vida, tornando-se um elemento essencial na composição musical.

É observado que os seres humanos possuem uma capacidade auditiva limitada a uma faixa específica do espectro sonoro, a qual pode variar de pessoa para pessoa e ao longo do tempo devido ao envelhecimento. Essa faixa específica, conhecida como sons audíveis, abrange uma faixa de frequência que vai aproximadamente de 20 Hz (sons muito graves) a 2×10^4 Hz (sons muito agudos). Frequências abaixo de 20 Hz são denominadas infrassons, enquanto frequências acima de 2×10^4 Hz são chamadas de ultrassons. Essa faixa audível desempenha um papel crucial na nossa percepção e compreensão dos sons ao nosso redor, permitindo-nos desfrutar de uma ampla variedade de experiências sonoras.

Outro fator importante para a qualidade fisiológica é a intensidade da mesma. A intensidade (I) de uma onda sonora está relacionada à sua amplitude (A) e desempenha um papel crucial na percepção do volume do som. A amplitude determina a altura das cristas da onda, o que afeta diretamente a intensidade do som percebido. De acordo com a equação VIII, a intensidade (I) é proporcional ao quadrado da amplitude (A), bem como ao quadrado da frequência (ω) e à velocidade (V). Assim,

a intensidade do som é influenciada por esses fatores, destacando a importância da amplitude na determinação do volume sonoro.

$$I = \frac{1}{2} \mu V \omega^2 A^2 \quad (8)$$

A intensidade (I) de uma onda sonora é uma medida da energia que atravessa uma área específica por unidade de tempo. É determinada não apenas pela amplitude da onda, que representa a variação máxima da pressão sonora, mas também pela frequência da onda, que indica a quantidade de oscilações por segundo. A intensidade do som é diretamente proporcional ao quadrado da amplitude e da frequência da onda, o que significa que aumentos na amplitude e na frequência resultarão em maior intensidade sonora.

No uso cotidiano, é mais comum utilizarmos o nível sonoro (β) em vez da intensidade (I) para descrever a força ou o volume do som. O nível sonoro é medido em decibéis (dB) em homenagem a Alexander Graham Bell e é determinado usando a equação IX. Essa equação relaciona o nível sonoro com a intensidade do som, sendo uma forma de expressar a intensidade em uma escala logarítmica. O uso do nível sonoro em decibéis nos permite comparar e quantificar a diferença de intensidade entre diferentes sons de maneira mais prática e compreensível.

$$\beta = (10dB) \log \frac{I}{I_0} \quad (9)$$

Considerando I_0 como uma intensidade de referência igual a 10^{-12} W/m^2 , podemos utilizar essa referência como um ponto de comparação para medir a intensidade sonora. A escolha de uma intensidade de referência padrão facilita a comparação e a quantificação dos níveis sonoros em relação a um valor conhecido.

É importante ressaltar que o nível sonoro não apenas se relaciona com a amplitude das ondas sonoras, mas também com a percepção auditiva e os efeitos fisiológicos que o som pode causar no ser humano. A tabela a seguir apresenta exemplos de níveis sonoros medidos em decibéis (dB) em diversas situações do cotidiano.

Tabela 1 - Níveis sonoros em decibéis que estão presentes no cotidiano

Alguns Níveis Sonoros (dB)	
Limiar de audição	0
Farfalar de folhas	10
Conversa	60
Show de rock	110
Limiar da dor	120
Turbina a jato	130

Fonte: HALLIDAY, 2012, p. 160.

Por fim, existe uma fascinante característica das ondas sonoras que nos permite distinguir dois sons de mesma intensidade e altura, mesmo quando são emitidos por fontes diferentes. Essa característica é conhecida como timbre, que se refere à qualidade única de uma onda sonora. O timbre nos permite reconhecer e diferenciar os sons produzidos por diferentes instrumentos musicais, mesmo sem vermos a fonte sonora. Por exemplo, podemos distinguir o som de uma clarineta do som de um oboé apenas pela sua qualidade sonora característica. O timbre é determinado pela combinação e intensidade relativa das frequências harmônicas presentes em uma onda sonora, conferindo-lhe sua identidade sonora única.

4.3 AUDIÇÃO

À medida que as ondas sonoras adentram o ouvido, elas atravessam o canal auditivo e chegam à região interna, onde se deparam com o tímpano que age como uma membrana vibratória, funcionando como uma barreira entre o ouvido externo e o ouvido médio. Ao ser atingido pelas ondas sonoras, o tímpano responde vibrando de maneira semelhante a uma membrana de um alto-falante. O sistema de alavancas do ouvido médio, composto pelos ossículos martelo, bigorna e estribo, desempenha um papel crucial na transmissão das vibrações sonoras. O tímpano, localizado no início desse sistema, é conectado ao martelo, que, por sua vez, está conectado à bigorna. A bigorna, por sua vez, se conecta ao estribo, que é responsável por transmitir as vibrações para a próxima estrutura, chamada de janela oval. Essas conexões

articuladas formam uma cadeia de transmissão das vibrações sonoras do tímpano até a janela oval. É relevante ressaltar que essas conexões não são rígidas, permitindo a propagação das vibrações do tímpano de maneira mecânica até a janela oval.

A audição desempenha um papel crucial no estudo das ondas, proporcionando uma experiência sensorial única que nos permite explorar as propriedades sonoras. Através da percepção dos sons, podemos analisar e compreender conceitos fundamentais, como frequência, amplitude e timbre. Ao ouvirmos diferentes sons e instrumentos musicais, somos capazes de identificar variações na altura, intensidade e qualidade do som, o que nos permite estudar e entender as características das ondas sonoras. Ao ouvirem diferentes sons e analisarem suas características, como frequência, amplitude e timbre, os alunos podem conectar diretamente esses elementos com os princípios físicos subjacentes. Isso permite que eles percebam a relação entre a teoria e a prática, ampliando sua compreensão sobre como as ondas sonoras se propagam, refletem, refratam e difratam em diferentes meios e superfícies.

Além disso, ao utilizar a audição como uma ferramenta de ensino, os educadores podem despertar o interesse dos alunos e tornar a aprendizagem mais envolvente. Através de atividades práticas, como experimentos com instrumentos musicais, medição de frequência e análise espectral de sons, os alunos podem explorar conceitos físicos complexos de forma lúdica e interativa.

4.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

No dia a dia, é comum vermos o termo "aprendizagem significativa" sendo utilizado sem mencionar ou refletir sobre a teoria originalmente proposta por David Ausubel em 1963. Essa teoria, que recebeu contribuições importantes de estudiosos como Novak, Gowin e Moreira (1980), merece uma análise mais aprofundada e uma maior consideração em nossas discussões sobre educação. Partindo do pressuposto de que a teoria da aprendizagem significativa tem suas bases no contexto cognitivista, isso se deve ao fato de que essa teoria não apenas explora o processo de aprendizagem em si, mas também reconhece a importância fundamental da atribuição de significado, compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação no âmbito da cognição, conforme salientado por (Moreira, 2011, p.15).

Ao adentrarmos no cerne da teoria da aprendizagem significativa, conforme delineado por Ausubel *et al.* (1980), deparamo-nos com a premissa fundamental de

que a aprendizagem se torna significativa quando o aprendiz é capaz de estabelecer relações não arbitrárias e substanciais entre o novo conhecimento e as estruturas cognitivas já existentes. Em outras palavras, o aprendizado adquire relevância quando há uma interação ativa e coerente entre o conhecimento prévio do aluno e as novas informações que estão sendo assimiladas. Essa conexão significativa entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento não apenas facilita o processo de compreensão, mas também potencializa a retenção e a aplicação do aprendizado de maneira efetiva.

A relação estabelecida entre o novo conhecimento e as estruturas cognitivas existentes assume uma importância significativa, pois, de acordo com Moreira (2011), a estrutura cognitiva é concebida como um conjunto de subsunçores inter-relacionados, organizados de forma hierárquica e caracterizados por sua natureza dinâmica. Essa perspectiva ressalta a complexidade e a fluidez da estrutura cognitiva, destacando sua capacidade de incorporar e assimilar novas informações de maneira contextualizada e enriquecedora. A interação entre o novo conhecimento e a estrutura cognitiva preexistente possibilita a construção de significados mais profundos e a consolidação de conexões sinérgicas, potencializando assim a aprendizagem significativa.

Na teoria cognitivista de David Ausubel, os subsunçores ocupam um lugar central e são considerados por ele como o elemento mais crucial para a aprendizagem. Portanto, se fosse necessário resumir toda a psicologia educacional em um único princípio, seria dito que o fator mais importante que influencia a aprendizagem é o conhecimento prévio do aprendiz (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 137). Assim, a aprendizagem significativa requer a presença de subsunçores na estrutura cognitiva do aluno. No entanto, quando esses subsunçores não estão presentes, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios. Os organizadores prévios têm a função de preencher a lacuna entre o conhecimento prévio do aluno e o novo conteúdo a ser aprendido. Segundo Moreira (1999), eles fornecem uma estrutura e um contexto inicial que ajudam os alunos a estabelecer conexões relevantes entre o que já sabem e o que precisam aprender. Dessa forma, os organizadores prévios facilitam a assimilação e a compreensão do novo conhecimento, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Diferentemente da aprendizagem significativa, temos a aprendizagem mecânica que envolve uma relação com elementos da estrutura cognitiva do aprendiz de forma arbitrária e literal,

que não significa que esse conhecimento seja armazenado em um vácuo cognitivo, mas sim que ele não interage significativamente com a estrutura cognitiva preexistente, não adquire significados. Durante um certo período de tempo, a pessoa é inclusive capaz de reproduzir o que foi aprendido mecanicamente, mas não significa nada para ela (MOREIRA, 1998, p. 7).

Na aprendizagem mecânica, o foco principal está na repetição e na memorização de informações, sem uma compreensão aprofundada de seu significado e conexões. O aprendiz armazena o conhecimento de forma isolada, sem estabelecer relações significativas com seus conhecimentos prévios. Dessa forma, a diferença entre essas duas aprendizagens reside na interação e não na importância social do conhecimento. Portanto, é possível ter uma aprendizagem significativa de um conceito cientificamente não relevante, assim como uma aprendizagem mecânica de um conhecimento de grande importância e relevância científica.

Tanto o aprendiz quanto o professor desempenham papéis essenciais na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), para uma aprendizagem verdadeiramente significativa, é necessário que o professor desenvolva materiais de ensino com potencial significativo, ao passo que o aprendiz precisa ter a disposição de estabelecer conexões não arbitrárias e substanciais entre os novos conceitos e seu conhecimento prévio na estrutura cognitiva. Assim, tanto o professor quanto o aprendiz são fatores indispensáveis na teoria de Ausubel.

4.5 RELAÇÃO DA MÚSICA E FÍSICA

A interação entre a Física e a Música proporciona uma fascinante exploração dos conceitos fundamentais da física por meio da sua aplicação no campo musical. Essa relação oferece inúmeras possibilidades de compreender e apreciar a música de forma mais abrangente. Entre os conceitos-chave, destacam-se a frequência, a amplitude e o timbre. A frequência está diretamente relacionada às diferentes alturas das notas musicais, permitindo compreender como os sons são organizados em

termos de suas vibrações. Através da análise das frequências, é possível entender a formação das escalas musicais e as relações harmônicas entre as notas. A amplitude, por sua vez, desempenha um papel crucial na percepção da intensidade do som. Ela está associada ao volume e à energia transportada pela onda sonora. Compreender a amplitude nos ajuda a entender o contraste entre sons suaves e intensos, assim como a relação entre a força do som produzido e a distância em que ele pode ser ouvido.

Outro aspecto relevante é o timbre, que está relacionado às diferentes formas de onda produzidas pelos instrumentos musicais. Cada instrumento possui uma assinatura sonora única, que nos permite distinguir um do outro, mesmo quando tocam a mesma nota. Essa diversidade de timbres é resultado das diferentes harmonias de frequências presentes na composição sonora.

A integração da Física com a Música proporciona uma compreensão mais profunda e enriquecedora dos fenômenos sonoros. Ao explorar essas relações científicas, podemos apreciar a música não apenas como uma expressão artística, mas também como uma manifestação dos princípios físicos subjacentes. Essa sinergia entre a ciência e a arte nos convida a mergulhar em uma jornada interdisciplinar que amplia nossa percepção e conhecimento tanto da música quanto da física.

A interação entre a Física e a Música oferece uma oportunidade única de promover uma aprendizagem significativa, conectando conteúdos comuns ou complementares de ambas as disciplinas. Essa abordagem interdisciplinar proporciona uma visão mais abrangente e integrada do conhecimento, permitindo aos alunos explorar conexões e aplicações práticas entre os dois campos. A interdisciplinaridade, “[...] não se limita a uma “mistura” de áreas ou ao “uso” de outra área, mas se define por um real estabelecimento de relações mais ou menos profundas entre aspectos e procedimentos de diferentes áreas, que superem a fragmentação do conhecimento” (Salles, 2012, p. 196).

A interdisciplinaridade na Física e na Música proporciona uma perspectiva enriquecedora, em que os alunos podem explorar temas como acústica, vibrações, ressonância, propriedades dos materiais, entre outros, por meio da análise e experimentação musical. Essa abordagem prática e integrativa permite que os alunos apliquem os conceitos físicos na prática musical, tornando o processo de aprendizagem mais envolvente e significativo. Além disso, essa interação entre Física

e Música estimula a criatividade, incentivando os alunos a explorar novas possibilidades sonoras e experimentar a criação de instrumentos musicais baseados em princípios físicos. Essa combinação de teoria e prática, de conhecimento científico e expressão artística, enriquece a experiência educacional dos alunos, ampliando suas perspectivas e promovendo um aprendizado mais holístico.

4.5 GRUPO FOCAL

Os grupos focais são uma abordagem de pesquisa qualitativa, desenvolvida a partir das entrevistas em grupo, como apontado por Morgan (1997). Essa técnica visa coletar informações por meio da interação entre os participantes, em vez de conduzir entrevistas individuais. Dessa forma, busca-se explorar as dinâmicas e interações presentes no grupo para obter uma compreensão mais aprofundada e contextualizada do fenômeno em estudo.

Kitzinger (2000) também destaca o grupo focal como uma técnica de pesquisa que envolve a realização de entrevistas em grupo, enfatizando a importância da comunicação e interação entre os participantes. O objetivo principal é coletar informações detalhadas sobre um tema específico, escolhido pelo pesquisador, coordenador ou moderador do grupo. Ao explorar as percepções, crenças e atitudes dos participantes em relação a um determinado assunto, produto ou serviço, busca-se obter insights e compreender as diferentes perspectivas e experiências compartilhadas dentro do grupo. Essa abordagem do grupo focal permite uma visão mais abrangente e enriquecedora do tema em questão, ao promover o diálogo e a troca de ideias entre os participantes. Ao reunir indivíduos selecionados, a técnica oferece uma oportunidade única de explorar as nuances e complexidades do fenômeno em análise, enriquecendo a compreensão e proporcionando insights valiosos para a pesquisa.

O sucesso na condução de um grupo focal começa desde o momento em que os participantes entram na sala de discussão. É essencial que o moderador receba cada um deles de maneira acolhedora, criando um ambiente agradável de espera. É importante evitar que o tema do grupo focal seja abordado prematuramente em conversas informais, pois isso pode dissipar a energia da discussão durante a coleta formal de dados. Uma prática comum é a distribuição de uma folha de autopreenchimento, na qual os participantes fornecem informações básicas sobre si

mesmos, como idade, sexo e profissão. Esses dados são posteriormente utilizados para o controle da equipe de pesquisa (Morgan, 1988).

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 MODALIDADE DE PESQUISA

Este trabalho inicia-se como uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de buscar e listar métodos pedagógicos que empregam a música no ensino da física, mais especificamente no conteúdo relacionado a ondas. De acordo com Severino (2007), essa abordagem de pesquisa é caracterizada pela análise de registros disponíveis provenientes de pesquisas prévias, presentes em livros, artigos, teses e documentos impressos. Assim, os textos servem como fontes dos temas a serem investigados e desenvolvidos. Martins e Lintz (2000) afirmam que esse tipo de pesquisa busca conhecer e analisar contribuições científicas sobre um tema específico.

A pergunta que direcionou a busca por artigos nesta revisão foi: Como experimentos que utilizam recursos artísticos, especialmente a música, podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos de onda no ensino médio, no âmbito da disciplina de Física?

Para localizar trabalhos como fontes de pesquisa, foram empregados os descritores: ensino, física, metodologias, ondas sonoras e música, nas plataformas do Google Acadêmico, Repositório Institucional da Universidade Federal do Ceará e no Simpósio Nacional de Ensino de Física, durante o período de março a abril de 2023.

Nessas fontes, encontraram-se diversos artigos em português, inglês e outros idiomas. A partir desses, foram pré-selecionados 20 artigos com textos completos em português e propostas similares à ideia deste trabalho.

Após a leitura e análise cuidadosa das propostas de cada trabalho, foram escolhidos 10 artigos que destacam a utilização da música no ensino de ondas para consulta. A análise das informações foi conduzida por meio de uma leitura exploratória do material encontrado, seguindo uma abordagem qualitativa.

Com base no estudo das metodologias dos artigos selecionados, foram listados métodos pedagógicos que empregam a música no ensino de ondas na disciplina de física. Essa compilação serviu como base para a criação de material didático

destinado a uma formação com professores de física. A formação incluiu uma oficina, que envolveu um grupo focal explorando a interseção entre música e física, demonstrando como essa abordagem pode se tornar uma ferramenta pedagógica eficaz no estudo de ondas.

Segundo Morgan (1997), a utilização de grupos focais é uma metodologia de pesquisa que se destaca pela coleta de dados por meio da interação entre os participantes, permitindo uma compreensão mais profunda das percepções e experiências compartilhadas. Nessa oficina de grupo focal, foram abordados alguns conceitos iniciais sobre o que é música e como ela se relaciona com o ensino de física, visando despertar a interdisciplinaridade entre essas duas áreas. Portanto, a proposta metodológica foi fundamentada na construção de ideias a partir das metodologias selecionadas durante a revisão bibliográfica. Os participantes do grupo focal, juntamente com o moderador, analisaram de forma colaborativa as possibilidades metodológicas para aplicação em sala de aula.

5.2 LOCAL DE ESTUDO E PARTICIPANTES DA PESQUISA

O estudo de investigação foi conduzido na cidade de Oeiras, no estado do Piauí, onde uma variedade de instituições educacionais está presente, incluindo escolas municipais, estaduais, particulares e federais. Diante desse cenário escolar, optou-se pelo sistema estadual, concentrando a pesquisa em quatro escolas estaduais específicas: Centro Estadual de Tempo Integral Rocha Neto, Centro Estadual de Tempo Integral Farmacêutico João Carvalho, Caic Professor Balduino Barbosa de Deus e a Unidade Escolar Orlando Carvalho.

Outro aspecto relevante é a diversidade de estudantes presentes nas escolas de ensino médio selecionadas. Essas instituições atraem alunos de distintas origens socioeconômicas, culturais e acadêmicas, criando um ambiente enriquecedor em perspectivas e experiências. Essa diversidade proporciona uma abordagem mais ampla aos projetos desenvolvidos, permitindo que beneficiem um número significativo de estudantes com perfis diversos.

Os participantes deste estudo consistem em quatro professores que atuam como docentes na disciplina de física no ensino médio, desempenhando suas funções no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e no Programa de Residência Pedagógica (PRP) em escolas públicas de ensino médio em

Oeiras, Piauí. Além disso, os critérios de participação no estudo incluíram serem professores efetivos por meio de concurso público ou professores com contratos temporários de no mínimo um ano.

Os professores envolvidos na pesquisa têm sua formação acadêmica inicial em Licenciatura em Física, sendo que três possuem especialização e apenas um possui exclusivamente a graduação. A distribuição de gênero entre os participantes é composta por um professor do sexo masculino e três professoras do sexo feminino.

5.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados por meio do grupo focal apresenta uma valiosa vantagem ao se basear na tendência natural das pessoas de desenvolver opiniões e atitudes por meio da interação com os outros. Isso contrasta com a abordagem de questionários fechados ou entrevistas individuais, em que os indivíduos são solicitados a expressar suas opiniões sobre assuntos que podem não ter sido considerados anteriormente.

Em geral, as pessoas tendem a ouvir as perspectivas dos outros antes de formarem suas próprias opiniões e frequentemente revisam suas posições iniciais (ou as fundamentam de maneira mais sólida) quando expostas a discussões em grupo. O objetivo do grupo focal é justamente capturar esse processo dinâmico. Por conseguinte, a coleta de dados por meio do grupo focal permite explorar mais profundamente as percepções, as experiências compartilhadas e as interações sociais, enriquecendo a compreensão do fenômeno em estudo (Krueger, 1988).

De início, obteve-se o aceite da 8ª Gerência Regional de Educação, para anuência e coparticipação no estudo, através da assinatura do Termo de Autorização Institucional (ANEXO A) em duas vias, uma de posse da instituição de ensino e outra de posse do pesquisador, uma forma de documentar e arquivar a autorização da participação da instituição de ensino na pesquisa realizada com professores de Física.

Para realização da pesquisa foi elaborada uma oficina com o tema Notas Física: Explorando Ondas Sonoras através da Música, na intenção dos professores participantes avaliarem, utilizando questionários com perguntas abertas e fechadas.

A coleta de dados foi efetuada mediante 2 (dois) instrumentos contendo questões abertas e fechadas, e afirmações para o grau de concordância e satisfação, direcionados aos professores participantes, observados em Apêndices (B e C) e analisados no capítulo seis.

Antes da aplicação dos questionários junto aos professores participantes, conduziu-se um pré-teste com os alunos de Física do 8º período. Essa etapa teve como propósito realizar uma avaliação preliminar, enfocando a análise das perguntas, sugestões e eventuais aprimoramentos necessários nos instrumentos de coleta de dados da pesquisa. Este procedimento visa garantir a qualidade e eficácia dos instrumentos, permitindo ajustes conforme as percepções e entendimento dos alunos, contribuindo assim para uma coleta de dados mais precisa e relevante.

Sendo necessário garantir a privacidade e a confidencialidade dos participantes, assegurando que suas informações pessoais e as discussões durante os grupos focais sejam tratadas com sigilo. Os dados coletados foram armazenados de forma segura, garantindo que não sejam divulgados ou identificáveis sem o consentimento expresso dos participantes.

5.4 OFICINA COM O GRUPO FOCAL

A oficina consistia em abordar a relação da música e física, demonstrando como isso pode se tornar uma ferramenta pedagógica no estudo de Ondas Sonoras. Nessa oficina de grupo focal foi trabalhado também, foi trabalhado conceitos iniciais da música, conexão da música com a Física, metodologias para o ensino de Física e uma proposta de material didático para auxiliar na mediação do conteúdo de Ondas Sonoras no ensino médio.

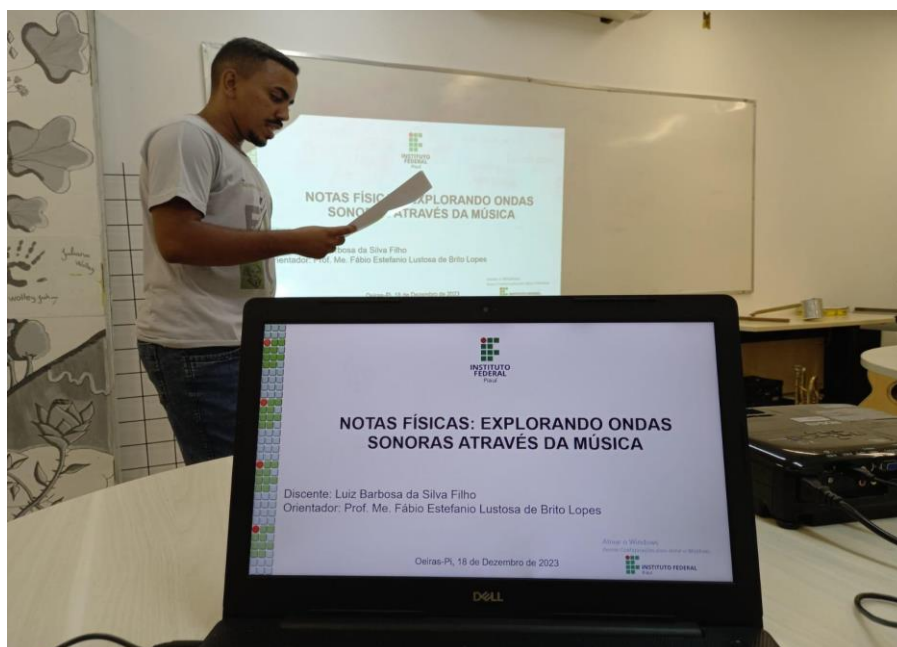
O local de realização da oficina foi no Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Piauí – Campus Oeiras, na sala do LAHIS – Laboratório de História, Imagem e Som. Na qual foi realizada no dia 18 de dezembro, com o tempo de duração média de 2 (duas) horas.

Antes da execução da oficina, foi feito o convite aos professores para obtenção do aceite. Nesse momento foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE A), bem como os objetivos e como ocorreria a participação dos professores. De posse do aceite e do TCLE assinado, realizou-se a coleta por meio da aplicação de instrumentos (APÊNDICE B e C), para a participação e avaliação da oficina.

Na oficina de grupo focal, os participantes foram imersos em uma abordagem abrangente que não apenas explorou a interseção entre música e Física, mas também abordou conceitos iniciais de música. Foram destacadas as conexões intrínsecas

entre música e Física, proporcionando uma compreensão mais profunda dos fenômenos sonoros. Além disso, foram discutidas metodologias específicas para o ensino de Física, com ênfase na aplicação prática desses conceitos em sala de aula. Na figura 2 a seguir, podemos observar um momento da oficina que foi ministrada.

Figura 2 - Mediação da Oficina



Fonte: Os autores.

Uma parte crucial da oficina foi dedicada à elaboração de propostas de materiais didáticos. Os participantes foram incentivados a criar recursos educacionais inovadores, com foco na construção de um violão de lata. Essa abordagem prática não apenas visava enriquecer o entendimento dos professores sobre ondas sonoras, mas também fornecer uma ferramenta tangível e acessível para ser utilizada na mediação do conteúdo de Ondas Sonoras no ensino médio.

Além disso, a ênfase na inovação e na criação de recursos próprios destaca a importância de abordagens personalizadas e contextualizadas no ensino de Física. Essa etapa não apenas capacitou os professores a desenvolverem habilidades práticas, mas também promoveu a reflexão sobre a adaptação de estratégias pedagógicas para atender às necessidades específicas de suas turmas e ao contexto escolar. Essa abordagem prática e participativa contribuiu para tornar a oficina não apenas informativa, mas também inspiradora e aplicável ao ambiente real da sala de aula. Nas figuras 3 e 4 a seguir, é possível visualizar o momento da construção do material didático.

Figura 3 - Construção do material didático (Violão de lata)



Fonte: Os autores.

Figura 4 - Afinando o violão de lata



Fonte: Os autores.

Como podemos ver, a oficina não se limitou à discussão teórica, mas buscou proporcionar aos participantes uma experiência prática e a oportunidade de desenvolver materiais didáticos que poderiam ser integrados de maneira eficaz em suas práticas pedagógicas. Essa abordagem integrada buscou fortalecer a ligação

entre teoria e prática, capacitando os professores a tornarem suas aulas mais dinâmicas, envolventes e alinhadas com os desafios do ensino de Física no ensino médio.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa foi elaborada utilizando dois instrumentos (APÊNDICES B e C), com o objetivo de responder à questão problema. O primeiro instrumento aplicado foi um questionário semiestruturado (APÊNDICE B) junto aos professores participantes da pesquisa.

O primeiro instrumento (APÊNDICE B) foi organizado em três seções e aplicado antes da oficina. Na primeira seção buscou-se coletar a identificação do professor, a segunda conhecer a sua formação profissional e a terceira foi sobre a prática educativa em sala de aula.

A Seção 1, formada pela identificação, contém 3 (três) itens, sendo 3 (três) perguntas fechadas. A Seção 2 – Formação Profissional, é formada de 4 (quatro) perguntas, 1 (uma) de caráter fechado e 3 (três) de caráter aberto. Já a Seção 3 – Prática Docente, é formada de 6 perguntas, sendo 6 (seis) perguntas abertas.

Os itens propostos possibilitaram conhecer as estratégias didáticas e pedagógicas utilizadas pelos docentes para a verificação de competências no ensino de Ondas, parte da Ondulatória, conforme os objetivos específicos dessa pesquisa.

Para preservação do sigilo da identidade, os nomes dos professores participantes foram substituídos por um código “P” (que significa professor) e um numeral, de 1 (um) a 4 (quatro). Como são um total de quatro, os códigos versam de P1 a P4, conforme a ordem de coleta dos dados.

Analisando os dados coletados sobre a identificação, os resultados sobre o gênero, identificam que 3 (três) são femininos e 1 (um) masculino e todos trabalham em escolas estaduais do município de Oeiras. Toda a amostra é composta por professores graduados em Licenciatura em Física, o que demonstra uma amostra com experiências de vida diversa e com conhecimentos específicos sobre a temática abordada, Ondas.

Para obter informações acerca da formação profissional realizada em sala de aula pelos professores, 4 (quatro) perguntas foram realizadas. Quando perguntados

sobre a área de atuação e o tempo que ministra aulas de física, foram obtidas as seguintes respostas:

Física – 13 anos. (P1)
Licenciatura em Física, 2 anos. (P2)
Licenciatura em Física, 10 anos. (P3)
Licenciatura em Física – 3 anos. (P4)

Os dados coletados demonstraram que os professores de física que participaram da pesquisa, identificados como P1, P2, P3 e P4, apresentam diferentes trajetórias educacionais e experiências profissionais. O professor P1 acumula 13 anos de experiência, indicando maturidade e compreensão consolidada da disciplina. Já o professor P2 possui uma Licenciatura em Física, com 2 anos de prática, sugerindo uma abordagem equilibrada entre teoria e prática. O professor P3, também com Licenciatura em Física, destaca-se pelo extenso período de 10 anos de experiência, indicando uma compreensão aprofundada do ensino de física. Por fim, o professor P4, com Licenciatura em Física e 3 anos de prática, parece estar no início da carreira, mas a formação específica oferece uma base sólida.

Quando questionados sobre os cursos realizados, obteve-se que 3 (três) têm Especialização, e somente 1 (um) a graduação. Em seguida foi feita uma pergunta acerca das principais certificações ou cursos de aperfeiçoamento que os professores já realizaram para melhorar suas habilidades profissionais, foram obtidas as seguintes respostas:

Especialização em Ensino de Física e Ciências da Natureza e suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho. (P1)
Até o momento apenas a graduação e alguns cursos de extensão. (P2)
Especialização em Ensino de Física e curso de extensão em Mecânica e Magnetismo. (P3)
Ensino de Mecânica, Educação Inclusiva, Libras e Ensino de Ciências. (P4)

Diante das respostas, é possível perceber que essa diversidade de formações reflete o comprometimento dos professores com a constante atualização e a adaptação às demandas contemporâneas, enriquecendo suas práticas pedagógicas de maneiras distintas. Assim, a formação acadêmica dos educadores desempenha um papel crucial na apresentação de informações pertinentes à pesquisa, na avaliação coerente da sequência didática e na identificação de possíveis aprimoramentos e contribuições. Isso não apenas confere confiabilidade aos dados,

mas também assegura uma análise consistente e a indicação de melhorias substanciais para o aprimoramento da abordagem didática.

Em relação ainda sobre a prática profissional, foi perguntado sobre os maiores desafios que enfrentaram durante o processo de formação profissional, obtendo-se as seguintes respostas:

Aliar a teoria à prática. (P1)
A maior dificuldade é o tempo de participar de outras modalidades de formação continuada de forma presencial. (P2)
Tempo e poucas aulas para a grade curricular, as dúvidas eram muitas. (P3)
Conciliar o tempo para profissional e acadêmica. (P4)

Os professores P1, P2, P3 e P4 enfrentam desafios distintos durante suas formações profissionais. P1 destaca a importância de aliar teoria à prática. O P2 enfrenta dificuldades devido à restrição de tempo para participar de formação presencial. P3 menciona a escassez de tempo e dúvidas na grade curricular como obstáculos. P4 ressalta a complexidade de conciliar tempo profissional e acadêmico. Estes desafios indicam a necessidade de estratégias flexíveis e apoio para otimizar o aprendizado e aprimoramento profissional dos educadores.

Para obter-se informações acerca da prática docente realizada pelo os professores, 6 (seis) questões abertas foram realizadas. Quando perguntados sobre a utilização de recursos artísticos, como a música, em suas aulas de Física, obteve-se as seguintes respostas:

Não. (P1)
Sim, para recepcionar os alunos e também no ensino de ondas. (P2)
Não, apenas menciono exemplos e os instrumentos. (P3)
Sim, em atividades coletivas e interdisciplinares, produção de apresentações e etc. (P4)

As abordagens dos professores P1, P2, P3 e P4 em relação à utilização de recursos artísticos, como a música, nas aulas de Física, variam significativamente. Enquanto P1 não faz uso desses recursos, P2 integra a música tanto para recepcionar os alunos quanto para ensinar sobre ondas. P3 menciona exemplos e instrumentos, mas não incorpora a música diretamente. Por outro lado, P4 utiliza a música de forma mais abrangente, aplicando-a em atividades coletivas, interdisciplinares e na produção de apresentações. Essa diversidade de abordagens destaca a flexibilidade dos professores na busca por estratégias pedagógicas envolventes e inovadoras para o ensino de Física.

A segunda pergunta desta seção foi sobre como a música pode contribuir para a aprendizagem significativa e os benefícios de sua utilização no conteúdo de Ondas, tendo como respostas:

Sim, a música é aplicação prática dos conhecimentos de ondas. (P1)

A música é algo familiar para todos, é algo que todos conhecem em diferentes ritmos, sendo assim, mostrar a física como algo conhecido se tornar mais simples. (P2)

De maneira que o aluno veja na prática ou entenda a física daquele instrumento, e isso certamente trará muitos benefícios. (P3)

Pode contribuir tornando o ambiente de aprendizagem mais agradável, atrativo e estimulante para os estudantes. (P4)

Os professores P1, P2, P3 e P4 reconhecem a música como uma ferramenta valiosa no ensino de ondas. P1 destaca a música como aplicação prática dos conhecimentos de ondas, enquanto P2 enfatiza sua familiaridade como facilitadora na compreensão da Física. P3 ressalta a importância de os alunos visualizarem na prática a física relacionada aos instrumentos musicais. Por fim, P4 destaca as contribuições da música para criar um ambiente de aprendizagem mais agradável e estimulante. Em conjunto, essas perspectivas convergem para a ideia de que a música não apenas facilita a compreensão dos conceitos de ondas, mas também torna o processo educativo mais envolvente e emocionalmente estimulante para os alunos.

Quando perguntados sobre a observação ou identificação de algum impacto positivo na compreensão dos alunos ao utilizar a música como facilitador no ensino de ondas, obtive as seguintes respostas:

Sim, sempre que se utiliza de música é notória uma maior fixação do conteúdo. (P1)

Sim, quando eles podem escolher algo que eles gostam e envolver isso com a educação se torna prazeroso, se tratando de ondas que é algo que eles não podem ver é melhor ainda. (P2)

Na realidade não cheguei a levar instrumento para a sala, mas sempre pergunto aos alunos quem toca algum instrumento e como temos muitos alunos que tocam eu aproveito pra explicar a física toda presente naquele instrumento musical e sempre digo que da próxima vez que ele for tocar tentar observar a física ali presente. (P3)

Sim. (P4)

Os professores P1, P2, P3 e P4 observaram impactos positivos na compreensão dos alunos ao utilizar a música como facilitador no ensino de ondas. P1 destaca uma maior fixação do conteúdo, enquanto P2 ressalta o prazer na aprendizagem ao permitir que os alunos escolham músicas familiares. P3, embora não tenha levado instrumentos para a sala, observa uma exploração da física nos instrumentos musicais através dos alunos que tocam. A resposta concisa de P4 confirma positivamente o impacto, reforçando a eficácia da música como uma ferramenta valiosa para tornar o ensino de conceitos físicos mais envolvente e compreensível.

A quarta pergunta foi relacionada se os professores acreditam que a música pode despertar um engajamento dos alunos por temáticas relacionadas ao estudo de ondas, obtendo as seguintes respostas:

Sim, é um modo divertido de aprender. (P1)

Sim, por se tratar de algo do cotidiano dos alunos. (P2)

Sim, pois ele verá na prática aquela teoria, como ondas estacionária, frequência das notas musicais. (P3)

Sim, pois tornaria o conteúdo menos abstrato. (P4)

As respostas dos professores P1, P2, P3 e P4 revelam uma visão unânime sobre o potencial da música em despertar o engajamento dos alunos nas temáticas relacionadas ao estudo de ondas. Cada professor destaca aspectos específicos que enfatizam a eficácia da música como uma ferramenta motivadora no processo de aprendizagem.

As análises das respostas destacam que os professores reconhecem na música um poderoso estímulo ao engajamento dos alunos no estudo de ondas. A visão compartilhada sugere que a música não apenas facilita a compreensão teórica, mas também cria uma atmosfera estimulante que promove uma conexão direta entre o conteúdo acadêmico e a experiência cotidiana dos estudantes, consolidando-a como uma ferramenta valiosa no processo educacional.

A quinta pergunta foi sobre qual seria a sua avaliação sobre o possível envolvimento dos alunos ao incorporar a música no contexto do ensino de Ondas, tendo as seguintes respostas:

Como seria algo novo, acredito que conseguiria uma excelente participação dos alunos. (P1)

Uma avaliação positiva, pois teríamos a participação dos alunos nas aulas. (P2)

Seria algo positivo, agregaria mais conhecimento, pois a curiosidade faz parte do ensino aprendizagem. (P3)
Bom. (P4)

Os professores P1, P2, P3 e P4 expressam perspectivas otimistas em relação ao envolvimento dos alunos ao incorporar a música no ensino de ondas. P1 antecipa uma excelente participação, considerando a novidade da abordagem. P2 associa a introdução da música a uma avaliação positiva, esperando uma participação ativa dos estudantes. P3 destaca o impacto positivo na curiosidade e no conhecimento, enquanto P4 resume a expectativa com a palavra "Bom". Essas respostas coletivas sugerem uma crença compartilhada de que a música pode ser uma ferramenta eficaz para engajar os alunos, tornando o aprendizado de ondas mais dinâmico, interativo e estimulante.

E a última pergunta da seção 3 (três) que se tratava da prática docente, foi relacionada a estratégias para integrar a música ao ensino de ondas quais ideias utilizaria, obtendo as seguintes respostas:

Ensinar a utilizar alguns instrumentos, faria paródias com os principais conceitos de ondas. (P1)
Escolher estilos diferentes de músicas e trabalhar os conceitos físicos de acordo com os ritmos, e trazer experimentos materiais e virtuais para que pudessemos trabalhar os conceitos. (P2)
Pediria aos alunos que tocam para levarem seus instrumentos e iríamos estudar a física presente. (P3)
Demonstrando as características das ondas produzidas por cada som. (P4)

As respostas dos professores P1, P2, P3 e P4 indicam estratégias criativas e envolventes para integrar a música ao ensino de ondas, destacando abordagens práticas e interativas. As estratégias propostas pelos professores refletem uma abordagem dinâmica e inovadora para a integração da música ao ensino de ondas. Envolvendo os alunos na criação musical, associando conceitos físicos a estilos variados, explorando a física presente nos instrumentos e demonstrando características específicas das ondas, essas ideias buscam tornar-se o aprendizado mais prático, contextualizado e estimulante.

Em sequência, procedeu-se à análise dos resultados provenientes do segundo instrumento de coleta de dados (APÊNDICE C), o qual foi aplicado com professores após a realização da oficina. Este instrumento foi composto por 7 (sete) questões abertas e 1 (uma) de caráter fechado. As questões propostas buscaram verificar a

avaliação da oficina e identificar as metodologias que instigaram mais atenção, bem como perceber a importância da utilização da música para o ensino de ondas.

A primeira pergunta foi relacionada a percepção acerca da oficina "Notas Físicas: Explorando Ondas Sonoras através da Música", na qual foram levantados pontos importantes, onde podemos visualizar nas seguintes falas:

Uma temática bem relevante, pois apresentou conceitos e estratégias de como trabalharmos os conceitos físicos da música. (P1)

Muito boa, a prática sempre enriquece a aula. (P2)

Uma ótima oficina, bem clara em seu objetivo e a construção do material muito significativa. (P3)

Oficina extremamente satisfatória e produtiva, abriu nossa visão didática para explorar o conteúdo em sala de aula de forma atrativa e divertida, afim de alcançar uma aprendizagem significativa. (P4)

Os professores (P1, P2, P3, P4) expressaram de maneira unânime uma percepção positiva da oficina "Notas Físicas: Explorando Ondas Sonoras através da Música". Destacaram a relevância da temática, enfatizando a apresentação de conceitos e estratégias para trabalhar os aspectos físicos da música. A prática foi reconhecida como enriquecedora nas aulas, e a oficina foi avaliada como ótima, clara em seus objetivos, com uma construção de material significativa. A resposta mais abrangente destacou a extrema satisfação e produtividade da oficina, ressaltando a ampliação da visão didática e a ênfase em tornar o conteúdo atrativo e divertido para alcançar uma aprendizagem significativa. O feedback geral sugere que a oficina foi bem-sucedida em atingir seus objetivos, inspirando uma abordagem mais dinâmica no ensino dos conceitos de ondas sonoras em sala de aula.

A segunda pergunta do instrumento refere-se ao material didático (violão de lata) produzido durante a oficina. Onde foi feita a indagação se este material foi eficaz para ensinar conceitos sobre ondas sonoras por meio da música, onde obtivemos as seguintes respostas:

Sim, pois ao apresentar uma proposta teórica e prática o ensino se torna eficiente. (P1)

Sim, pois além de produzir sons, dá para conceituar muitas partes da física, como acústica. (P2)

Sim, por se tratar de instrumentos musicais conhecidos e poder construir o seu próprio, conhecendo conceitos é fantástico. (P3)

Sim, pois são materiais comuns do nosso dia a dia, de baixo custo e de acordo com a realidade de nossas escolas. (P4)

As análises das respostas dos professores (P1, P2, P3, P4) indicam uma avaliação positiva quanto à eficácia do material utilizado para ensinar conceitos sobre ondas sonoras por meio da música. O reconhecimento da combinação entre teoria e prática como um método eficiente (P1), a apreciação da capacidade do material em produzir sons e conceituar aspectos da física, como a acústica (P2), a valorização da utilização de instrumentos musicais conhecidos e da oportunidade de construção de instrumentos próprios (P3), e a ênfase na acessibilidade e baixo custo dos materiais, alinhados à realidade das escolas (P4), destacam a relevância da abordagem prática, da familiaridade com os instrumentos e da contextualização para promover uma aprendizagem efetiva dos conceitos relacionados às ondas sonoras. Essa convergência de percepções reforça a importância de estratégias pedagógicas que integram teoria e prática, tornando o ensino mais envolvente e significativo para os alunos.

A terceira pergunta é sobre as etapas/metodologias que instigou(atram) atenção durante a oficina, onde os professores puderam relatar as suas opiniões a partir da observação e participação. Obtendo-se as seguintes falas:

Visitas a concertos e entrevistas com músicos. (P1)

A construção de algo como violão/violino com materiais de baixo custo. (P2)

A construção do material e a indagação sobre o que é música. (P3)

A parte que trouxe as possíveis formas de trabalhar o conteúdo em sala, onde renovamos nossas ideias e a demonstração prática da oficina. (P4)

As análises das respostas dos professores (P1, P2, P3, P4) revelam a diversidade de elementos da oficina que cativaram a atenção e o interesse dos participantes. P1 destaca a importância da interação prática através de visitas a concertos e entrevistas com músicos, sugerindo um apreço pela aplicação concreta dos conceitos aprendidos. A resposta de P2 sublinha a ênfase na construção prática de instrumentos musicais com materiais acessíveis, indicando um envolvimento positivo com a abordagem prática da oficina. P3 valoriza tanto a construção material quanto a reflexão sobre o significado da música, enfatizando a amplitude do aprendizado proporcionado. Já P4 expressa apreciação pelas possíveis estratégias de ensino apresentadas e pela demonstração prática da oficina, evidenciando a relevância das abordagens pedagógicas inovadoras. Em conjunto, essas percepções

destacam a eficácia da oficina em cativar os participantes por meio de experiências práticas, reflexões profundas e estratégias inovadoras para a sala de aula.

A quarta pergunta foi estabelecida da seguinte forma: “Houve alguma dificuldade em compreender as etapas de elaboração do violão de lata e sua aplicação ao ensino dos conceitos de Ondas Sonoras?”. Nessa questão foi visto que os professores não tiveram dificuldade na construção do material didático e conseguiram realizar a proposta, onde podemos perceber nas seguintes falas:

Não. (P1)

Não, foi tranquilo. (P2)

Não. (P3)

Não, todas as etapas foram de fácil compreensão. (P4)

É possível perceber que, os professores (P1, P2, P3, P4) afirmaram unanimemente que não enfrentaram dificuldades em compreender as etapas de elaboração do violão de lata e sua aplicação ao ensino dos conceitos de Ondas Sonoras. As respostas indicam uma experiência tranquila e uma compreensão acessível das atividades propostas durante a oficina. Esse consenso sugere que a abordagem utilizada na apresentação das etapas foi eficaz, proporcionando uma compreensão clara e sem entraves por parte dos participantes.

Na quinta pergunta verificou-se se o material didático produzido poderia promover uma aprendizagem significativa, onde por meio das respostas podemos visualizar a percepção dos professores:

Sim, pois ao produzirmos um instrumento manualmente ou revisarmos/aprendemos conceitos novos, nos ajuda a assimilarmos os conteúdos de forma mais ativa e consciente. (P1)

Sim, acústica, efeito fisiológico do som, tipos de ondas e mostrar para os alunos na prática o que foi estudado na teoria. (P2)

Sim, por se tratar do cotidiano do aluno e é algo que chama atenção. (P3)

Sim, pois atrai a atenção e curiosidade pela prática. (P4)

As respostas dos professores (P1, P2, P3, P4) convergem para uma visão unânime quanto ao potencial do material didático produzido durante a oficina em promover uma aprendizagem significativa. A ênfase na abordagem prática, evidenciada pela produção manual do instrumento, é percebida como fundamental para assimilação ativa e consciente dos conceitos. A identificação específica de tópicos como acústica e tipos de ondas ressalta a aplicação direta do material no reforço de conhecimentos teóricos.

Além disso, a conexão com o cotidiano dos alunos é considerada um fator relevante, indicando a compreensão de que essa contextualização torna o material mais atrativo e pertinente. A atração de atenção e curiosidade pela prática é consistentemente reconhecida como um elemento que contribui para o engajamento dos estudantes.

Na sexta pergunta, os professores foram questionados sobre se a abordagem utilizada poderia ser aplicada em outras áreas de ensino de física, visto que a música pode trazer uma interdisciplinaridade para outros conteúdos de física e também para outras áreas do conhecimento. É o que podemos perceber nas respostas a seguir:

Sim, a música é algo que agrada a maioria das pessoas. O uso de paródias, o reconhecimento dos conceitos físicos em uma determinada música, são algumas das estratégias. (P1)

Sim, Força, tensão e dinâmica. (P2)

Sim, é um método criativo e dinâmico que podemos abordar em outras áreas. (P3)

Sim. (P4)

As respostas dos professores (P1, P2, P3, P4) revelam uma visão positiva e unânime quanto à aplicabilidade da abordagem utilizada na oficina em outras áreas do ensino de física. P1 destaca a atratividade universal da música como um fator que pode transcender o contexto específico, como também a utilização de paródias que demonstrem algum conceito físico. P2 especifica a aplicação para conceitos como força, tensão e dinâmica, indicando uma visão mais ampla sobre a utilidade da abordagem. P3 enfatiza a natureza criativa e dinâmica do método, sugerindo que sua aplicação pode ser estendida a diversas áreas de ensino. P4, embora conciso, expressa positividade geral sobre a possibilidade de aplicação em outras áreas.

Essas respostas coletivas apontam para a versatilidade da metodologia da oficina, indicando que a abordagem centrada na música pode ser adaptada e enriquecer o ensino em diversas vertentes da física. A receptividade geral dos professores à aplicação ampliada sugere que a abordagem não apenas é eficaz em um contexto específico, mas também possui potencial para ser uma ferramenta valiosa em diferentes áreas do ensino de física.

Com objetivo de avaliar a oficina Notas Físicas: Explorando as Ondas Sonoras através da Música em termos de satisfação e aprendizado, foi realizado uma pergunta fechada com os seguintes resultados:

Tabela 2 – Avaliação da oficina	
Grau de satisfação	Professores participantes
1- Insatisfeito	-
2- Pouco Satisfeito	-
3- Satisfeito	-
4- Muito satisfeito	-
5- Extremamente Satisfeito	(P1, P2, P3, P4)

Fonte: Os autores.

O resultado extremamente satisfatório da avaliação da oficina "Notas Físicas: Explorando as Ondas Sonoras através da Música" por parte dos participantes (P1, P2, P3 e P4) indica uma experiência altamente positiva tanto em termos de satisfação quanto de aprendizado. A satisfação geral sugere que a metodologia envolvente, com foco na música, foi eficaz e atraente, proporcionando não apenas uma compreensão aprofundada sobre ondas sonoras, mas também uma experiência de aprendizado gratificante.

Para finalizar as perguntas do segundo instrumento de coleta de dados foi oferecido um espaço para os professores colocarem suas sugestões para as futuras oficinas e o que poderia ter sido melhor durante a execução da oficina atual. Onde podemos visualizar nas seguintes respostas:

Como melhor pode ser utilizado o instrumento confeccionado, uma vez que sei tocar violão. (P1)

Oficinas como essa é de grande aprendizado, pois tem muitas áreas da Física que pode ser utilizado como a dinâmica, eletrostática e etc. (P2)

Ao se tratar da parte teórica acredito que poderia ser de uma forma mais dinâmica. (P3)

Não respondeu. (P4)

Os professores (P1, P2, P3, P4) ofereceram sugestões e observações valiosas para futuras oficinas e melhorias na execução da oficina atual. P1 propôs explorar a aplicação prática do instrumento, considerando sua habilidade em tocar violão. P2 ressaltou a riqueza de aprendizado potencial em diversas áreas da Física e sugeriu

abordagens interdisciplinares. P3 expressou o desejo de tornar a parte teórica mais dinâmica, indicando um interesse em métodos de apresentação envolventes. P4 não forneceu uma resposta específica. Essas sugestões apontam para a importância de considerar habilidades individuais, explorar diversas áreas da Física e aprimorar a dinâmica da apresentação teórica em futuras oficinas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a condução deste trabalho, observou-se que a abordagem da relação entre Física e Música, realizada na oficina, proporcionou uma aprendizagem mais aprofundada sobre ondas sonoras por parte dos professores participantes. Essa abordagem permitiu uma melhor assimilação dos conteúdos, pois ofereceu a oportunidade de compreender e visualizar de maneira mais eficaz os fenômenos físicos relacionados ao conteúdo de ondas sonoras.

As análises realizadas neste estudo indicam que a interligação entre Física e Música proporciona uma compreensão mais profunda e integrada ao mundo ao nosso redor. Dessa forma, promovendo um conhecimento mais contextualizado e abrindo caminho para que o ensino de Física evolua em sintonia com as atuais perspectivas científicas.

As respostas obtidas, demonstraram que a música pode enriquecer o processo de ensino-aprendizagem de Física, no que se refere ao estudo de Ondas Sonoras, tendo em vista os resultados que evidenciaram que o uso de metodologias utilizando a música podem melhorar a compreensão do conteúdo ministrado em sala de aula. Tornando as aulas de Física mais dinâmica e atrativa na visão dos alunos, assim, promovendo uma aprendizagem significativa.

Ademais, os resultados da pesquisa conseguiram responder aos objetivos e hipótese levantadas. E ainda obteve-se como contribuição para a educação local, que foi o material didático desenvolvido, o violão de lata, voltado para o ensino de conteúdos de Ondas Sonoras no Ensino Médio, com intuito dos professores utilizarem em sala de aula, como forma de agregar na mediação dos conteúdos teóricos e possibilitando a comprovação dos conceitos estudados através de um momento prático.

Concluimos, assim, que a incorporação adequada da música pode oferecer aos nossos alunos uma aprendizagem valiosa sobre ondas sonoras. Conforme sugere

Gardner (1994), as inteligências não operam de forma isolada, mas colaboram em conjunto na execução de qualquer atividade. Dessa forma, proporcionamos aos alunos a oportunidade de assimilar os conceitos de ondas sonoras de maneira mais significativa, prazerosa e agradável.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER, D. **Alfabetização científica-tecnológica: um novo “paradigma”?** Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências, Minas Gerais, v.5, n.1, p.1-16, 2003. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129518255007.pdf> . Acesso em: 14 de jun. 2023.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 23 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>. Acesso em: 22 de mai. 2023.

CAMPOS, D. A. **Revisão de literatura sobre Física do som para o ensino médio nos periódicos nacionais de 2001-2010**. Dissertação de mestrado (qual o curso). Universidade Estadual do Ceará, CE, 2011.

CONCEIÇÃO, M. O.T. et al. **Uma proposta de utilização da acústica musical no Ensino de Física**. Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Vitória, ES, 2009.

COSTA, E. C. **Acústica Técnica**. São Paulo: Blücher, 2003.

DONOSO, J. P et al. **A física do violino**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 2, p. 2305-1-2305-21, 2008. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbepf/pdf/302305.pdf>. Acesso em 24 mar. 2023.

GARDNER, H. **Estruturas da mente: a Teoria das Múltiplas Inteligências**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. Publicado originalmente em inglês com o título: The frams of the mind: the Theory of Multiple Intelligences, 1983.

GRANJA, C. E. S. C. **Musicalizando a escola: música, conhecimento e educação**. São Paulo: Escrituras, 2006.

GOTO, M. **Física e Música em consonância**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.31, n.2, p.2307-8, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepf/a/s9TwczdtxDR8QPJCndqJDmb/?format=pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Gravitação, ondas e termodinâmica**. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, v.2, 2012.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

- KITZINGER, J. **Focus groups with users and providers of health care**. In: POPE, C.; MAYS, N. (Org.). **Qualitative research in health care**. 2. ed. London: BMJ Books, 2000.
- KRUGER, R. A. **Focus Group: A Practical Guide to Applied Research**, Newbury Park: Sage Publications, 1988.
- NUSSENZVEIG, H. Moysés. **Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor**. 4.ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.
- MARTINS, G. de A.; LINTS, A. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso**. São Paulo: Atlas, 2000.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: A teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS, 1998.15p (adaptado e atualizado, em 1997, de MOREIRA, M.A. Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. O Ensino, Pontevadra/Espanha e Braga/Portugal, n. 23 a 28, 1988, p. 87-95).
- MOREIRA, M. A. **The relevance of physics knowledge for citizenship and the incoherence of physics teaching**. In: LEITE, L.; DOURADO, L.; AFONSO, A. S.; MORGADO, S. **Contextualizing teaching to improve learning**. New York: Nova Science Publishers, 2017.
- MORGAN, D. L. **Grupo focal como pesquisa qualitativa**. Sage série de artigos universitários em: Métodos de pesquisa qualitativa. Newbur Park: Sage publications, 1988.
- MORGAN, D. L. **Focus group as qualitative research**. London: Sage, 1997.
- PEREIRA, R. M. **Abordagem Ativa da Acústica no Ensino Médio com a Confecção de Artefatos Musicais pelos Alunos**. 2013. 82f. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Exatas. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. Disponível em: http://www.bdt.d.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=6572. Acesso em: 12 abr. 2023.
- ROCHA, J. F., (org.). **Origens e evolução das ideias da física**. Salvador: EDUFBA, p. 21-36. 2002.
- SALLES, Pedro Paulo. **A Música como instrumento pedagógico: interdisciplinaridade e transversalidade**. In: JORDÃO, Gisele et al (Coor). **A Música na Escola**. São Paulo: Allucci e Associados Comunicações. 2012.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

ANEXO A: AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

GOVERNO DO PIAUÍ
Secretaria de Educação – SEDUC
8ª GRE/Gerência Regional de Educação
Oeiras – PI

Oeiras – PI, ____/____/____.

Autorização para realização de pesquisa

Eu, Tatiane Barbosa de Carvalho, Secretário(a) de Educação da 8ª GRE/Gerência Regional de Educação do Piauí, venho por meio desta informar a V.Sa. que autorizo a realização da pesquisa intitulada ARTE E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM FÍSICA: A MÚSICA COMO FACILITADOR NO ENSINO DE ONDAS sob orientação do professor Me. Fábio Estefanio Lustosa de Brito Lopes.

Declaro conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 196/96. Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

APÊNDICE A: TCLE

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS OEIRAS**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

O(A) Sr(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) do projeto de pesquisa ARTE E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM FÍSICA: A MÚSICA COMO FACILITADOR NO ENSINO DE ONDAS, sob a responsabilidade do(a) pesquisador(a) FÁBIO ESTEFANIO LUSTOSA DE BRITO LOPES. O projeto tem como objetivo compreender a música como facilitadora no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de ondas sonoras abordado na disciplina de Física do ensino médio.

Para a realização dessa pesquisa, solicitamos sua colaboração mediante a assinatura deste documento que visa assegurar seus direitos como participante. Sua participação é voluntária, sem custos ao senhor(a), e se dará por meio de respostas dadas através de um questionário prévio e em seguida a realização de uma oficina (grupo focal) envolvendo a música e física, demonstrando como isso pode se tornar uma ferramenta pedagógica no estudo de ondas. Nessas oficinas de grupo focal será trabalhado também, alguns conceitos iniciais sobre o que é a música e como ela está relacionada com o ensino de física, de modo a despertar a interdisciplinaridade entre essas duas áreas. O local para a realização dessa oficina será no Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Piauí - Campus Oeiras e ocorrerá em 1(um) encontro de duração média de duas horas.

Considerando que toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes, esclarecemos que os riscos dessa pesquisa são constrangimento na abordagem e insegurança quanto ao sigilo das informações coletadas. Para minimizar estes riscos, será realizada uma correta e apropriada abordagem, priorizando seu bemestar e zelando pelo sigilo das informações. O(A) senhor(a) será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar e sempre que solicitar. Será respeitada sua disponibilidade de tempo e que o(a) mesmo(a) ficará à vontade para responder ou não os questionamentos e participar do estudo. Além disso, sua identificação não será revelada. As informações coletadas

somente serão utilizadas uma única vez e exclusivamente com finalidade científica.

Se o(a) senhor(a) aceitar participar, contribuirá para aquisição de benefícios diretos e indiretos. Diretamente, pois permitirá ao senhor(a) um momento de reflexão quanto à relação da música e física, no processo de ensino de física, com foco no tema das ondas. Também poderá refletir sobre a inclusão da música como recurso pedagógico para ampliar as estratégias de ensino disponíveis para os professores e a promoção de uma educação mais abrangente, que valorize a arte e sua relação com a ciência, enriquecendo assim a experiência educacional dos estudantes. Além disso, os benefícios indiretos, mesmo que não imediatos, poderão surgir por meio da divulgação científica dos resultados desse estudo. E ainda, possibilitará a criação de materiais didáticos para conteúdos de Física utilizando metodologias ativas, ao instigar sua relevância a partir do instrumento de coleta a ser utilizado nesta pesquisa e na realização da oficina de grupo focal. Contudo, pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento), podendo desistir de participar em qualquer momento, sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). O(A) senhor(a) tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como desistir ou retirar sua participação a qualquer momento, independente de justificativa. O(A) senhor(a) não será penalizado(a) caso decida não participar da pesquisa ou, tendo aceitado, e desistir dela.

Todos os resultados dessa pesquisa serão utilizados apenas para a sua execução, cuja finalidade é acadêmico-científica (divulgação em revistas e eventos científicos), e seus dados ficarão sob sigilo e guarda do pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, conforme Resolução CNS nº 466/2012. A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados gerados permanecerão confidenciais. O(A) senhor(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Também lhe será assegurado(a) o direito de assistência integral gratuita contra quaisquer danos diretos/indiretos e imediatos/tardios decorrentes da pesquisa, pelo tempo que for necessário. Caso haja algum dano direto/indireto decorrente de sua participação, não sanado pelo responsável, o(a) senhor(a) poderá buscar indenização por meio das vias legais vigentes no Brasil. O pesquisador irá ressarcir quaisquer prejuízos e eventuais danos, decorrentes da participação na pesquisa, em acordo com a Resolução CNS nº 466/2012. Também lhe será assegurado(a)

o direito de assistência integral gratuita contra quaisquer danos diretos/indiretos e imediatos/tardios decorrentes da pesquisa, pelo tempo que for necessário . Caso haja algum dano direto/indireto decorrente de sua participação, não sanado pelo responsável, o senhor(a) poderá buscar indenização por meio das vias legais vigentes no Brasil

Se o(a) senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, antes ou mesmo depois de indicar sua concordância, o senhor(a) pode esclarecê-las com o pesquisador responsável pelo telefone/celular (86) 9.99115059 (disponível também para ligação a cobrar). Se preferir, pode levar esse Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se mesmo assim as dúvidas persistirem, o senhor(a) pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do IFPI (CEP/IFPI), que é um colegiado interdisciplinar, independente, que acompanha, analisa e julga se as pesquisas científicas que envolvem seres humanos, preservam a integridade e dignidade do participante da pesquisa, no seguinte endereço: Avenida Presidente Jânio Quadros, nº 330, Santa Isabel, sala 3, CEP: 64053-390, Teresina-PI; com atendimento ao público de segunda à sexta-feira das 8h às 12h, pelo e-mail: cep@ifpi.edu.br ou telefone do CEP: (86) 3131-1441.

Esse documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, rubricado em todas as suas páginas (exceto a com as assinaturas) e assinado ao seu término pelo(a) senhor(a), ou por seu representante legal, e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu,

, estou de acordo em participar desta pesquisa, assinando este consentimento
em duas vias, e ficando com a posse de uma delas.

Oeiras-PI, ____/____/____

(Assinatura do Participante da pesquisa)

(Assinatura do Pesquisador Responsável)

APÊNDICE B: INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS
INSTRUMENTO I - QUESTIONARIO INICIAL

Prezado(a) professor(a), estamos realizando a pesquisa que tem como título “ARTE E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM FÍSICA: A MÚSICA COMO FACILITADOR NO ENSINO DE ONDAS”, desenvolvida pelo acadêmico Luiz Barbosa da Silva Filho sob a orientação do professor Mestre Fábio Estefanio Lustosa de Brito Lopes, com objetivo geral: “Compreender a música como facilitadora no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de ondas sonoras abordado na disciplina de Física no ensino médio.”

Nesse sentido, sua colaboração, respondendo a este questionário, é importante para o êxito deste trabalho. Diante disso, garantimos que a sua identificação será mantida em sigilo. Desde já agradecemos a sua colaboração.

Muito obrigado!

SEÇÃO 1 - IDENTIFICAÇÃO

- 1) Nome: _____
- 2) Gênero: () Feminino () Masculino
- 3) Instituição escolar em que o(a) senhor(a) trabalha:

SEÇÃO 2 - FORMAÇÃO PROFISSIONAL

- 1) Qual é a sua área de formação acadêmica e há quanto tempo o(a)senhor(a) leciona o ensino Física?

- 2) Além da graduação, o(a)senhor(a) possui outra formação?
 - () Especialização
 - () Mestrado
 - () Doutorado
 - () Outro (s) _____

- 3) Quais são as principais certificações ou cursos de aperfeiçoamento que o(a)senhor(a) completou para melhorar suas habilidades profissionais?

- 4) Quais foram os maiores desafios que o(a)senhor(a) enfrentou no seu processo de formação profissional?

SEÇÃO 3 - PRÁTICA DOCENTE

- 1) O(A) senhor(a) já utilizou recursos artísticos, como música, em suas aulas de Física? Se sim, em quais contextos?

- 2) Na sua opinião, como a música pode contribuir para a aprendizagem significativa e quais os possíveis benefícios de sua utilização no conteúdo de ondas?

- 3) O(a) senhor(a) já observou e/ou identificou algum impacto positivo na compreensão dos alunos ao utilizar música como facilitador no ensino de ondas? Se sim, poderia compartilhar um exemplo?

- 4) O(a) senhor(a) acredita que a música pode despertar o interesse e engajamento dos alunos por temáticas relacionadas ao estudo de ondas? Porquê?

- 5) Hipoteticamente, qual seria a sua avaliação sobre o possível envolvimento dos alunos ao incorporar a música no contexto do ensino de ondas?

- 6) Caso o(a) senhor(a) planejasse estratégias para integrar a música ao ensino de ondas que ideias utilizaria?

APÊNDICE C: INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS
INTRUMENTO II – QUESTIONÁRIO FINAL

- 1) Comente sua percepção sobre a oficina “Notas Físicas: Explorando Ondas Sonoras através da Música”.

- 2) O(A) senhor(a) considera que o material didático utilizado foi eficaz para ensinar conceitos sobre Ondas Sonoras/mecânicas por meio de música? Por quê?

- 3) Durante a oficina Notas Físicas: Explorando as Ondas Sonoras através da Música qual(is) foi(am) as etapas/metodologias que instigou(aram) a sua atenção?

- 4) Houve alguma dificuldade em compreender as etapas de elaboração do violão de lata e sua aplicação ao ensino dos conceitos de Ondas Sonoras? Se sim, qual(is) foi/foram?

- 5) Em sua avaliação o material didático produzido pode promover uma aprendizagem significativa? Comente.

- 6) O(A) senhor(a) acredita que essa abordagem pode ser aplicada em outras áreas de ensino de Física? Se sim, justifique.

- 7) Avalie a oficina Notas Físicas: Explorando as Ondas Sonoras através da Música em termos de satisfação e aprendizado.

- 1 - Insatisfeito
2 - Pouco Satisfeito 3 - Satisfeito
4 - Muito Satisfeito
5 - Extremamente Satisfeito

- 8) Deixe sugestões para futuras oficinas.

Agradecemos a participação e contribuições!

