



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE CIÊNCIAS EXATAS  
LICENCIATURA INTEGRADA EM MATEMÁTICA E FÍSICA**

**ABRAÃO DA SILVA REIS**

**FÍSICA E MÚSICA:  
PRODUÇÃO, TRANSMISSÃO, PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO**

**SANTARÉM-PA  
2022**

**ABRAÃO DA SILVA REIS**

**FÍSICA E MÚSICA:  
PRODUÇÃO, TRANSMISSÃO, PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO**

Trabalho de conclusão do curso de Licenciatura Integrada em Matemática e Física apresentado ao Programa de Ciências Exatas da Universidade Federal do Oeste do Pará, como requisito para obtenção de grau de Licenciado em Matemática e Física.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo.

**SANTARÉM-PA  
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

R375f    Reis, Abrãao da Silva  
Física e música: produção, transmissão, percepção e comunicação / Abrãao da Silva Reis. - Belém, 2022.  
56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura integrada em Matemática e Física) -Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA, 2022.  
Orientadora: Prof. Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo.

Física e música. 2. Ensino de física. 3.Acústica 4. Abordagem temática I. Figueiredo, Nilzilene Gomes de, orient. II. Título.

**CDD - 530**

---

Ficha elaborada pela Bibliotecária Nilzete Ferreira Gomes (CRB-2 1431)

**ABRAÃO DA SILVA REIS**

**FÍSICA E MÚSICA:**

**PRODUÇÃO, TRANSMISSÃO, PERCEPÇÃO E COMUNICAÇÃO**

Trabalho de conclusão do curso de Licenciatura Integrada em Matemática e Física apresentado ao Programa de Ciências Exatas da Universidade Federal do Oeste do Pará, como requisito para obtenção de grau de Licenciado em Matemática e Física. Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo.

Conceito: Aprovado

Data de aprovação: 21/02/2022

---

**Prof.<sup>a</sup>. Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo – Orientador(a)**  
Universidade Federal do Oeste do Pará

---

**Prof. Dr. Marcos Gervânio de Azevedo Melo (Titular)**  
Universidade Federal do Oeste do Pará

---

**Prof.<sup>a</sup>. Dra. Lilian Cristiane Almeida dos Santos (Titular)**  
Universidade Federal do Oeste do Pará

---

**Prof. Dr. Raoni Aquino Silva de Santana (Suplente)**  
Universidade Federal do Oeste do Pará

Aos meus pais pelo apoio e incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças, sabedoria para chegar até aqui nesta fase de conclusão do curso.

Agradeço aos meus pais Ana Rosa e Graciano que sempre me incentivaram nos estudos, me dando suporte financeiro, físico e mental.

Quero muito agradecer minha orientadora Professora Nilzilene Gomes, que não desistiu de me orientar apesar dos desafios e obstáculos enfrentados, pela paciência, tempo, dedicação e boa vontade que sempre teve de sua parte.

Agradeço ao coordenador do curso da LIMF Professor Cássio, que nunca mediu esforços para ajudar a mim e aos demais colegas de curso durante o percurso acadêmico.

Ao meu amigo e parceiro de graduação Jarlisson Malheiros, que me ajudou e incentivou em algumas ocasiões que precisei.

.

## RESUMO

Esse trabalho surge no contexto de se repensar o ensino de Física de forma contextualizada e interdisciplinar para a educação básica. Assim, é proposto um material que pode ser usado com fins didáticos para a abordagem do tema “Física e música: produção, transmissão, percepção e comunicação”, pois foi percebido que apesar da música estar muito presente na vida dos estudantes, ainda é pouco explorada no ensino de Ciências da Natureza/Física. O objetivo geral é apresentar o tema Física e Música usando uma abordagem temática, de modo que o texto apresentado possa servir de suporte didático para a discussão na educação básica. Como metodologia foi realizada pesquisa bibliográfica em várias fontes como livros didáticos, artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses que têm relação com o tema. A partir desse levantamento foi elaborado um texto que é apresentado nos resultados, que tem como características fundamentais a contextualização e interdisciplinaridade. O texto foi pensado para estudantes do ensino médio, mas por seu caráter prioritariamente conceitual, poderá também ser utilizado com estudantes do final do ensino fundamental. Neste texto os conteúdos e equações surgem à medida que as situações e questionamentos relacionados ao tema são apresentados e a necessidade de compreendê-los aparece no contexto, já que no Ensino de Física Através de Temas (EFAT), a conceituação científica está subordinada ao tema. Por fim sugerimos uma proposta que o professor possa fazer uso do texto, seguindo as etapas de Apresentação do tema, Aprofundamento e Produção-avaliação do EFAT. Esperamos que o material e a proposta sejam úteis a todos os professores que desejarem começar ou dar continuidade a um processo de mudança na maneira de conceber o ensino de Física, priorizando uma abordagem temática que vai ao encontro das atuais tendências da Educação em Ciências e do ensino de Física.

**Palavras-chave:** Física e música; ensino de física; acústica; abordagem temática.

## ABSTRACT

This work arises in the context of rethinking the teaching of Physics in a contextualized and interdisciplinary way for basic education. Thus, it is proposed a material that can be used for didactic purposes to approach the theme "Physics and music: production, transmission, perception and communication", as it was noticed that although music is very present in the students' lives, it is still little explored in the teaching of Natural Sciences/Physics. The general objective is to present the theme Physics and Music using a thematic approach, so that the presented text can serve as a didactic support for the discussion in basic education. As a methodology, bibliographic research was carried out in various sources such as textbooks, articles, course conclusion works, dissertations and theses that are related to the theme. From this survey, a text was prepared that is presented in the results, which has contextualization and interdisciplinarity as fundamental characteristics. The text was designed for high school students, but due to its primarily conceptual character, it can also be used with students at the end of elementary school. In this text, the contents and equations arise as the situations and questions related to the theme are presented and the need to understand them appears in the context, since in Teaching Physics Through Themes (EFAT), the scientific concept is subordinated to the theme. . Finally, we suggest a proposal that the teacher can make use of the text, following the steps of Presentation of the theme, Deepening and Production-evaluation of EFAT. We hope that the material and the proposal will be useful to all teachers who wish to start or continue a process of change in the way of conceiving Physics teaching, prioritizing a thematic approach that meets the current trends in Science Education and the Physics teaching.

**Keywords:** Physics and music; teaching physics; acoustics; teaching physics through themes.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 -</b>	Sons musicais (a); Ruído (b).....	22
<b>Figura 2 -</b>	Propagação do som.....	24
<b>Figura 3 -</b>	Frequências no espectro sonoro.....	24
<b>Figura 4 -</b>	Pregas vocais.....	25
<b>Figura 5 -</b>	Pregas vocais masculinas e femininas.....	25
<b>Figura 6 -</b>	Trato vocal.....	26
<b>Figura 7 -</b>	Diferença das pregas vocais na respiração e quando é produzido a fonação (fala).....	27
<b>Figura 8 -</b>	Instrumentos de sopro.....	28
<b>Figura 9 -</b>	Alguns instrumentos de cordas.....	29
<b>Figura 10 -</b>	Ondas estacionárias em tubos sonoros.....	31
<b>Figura 11 -</b>	Flauta doce.....	32
<b>Figura 12 -</b>	Representação de uma onda estacionária. N são os nós e $\lambda/2$ é a metade do comprimento de onda.....	33
<b>Figura 13 -</b>	Representação de uma onda estacionária resultante da interferência das ondas que são refletidas nas extremidades da corda.....	34
<b>Figura 14 -</b>	Formas de onda e espectros de frequência da nota Lá produzida por violino, piano e diapasão.....	34
<b>Figura 15 -</b>	Faixas de frequência (em Hz) dos instrumentos de cordas e de sopro.....	35
<b>Figura 16 -</b>	Representação da onda sonora de um diapasão pela vibração do ar.....	36
<b>Figura 17 -</b>	Elementos de uma onda. Observe a amplitude (A).....	37
<b>Figura 18 -</b>	Som se propagando no ar e enquanto à área das frentes de ondas esféricas aumenta, a intensidade diminui.....	37
<b>Figura 19 -</b>	Intensidades e níveis de intensidade de vários sons.....	38
<b>Figura 20 -</b>	Os tipos de Córtex no cérebro humano.....	42
<b>Figura 21 -</b>	Partes do ouvido humano (ouvido externo, médio e interno).....	43
<b>Figura 22 -</b>	Córtex auditivo.....	44

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>FÍSICA E MÚSICA</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE TEMAS</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>21</b>
<b>5.1</b>	<b>Texto Didático “Música: produção, transmissão, percepção e comunicação”</b> .....	<b>21</b>
5.1.1	Produção.....	21
5.1.2	Transmissão.....	35
5.1.3	Percepção.....	41
5.1.4	Comunicação.....	45
<b>5.2</b>	<b>Possibilidade de aplicação do texto pelos professores na perspectiva temática</b> .....	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A contextualização e a interdisciplinaridade no ensino de Física têm sido vistas como necessidades no currículo da educação básica há muito tempo, o que tem se tornado um grande desafio para os professores, pois, formados em uma perspectiva disciplinar e com foco apenas na conceituação científica, têm encontrado dificuldades de desenvolver propostas que atendam essas perspectivas.

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), documento de caráter normativo, veio reforçar a necessidade de se repensar o currículo escolar, desenvolvendo um ensino por meio de construção de competências. Percebe-se neste documento, bem como no Documento Curricular para o Estado do Pará – Etapa Ensino médio<sup>1</sup>, que o trabalho por temas e articulado a uma perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem sido apontado com um meio para se atingir essas competências.

Por outro lado, a música é enfatizada na BNCC como uma linguagem artística que se materializa por meio de sons e deve ser trabalhada com materiais diversos e concretos, com práticas musicais que explorem esses sons (BRASIL, 2017). Apesar deste trecho aparecer associado a uma abordagem de Artes do ensino fundamental, entende-se que a importância desse tema vai muito além desta disciplina e nível de ensino, pois concorda-se com Barros, Zanella e Jorge (2013, p. 84) quando dizem que a “música é uma manifestação artística fortemente relacionada às ciências físicas e à matemática”. Os autores também ressaltam que a música auxilia na popularização da Ciência, pois é um recurso didático-pedagógico em geral bem aceito pelos jovens, que é o público do ensino médio.

No ensino médio o estudo dos fenômenos físicos relacionados às propriedades do som tem sua relevância destacada em um dos seis temas estruturadores das Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, o PCN+ (BRASIL, 2002). No Tema estruturador 4 do PCN+ (Som, imagem e informação) temos a Unidade temática 4.1. Fontes sonoras, que lista quatro competências a serem desenvolvidas pelos estudantes do ensino médio:

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.seduc.pa.gov.br/site/probncc>

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem sons, para reconhecer as características que os diferenciam;
- Associar diferentes características de sons a grandezas físicas (como frequência, intensidade etc.) para explicar, reproduzir, avaliar ou controlar a emissão de sons por instrumentos musicais ou outros sistemas semelhantes;
- Conhecer o funcionamento da audição humana para monitorar limites de conforto, deficiências auditivas ou poluição sonora. (BRASIL, 2002, p. 27).

Considerando essa importância do trabalho com temas e a Música no contexto da educação básica, o objetivo geral deste trabalho é apresentar o tema Física e Música usando uma abordagem temática, de modo que o texto apresentado possa servir de suporte didático para a discussão na educação básica. Os objetivos específicos são: discutir como a Música é produzida em fontes sonoras, tais como por um cantor e por instrumentos musicais de sopro e corda; identificar como a música é transmitida por meio de um meio material; identificar como a música é percebida pelo ouvido humano e decodificada pelo cérebro; discutir qual o papel da música como objeto de informação e comunicação, bem como sugerir uma proposta didática usando o Ensino de Física Através de Temas para os professores da educação básica para trabalharem o tema Física e Música: Produção, Transmissão, Percepção e Comunicação, usando como suporte o texto apresentado neste trabalho.

Essas três etapas (produção, transmissão e percepção) serão analisadas em uma perspectiva interdisciplinar da Física com outras Ciências, à medida da necessidade. Parte-se da ideia de que o texto apresentado nos resultados deste trabalho poderá auxiliar no desenvolvimento do tema “Física e Música” com estudantes do ensino médio na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, da qual a Física faz parte, ou também no 9º ano do ensino Fundamental na disciplina de Ciências, Unidade temática Matéria e energia, quando a BNCC prevê o desenvolvimento da habilidade “(EF09CI05) Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana” (BRASIL, 2017, p. 351).

Como é um material mais conceitual também pode ser utilizado em outras disciplinas quando se julgar necessário. Indica-se em uma das seções dos resultados uma possibilidade de Sequência didática para uso do texto aqui apresentado usando a metodologia Ensino de Física Através de Temas (EFAT) (BRITO, 2004; BRITO; GOMES, 2007; GOMES, 2005).

A opção pelo EFAT deve-se ao fato dele possibilitar um caráter dinâmico e motivador gerados a partir do próprio tema que é o foco do programa, e os conceitos e definições irão surgindo de acordo com as aplicações e necessidades na explanação dos conceitos científicos presentes relacionados à Física e à outras áreas de conhecimento, como a Biologia.

Este trabalho teve inspiração nas experiências do autor como músico há mais de dez anos, como professor de música em alguns projetos e trabalhos particulares, bem como em uma disciplina de Física Básica durante a graduação, quando estava se estudando *Acústica* e houve a oportunidade de apresentação de um trabalho sobre a *Física dos instrumentos musicais*. Outro fator que levou à escolha do tema foi perceber em pesquisas bibliográficas e em observação e conversas com professores de Física da rede pública que o tema é pouco explorado no ensino médio, o que foi também identificado em uma pesquisa realizadas por Barros, Zanella e Jorge (2013).

O diferencial deste trabalho é abordar o tema Física e Música em uma perspectiva interdisciplinar e propor seu uso utilizando o Ensino de Física Através de Temas. Assim, representa uma boa oportunidade de apresentar uma proposta interdisciplinar na área de Ciências da Natureza para os jovens do novo ensino médio.

No capítulo 2 é apresentado um levantamento bibliográfico feito no *Google Acadêmico*<sup>2</sup> sobre o tema Física e Música que teve por objetivo identificar o que tem sido publicado com esse tema no ensino de Física na educação básica desde o lançamento do PCN+ (2002), quando sugerem o trabalho com o tema estruturador Som, imagem e informação para o ensino de Física. No capítulo 3 apresenta-se o Ensino de Física Através de Temas, referencial que orientou a produção do texto didático que aparece no resultado e nas orientações aos professores para possível aplicação. Os aspectos metodológicos da pesquisa são apresentados no capítulo 4, onde descreve-se as etapas da pesquisa e como se deu a elaboração do texto que é apresentado nos resultados. No capítulo 5 apresenta-se os resultados que procuram responder aos objetivos deste trabalho, bem como apresenta-se uma proposta de Sequência didática usando EFAT. No capítulo 6 temos as considerações finais.

---

<sup>2</sup> É uma plataforma de busca do Google de publicações acadêmicas de acesso aberto.

## 2 FÍSICA E MÚSICA

Apresenta-se neste capítulo um levantamento bibliográfico feito no Google acadêmico sobre o tema Física e Música a fim de identificar como esse tema vem sendo trabalhado e que referenciais têm sido utilizados.

Foram encontradas dissertações de mestrado e artigos sobre o tema e grande parte utiliza a interdisciplinaridade entre Física e Música. Vários destes trabalhos utilizam os três momentos pedagógicos (3 MP) propostos por Demétrio Delizoicov, José André Angotti e Marta Maria Pernambuco (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011) como proposta para o desenvolvimento do tema, mas não necessariamente se caracterizam como proposta temática pois alguns deles apresentam um foco no conteúdo a ser trabalhado, caracterizando o que Delizoicov; Angotti e Pernambuco (2011) chamam de abordagem conceitual, em oposição á abordagem temática. Assim, são apresentados nos parágrafos abaixo sínteses de alguns trabalhos importantes encontrados nessa pesquisa bibliográfica que podem ajudar a entender como tem sido trabalhado o tema Física e Música nos últimos anos.

A dissertação de mestrado “Fenômenos Ondulatórios e os instrumentos musicais: ensino por meio dos três momentos pedagógicos” de Oliveira *et al.* (2018), busca avaliar a eficiência de uma sequência didática no ensino da Ondulatória com estudantes do segundo ano do ensino médio utilizando instrumentos musicais para ensinar conceitos básicos. O foco principal foi identificar se a aplicação dessa sequência didática com os alunos estimulava o pensamento crítico, capacidade de abstração e a curiosidade epistemológica. O autor aplicou a proposta em seis aulas com estudantes do segundo ano do ensino médio de uma escola pública da rede estadual de ensino de Goiânia. O autor indica que os objetivos foram alcançados, pois foi capaz de promover uma educação na perspectiva crítica.

Outra dissertação encontrada foi de Soares (2018) intitulada: *O ensino de acústica através do uso de instrumentos musicais: uma proposta de ensino utilizando os 3 momentos pedagógicos*, também segue os mesmos princípios da anterior, utilizando-se de uma sequência didática baseando a dinâmica dos 3 MP. Também ele se utiliza do ensino dialógico de Paulo Freire. Nesta o recurso dos instrumentos musicais para o ensino de acústica teve o papel de revelar mais sobre o cotidiano desses alunos, se esses instrumentos estavam presentes ou não em

suas vidas, e se o uso dos mesmos os motivava de alguma forma no aprendizado da física. A coleta de dados se deu com questionários e nos roteiros das atividades propostas. Dessa forma foi possível ter uma visão mais ampla da aceitação desses recursos juntamente com o nível de aprendizado em relação aos conceitos físicos abordado.

Também foi encontrada uma monografia apresentada na Licenciatura em Física na Universidade Federal Fluminense de Niterói que tem como título: O ensino de física através dos instrumentos musicais, o qual estabelece a integração das disciplinas Física e Música. O trabalho tem o objetivo de apresentar uma proposta para facilitar o trabalho dos professores e tornar as aulas mais prazerosas e próximas da realidade do aluno ao ensinarem mecânica, ondulatória e acústica, fazendo uso de instrumentos musicais (CARDOZO, 2016). O autor trabalha com conhecimentos prévios dos alunos sobre seus conhecimentos musicais e fenômenos sonoros em lugares com o qual eles têm contato, estipulando a conexão do conhecimento prévio do aluno com o que é admitido cientificamente. No final ele propõe algumas ferramentas em forma de textos com teorias musicais e conceitos físicos sobre alguns instrumentos musicais para o professor utilizar no ensino de mecânica e ondulatória.

Outra monografia encontrada foi de Marques e Mendes (2021): *O uso de instrumentos musicais como recurso didático para uma abordagem lúdica dos fenômenos físicos envolvidos na produção e propagação do som*, defendida no curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação do Amapá. Este trabalho relata oficinas realizadas de forma remota e uso de kits didáticos. Teve objetivo de analisar o ensino aprendizagem dos fenômenos físicos por trás da produção e propagação do som, estabelecendo uma conexão com a música e empregando o uso de instrumentos musicais de sopro e cordas. Foram aplicados questionários, teve auxílio de simulações no Phet para demonstrar os conceitos, uso da Plataforma meet e kits experimentais entregues aos 10 alunos participantes. Toda essa pesquisa foi realizada de maneira remota devida à pandemia da Covid-19, mas o autor relata que “surtiu efeito positivo, como uma forma de se ensinar física, saindo do método tradicionalista e expositivo, colocando em pauta a interdisciplinaridade entre Física e Música no contexto formativo dos participantes” (MARQUES; MENDES, 2021, p. 6).

Percebe-se que assim como o trabalho que está sendo proposto, todos os citados trabalham com o tema Física e Música, mas nenhum busca uma abordagem interdisciplinar para discutir as quatro etapas de produção, transmissão, percepção e comunicação do som. Além disso, este trabalho que apresentamos não foi aplicado com os estudantes, pois o foco foi construir um texto teórico que pudesse ser útil para fins de uso pelos professores até mesmo com a finalidade didática. Por isso, propomos uma sequência didática usando Ensino de Física Através de Temas, mas os professores poderão usar o texto da forma que for mais útil.

Assim, este trabalho dá liberdade de autonomia de uso por parte dos professores, favorecendo utilizar da maneira que lhe for adequado conforme a necessidade do ambiente escolar e estudantes, além de promover a interdisciplinaridade com outra área do conhecimento, como Biologia, o que pode ser muito útil em um trabalho interdisciplinar da área de Ciências da Natureza, como se espera no Novo Ensino Médio. Essa é uma das características das propostas temáticas, ter o tema como eixo estruturante do programa e os conceitos são apresentados à medida da necessidade (BRITO; GOMES, 2007). Nesse caso, a interdisciplinaridade é um processo natural, o que foi considerado na produção do texto que se apresenta nos resultados. Na próxima seção apresenta-se sobre a proposta de Ensino de Física Através de Temas.



### 3 ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DE TEMAS

As propostas curriculares usando temas no Brasil, tais como a abordagem temática de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) usando os 3 momentos Pedagógicos (3MP); o Ensino de Física Através de Temas – EFAT – de Brito (2004), abordado também por Gomes (2005) e Brito e Gomes (2007) com enfoque regionalizado; e os temas em CTS (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009) buscam uma fundamentação teórica na concepção freiriana de educação, mas cada uma delas se aproxima em maior ou menor grau em determinados aspectos, como veremos com o EFAT mais adiante.

Paulo Freire em seu livro *Pedagogia do Oprimido* (1987) fala sobre a necessidade da liberdade dos estudantes no ato de educar, o que é proporcionada por meio da dialogicidade obtida antes mesmo do educador entrar em sala de aula. É quando ele se pergunta o que irá dialogar com seus educandos e de que forma trabalhará o conteúdo. Sua preocupação não está voltada de imediato para um conteúdo programático, mas para a maneira que irá dialogar com os indivíduos determinado tema (FREIRE, 1987).

Para Freire (1987) a educação autêntica surge da interação do educador com o educando e é nesse momento que ocorre a investigação temática ou conjunto de temas geradores que sucedem da realidade existente de cada estudante. Os chamados *temas geradores* são estratégias metodológicas de politização que podem ser amplificados em demais temas, de acordo com a necessidade. Portanto, para que essa pedagogia atinja sua finalidade ela precisa instigar mudanças significativas e transformadoras na vida de seus educandos, trabalhando os conteúdos de maneira que eles aprendam com suas próprias realidades, exercendo a interdisciplinaridade e fugindo dos conteúdos como fins em si mesmo, passando a dar-lhes sentido dentro de um contexto que o gerou. Freire considerava que somente assim os estudantes poderiam exercer papel de reflexão e ação na coletividade.

Uma das preocupações do professor de física e de outras áreas de conhecimento nas escolas é o de preparar os estudantes para as provas de acesso ao ensino superior, que não deixa de ser um aspecto relevante como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). No entanto, mais importante que isso é o de

ensinar a física como uma ciência que esteja presente na vida dessas pessoas, em seu cotidiano e não somente a abstração de conceitos que não propõe relações com o meio em que eles vivenciam (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

A estratégia do Ensino de Física Através de Temas (BRITO, 2004; BRITO; GOMES, 2007) encontra inspiração nos temas geradores e outros referenciais como o PCN+, mas é uma proposta considerada como mediadora entre a prática dominante atualmente (PDA) e a Tendência atual (TA) (BRITO; GOMES, 2007). O EFAT por partir do contexto vivenciado pelos estudantes é capaz de trazer a motivação inicial do aluno para aprender, pois os temas são de interesse social e os alunos se identificam, o que possibilita com que se envolvam na investigação de uma situação que está presente no seu cotidiano contribuindo assim para sua vida de maneira mais significativa.

O EFAT possui algumas características apresentadas por Gomes (2005): Interdisciplinaridade, Transversalidade, Contextualização e Fortalecimento da cidadania, cujas descrições são apresentas abaixo.

#### **A interdisciplinaridade**

Os temas são desenvolvidos em um contexto interdisciplinar, pois, por serem escolhidos em situações reais da vida do aluno, pedirão em alguns momentos perguntas que fogem do campo científico do professor. Neste momento é fundamental que o educador “reconheça suas limitações e que interaja com os demais profissionais em prol da compreensão de um fenômeno que só será possível com a articulação de diferentes saberes”. (ARAÚJO, p.22).

#### **A transversalidade**

(...) Ela representa a “quebra” da estrutura pseudo-hierárquica do ensino tradicional, onde os conteúdos são distribuídos de modo a causar uma falsa impressão de que não existe outra forma de organizá-los.

Os temas são selecionados de maneira que o conteúdo surge como necessidade para explicá-los. Esses conteúdos agem como se fosse o eixo transversal que corta o eixo vertebrador composto pelos temas. (...)

#### **A contextualização**

A regionalização no ensino através de temas já traz consigo a contextualização. Esta já está presente desde a escolha dos temas, pois devem estar intimamente ligados à realidade do aluno. Desta forma, eliminam-se as dificuldades que muitas vezes se encontra para “contextualizar” determinado assunto, já que no ensino tradicional os conteúdos precedem sua aplicação. (...)

#### **Fortalecimento da cidadania**

Como os temas são selecionados levando-se em consideração a realidade sócio-econômica-cultural da turma, pode-se

trabalhar de modo a fortalecer a atuação dos alunos na sociedade, vinculando dessa forma o caráter científico do conhecimento às questões sociais (GOMES, 2005, p.18).

A proposta temática de Brito (2004), fundamento deste trabalho, propõe que os temas podem ser usados em uma disciplina, um componente da disciplina ou até para um tópico de determinado item. É sugerido ao professor que escolha temas que estejam de acordo com o ambiente dos alunos, e os organize de maneira a contemplar os conteúdos curriculares previstos no programa. No entanto, o autor ressalta que é possível escolher os temas em comum acordo com os estudantes, desde que o professor os alerte que precisam estar alinhados às demandas curriculares.

O desenvolvimento desta metodologia se dá por meio de três etapas: *Apresentação, Aprofundamento e Produção-Avaliação* (BRITO; GOMES, 2007).

Brito (2004) e Brito e Gomes (2007) indicam que na etapa de *Apresentação*, o tema pode ser exposto com o auxílio de uma palestra, um filme ou outro recurso que seja familiar ao aluno e que desperte o saber científico. Porém, nesta etapa os professores devem evitar dar muitas respostas, pois esse primeiro momento tem a função mais de instigar os estudantes para o tema e eles sentirem necessidades de conhecer mais para responder aos questionamentos que surgem.

Na segunda etapa de *Aprofundamento* a partir das curiosidades da primeira etapa, o professor faz uso do que eles anotaram para estabelecer uma conexão com os conceitos físicos correspondentes, procedendo o diálogo para a construção do conhecimento. Nessa etapa os assuntos são apresentados com o objetivo de dar suporte ao contexto. Todavia, apesar do professor trazer um aprofundamento transpondo o local do global, ele não tem o objetivo de esgotar as aplicações destes conceitos e nem de validar completamente os mesmos.

Na última etapa, de *Produção/avaliação*, é onde se solicita aos alunos a elaboração de textos, vídeos, performances entre outros, de modo a dar-lhes autonomia para pesquisar, elaborar produções escritas e exposições, tendo o(a) professor(a) como mediador desse processo. Estas produções feitas por eles devem expressar o conhecimento adquirido coletivamente e devem seguir as orientações objetivadas no currículo. Aqui é evidenciado a ativa participação do professor em prol da construção do conhecimento coletivo dos alunos, ficando caracterizado a aprendizagem em processo, e não em momentos isolados.

No próximo capítulo trazemos os aspectos metodológicos deste trabalho que geraram os resultados que são apresentados no capítulo seguinte.

## 4 METODOLOGIA

As atividades desse Trabalho de Conclusão de Curso iniciaram no primeiro semestre de 2020, a partir das primeiras reuniões de orientação nas quais foram realizadas discussões e trocas de ideias a respeito da relação entre Física e Música, que era o interesse maior para o desenvolvimento do trabalho. Nessa primeira etapa foram discutidas possibilidades para produzir um texto que trouxesse um diferencial dos demais trabalhos existentes. Assim, buscou-se nas experiências pessoais do autor na música e em um breve levantamento bibliográfico no portal de periódicos da Capes e Google acadêmico, com auxílio da orientadora, ideias de como fazer essa elaboração. Após esse levantamento foi feito um esboço de uma proposta de construção de um texto didático sobre os instrumentos musicais, mas no decorrer das orientações optou-se por um foco diferente, mais interdisciplinar que buscasse explicações para as etapas de produção, transmissão e percepção. Posteriormente acrescentou-se a etapa de comunicação, para discutir o papel da música na sociedade como objeto de informação e comunicação. Elaboramos então algumas questões norteadoras que seriam usadas em cada etapa da elaboração do texto.

**PRODUÇÃO: Como um som de instrumentos musicais e da voz de uma pessoa se transforma em música?**

**TRANSMISSÃO: Como os sons emitidos pela nossa voz e da música chegam até os nossos ouvidos?**

**RECEPÇÃO: Como a música passa pelo nosso ouvido e é percebida pelo nosso cérebro de modo a provocar diversas sensações?**

**COMUNICAÇÃO: Qual o papel da música como objeto de informação e comunicação?**

A pesquisa segue uma abordagem qualitativa e quanto à natureza das fontes utilizadas caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, pois

(...) se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses, etc. Utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registrados (SEVERINO, 2007. p. 122).

Assim, na segunda fase, após o planejamento, foram realizadas pesquisas bibliográficas na busca por materiais que servissem de embasamento teórico para responder as questões norteadoras. Buscou-se informações seguras primeiramente nos livros “O CIRCO VOADOR DA FÍSICA” (WALKER, 2008) e “FÍSICA PARA CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E BIOMÉDICAS” (OKUNO, 1982).

Nestas obras foram encontradas muitas informações que auxiliaram na construção das respostas para as questões norteadoras. Além desses dois livros foram utilizados alguns artigos publicados em periódicos e livros didáticos, que serão citados ao longo da seção resultados, e uma tese “A flauta doce no Brasil: da chegada dos Jesuítas à década de 1970” (AGUILAR, 2017) para abordar conhecimentos históricos e estruturais de uma flauta.

Para a elaboração da seção referente à música como comunicação foram utilizados trabalhos de cunho histórico como os de Leal (2012), Bernardo (2007) e Lima (2016) e o livro de Chaves (2012) que discute a música como meio de comunicação.

Como mencionado acima, o texto criado com fins didático segue uma sequência que está estruturada em quatro seções Produção, Transmissão, Percepção e Comunicação. Cada uma dessas seções busca respostas aos questionamentos apresentados inicialmente, com amparo em conhecimentos de Física e de outras Ciências, bem como buscam despertar o caráter investigativo dos leitores, deixando sugestões de leituras complementares, característica essa incentivada pelo EFAT.

Por fim, foi elaborada uma proposta que os professores podem usar nesse tema usando as três etapas: Apresentação do tema, Aprofundamento e Produção-avaliação (BRITO, 2004; BRITO; GOMES, 2007).

## 5 RESULTADOS

Apresenta-se neste capítulo o texto que pode ser utilizado tanto para leitura do professor quanto para fins didáticos (leitura dos estudantes como parte de uma sequência didática, por exemplo).

Na primeira seção dos resultados, apresenta-se o texto elaborado com fins didáticos, seguindo uma abordagem temática, que está dividido em quatro subseções. Cada subseção foi construída para buscar respostas para uma questão norteadora, passando pelas etapas PRODUÇÃO, TRANSMISSÃO e PERCEPÇÃO, bem como a discussão sobre a Música como objeto de COMUNICAÇÃO. Na segunda parte dos resultados é sugerida uma proposta aos professores, seguindo as etapas do EFAT.

### 5.1 Texto Didático “Música: produção, transmissão, percepção e comunicação”

Todos nós já fomos tocados de alguma forma ao escutar uma música, seja lembrando um momento marcante ou uma pessoa especial. O fato é que a música está presente em nossas vidas de diversas formas. Mas você já se perguntou: **Como um som de instrumentos musicais e da voz de uma pessoa se transforma em música? Como a música chega até os nossos ouvidos? Como a música é percebida pelo nosso cérebro de modo a provocar diversas sensações? Qual o papel da música como objeto de informação e comunicação?**

Esse texto tem a intenção de apresentar alguns elementos que o ajudarão a compreender essas questões, mas também dará dicas de aprofundamento por meio de leituras, vídeos, entre outros materiais.

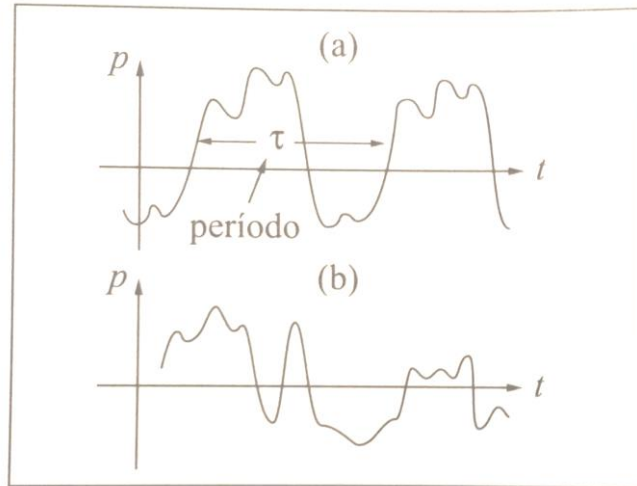
#### 5.1.1 Produção

*Nesta seção vamos buscar respostas à pergunta: **Como um som de instrumentos musicais e da voz de uma pessoa se transforma em música?***

Para que um som seja transformado em música a onda sonora gerada precisa ter uma frequência agradável ao ouvido humano, pois o som deve atender a

seletividade e sensibilidade da audição humana (BONJORNO; CLINTON, 2016). Em termos mais específicos, a diferença entre um ruído e um som musical é a periodicidade (NUSSENZVEIG, 2002, p. 132, grifo nosso). Assim, não necessariamente para o ser considerado música é necessário que a onda seja harmônica<sup>3</sup>, mas que tenha um ciclo periódico como indicado na Figura 1.

**Figura 1** – Sons musicais (a); Ruído (b).



**Fonte:** Nussenzveig (2002, p. 132).

Santos (2010) diz que o ato de cantar envolve processos complexos, funções cognitivas, físicas, emocionais e acústicas, internas e externa e por isso uma abordagem interdisciplinar e multifacetada é necessária. Especialmente no campo da pesquisa em acústica vocal, surgida por volta de 1980, os conhecimentos adquiridos empiricamente (por meio da experiência) há séculos pelos cantores puderam ser comprovados cientificamente. Hoje a compreensão básica da fisiologia e da acústica são fundamentais para instrumentalizar um cantor (SANTOS, 2010).

Assim, buscaremos alguns desses conhecimentos neste texto e faremos indicações de aprofundamentos ao longo dele, obviamente sem ter a pretensão de esgotar a discussão pela sua complexidade, mas também porque a intenção é construir um texto básico que possa ajudar as aulas da educação básica.

A música pode ser originada a partir de sons emitidos por várias fontes sonoras, como uma pessoa, instrumentos musicais, como violão, harpa, flauta, piano, entre outros. Para entendermos melhor esse processo de produção da

<sup>3</sup> Ondas harmônicas são aquelas descritas por funções seno ou cosseno, que são funções periódicas.



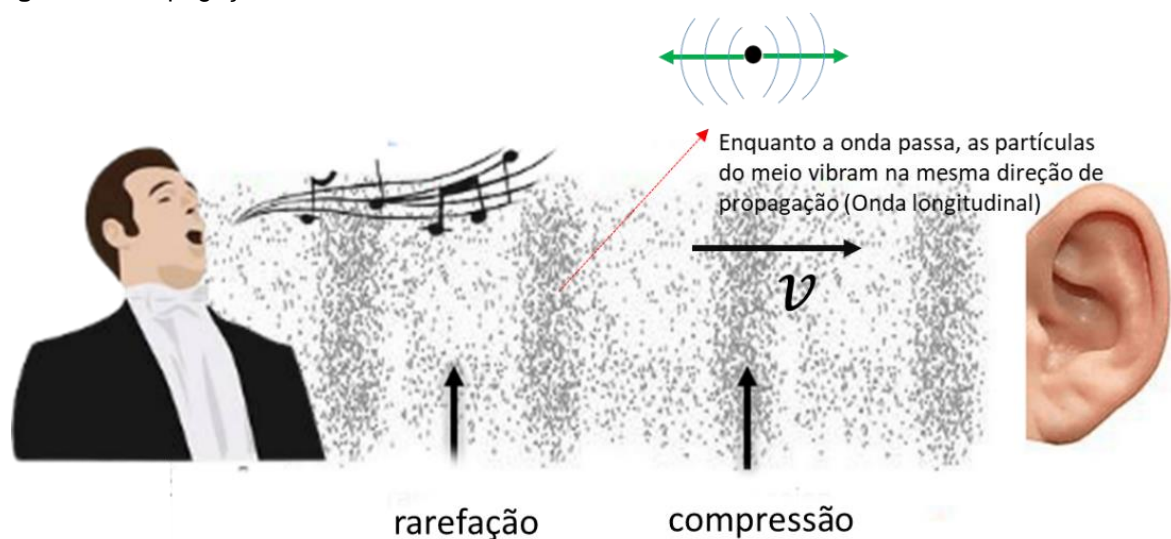
música, primeiramente precisamos compreender o que é o **som** e veremos como é formado o som da voz de uma pessoa e de alguns instrumentos musicais.

O som é uma forma de **energia em movimento** que produz vibrações da matéria enquanto se propaga (rarefação e compressão). Essa é uma característica das **ondas mecânicas**, ou seja, que precisam de um meio material para se propagar. Por isso, na física o som é classificado como uma **onda mecânica**. Essa onda também é longitudinal, pois faz as partículas do meio vibrarem na mesma direção de propagação da onda (ver Figura 2).

### Que tal fazer uma pesquisa complementar?

Existem ondas que não precisam de meio material para se propagar? Se existem como será que elas se propagam?

Figura 2 – Propagação do som.



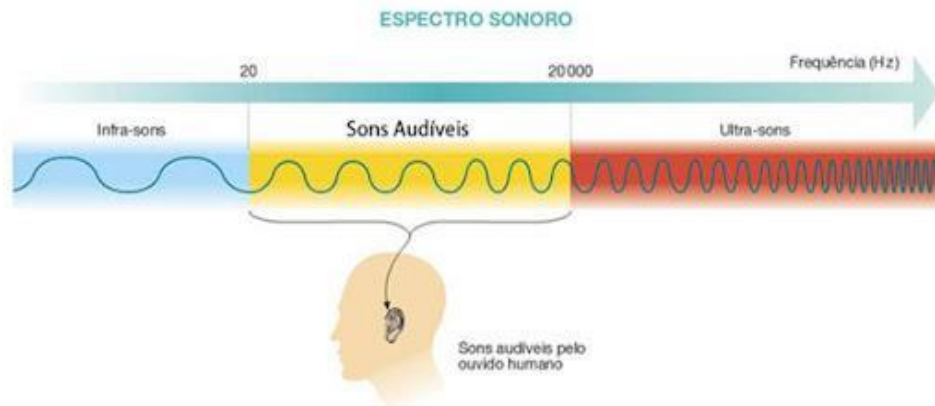
Fonte: Os Autores (2022 ).

Toda onda sonora tem uma **frequência**, ou seja, tem uma vibração natural por unidade de tempo, calculada no Sistema Internacional de Unidades (SI) com *vibrações por segundo*, que recebeu o nome hertz (símbolo Hz) em homenagem ao físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894) que detectou pela primeira vez as ondas eletromagnéticas.

Para o ouvido humano as ondas sonoras que podemos escutar estão na faixa entre 20 Hz e 20.000 Hz, que é caracterizado como som audível dentre o conjunto de ondas sonoras que existem na natureza, o que chamamos de **espectro sonoro**.

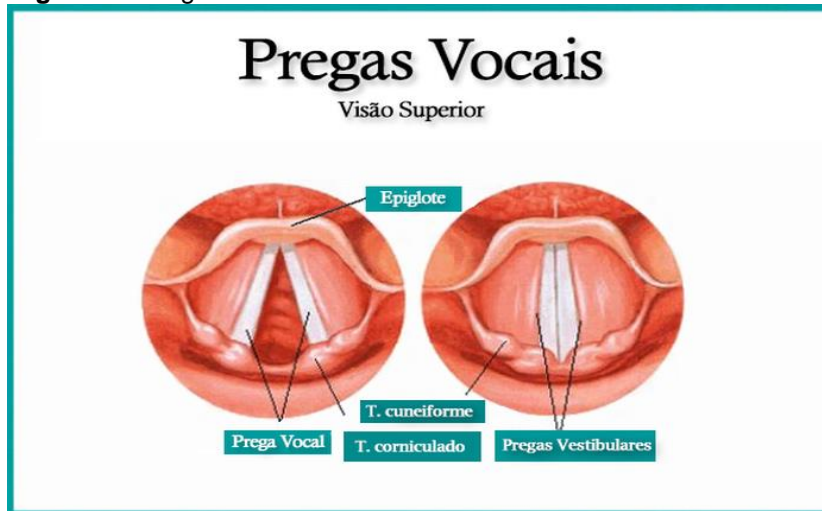
Faixas menores que 20 Hz são chamadas de infrassom e as maiores que 20.000 Hz, ultrassom, como indica a Figura 2.

**Figura 3** – Frequências no espectro sonoro.

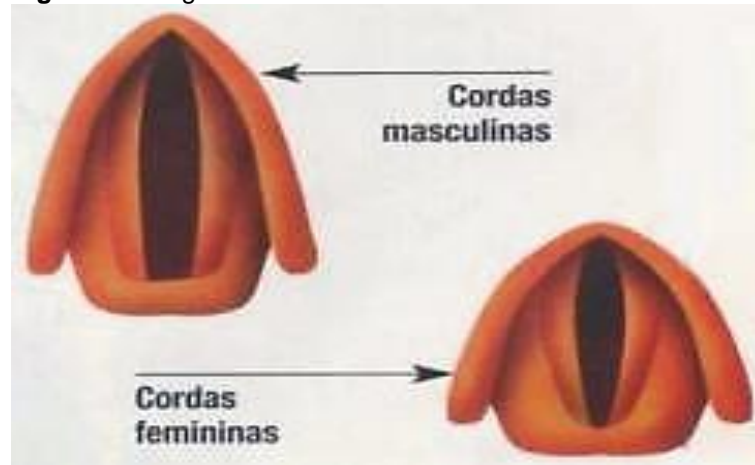


**Fonte:** <https://afilosofiadaadministracao.com.br/23-04-a-mediunidade-de-audicao/>

Na faixa de sons audíveis para os seres humanos existem os **sons graves** (menor frequência) e os **sons agudos** (maior frequência). Podemos perceber a diferença de um som grave e um agudo, analisando a voz masculina (mais grave) e a voz feminina (mais aguda). Essa diferença surge pela anatomia das pregas vocais do homem e da mulher. O que popularmente chamamos de “cordas vocais” são pregas presentes nas paredes laterais da laringe e estão dispostas e tensionadas por diversos músculos em seus limites que se dá o nome de “pregas vocais”. Geralmente as pregas vocais dos homens são mais prolongadas e dispõem de maior massa que a das mulheres (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). As pregas vocais podem ser observadas na imagem da figura 4 e a figura 5 mostra a diferença entre as pregas vocais masculinas e femininas.

**Figura 4** - Pregas vocais

Fonte: <https://blowwiththabeat.weebly.com/como-corriger-a-sua-voz.html>

**Figura 5** - Pregas vocais masculinas e femininas

Fonte: [http://www.fisicapaidegua.com/conteudo/conteudo.php?id\\_top=030303](http://www.fisicapaidegua.com/conteudo/conteudo.php?id_top=030303)

Agora vamos entender como é produzido o som da voz humana.

Como comentado na introdução desta seção, nem todo som transmitido por nossa voz é agradável, pois essas características estão associadas ao **trato vocal**, que é um conjunto de estruturas formado pelos lábios, língua, palato mole, cavidade nasal, faringe e laringe (ver Figura 6) (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982; WALKER, 2008). Conhecer cada uma dessas estruturas nos ajuda a entender como produzimos o som e é por meio de exercícios, treinamentos e técnicas vocais para essa região que é possível aperfeiçoar a voz de um profissional, como é o caso de cantores, professores, artistas, entre outros.

### Que tal ver um vídeo para complementar?

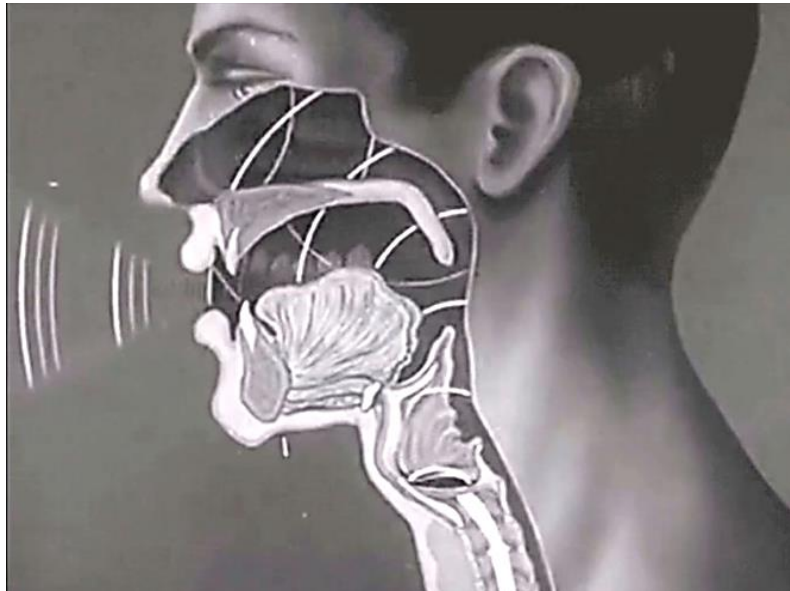
No vídeo disponível no link abaixo uma pessoa realiza um exame de videostroboscopia que permite a um especialista verificar pequenas mudanças na capacidade de vibração das pregas vocais, para que possa criar um programa específico de terapia para a pessoa, pois quando as cordas vocais não se movem normalmente, a pessoa não tem uma voz clara.

Videostroboscopia de Cordas Vocais - [https://youtu.be/mJedwz\\_r2Pc](https://youtu.be/mJedwz_r2Pc)

Agora vamos entender como é produzido o som da voz humana.

Como comentado na introdução desta seção, nem todo som transmitido por nossa voz é agradável, pois essas características estão associadas ao **trato vocal**, que é um conjunto de estruturas formado pelos lábios, língua, palato mole, cavidade nasal, faringe e laringe (ver Figura 6) (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982; WALKER, 2008). Conhecer cada uma dessas estruturas nos ajuda a entender como produzimos o som e é por meio de exercícios, treinamentos e técnicas vocais para essa região que é possível aperfeiçoar a voz de um profissional, como é o caso de cantores, professores, artistas, entre outros.

**Figura 6** - Trato vocal



**Fonte:** <http://www.auladecanto.com/wp-content/uploads/2019/09/vc-colocacion1-7-1024x576.jpg>

**Figura 7** – Diferença das pregas vocais na respiração e quando é produzido a fonação (fala).



**Fonte:** Os Fundamentos da física: a Física do corpo humano. (II)  
(osfundamentosdafisica.blogspot.com)

Assim ocorre uma pressão abaixo das pregas vocais pelo ar inalado dos pulmões abrindo-as para um breve fluxo expiratório. Dessa maneira é formada uma variedade de pulsos de som com frequências que dependem da **massa das pregas vocais e da tensão**; porém, o ser humano pode alterar a frequência da sua voz, variando a tensão das cordas vocais. As pessoas que conseguem imitar a voz de outras com facilidade aprenderam esta técnica.

Falando um pouco do canto, que é considerada por muitas pessoas como uma das mais belas formas de expressão. Através dele podemos manifestar os sentimentos mais profundos; por isso, o canto é definido como uma forma de comunicação (WELCH; PRETI, 2018). O canto envolve a ativação e coordenação de alguns sistemas, como o respiratório, fonatório, articulatório, ressonante e auditivo. Ao controlar a respiração pode-se variar a intensidade do som, a altura, o timbre, a extensão e a duração da frase musical. Assim, no caso do canto, "um bom suporte respiratório é essencial para a projecção vocal adequada" (VENTURA, 2011, p. 9).

A voz, que é produzida pelo conjunto da laringe, boca e o nariz, possui um tubo que serve como um filtro das frequências criadas pelas pregas vocais e nela são criadas ressonâncias mais conhecidas como frequências formantes que são responsáveis por definir a particularidade das vogais e o timbre vocal do cantor. As frequências das formantes são amplificadas no trato vocal e podem ser alteradas

mudando a posição da língua, fechando ou abrindo a boca, tapando o nariz, variando a altura da laringe.

Para tons mais altos (maior frequência) é necessária uma tensão maior das pregas vocais, como já comentado, e alguns cantores clássicos aperfeiçoaram uma técnica vocal que os permite que a laringe fique parada utilizando os músculos para prendê-la. Dessa forma eles têm uma tensão menor nas pregas vocais ao executarem tons com frequências mais altas (WALKER, 2008).

Em relação a produção do som de instrumentos musicais iremos focar nos de **cordas** (como violão e piano) e de **sopro** (como flauta e trompete) (ver Figuras 8 e 9), que são comuns em nosso meio e muito presentes nas orquestras, fanfarras, bandas, programas de televisão e rádio.

**Figura 8** - Instrumentos de sopro.



**Fonte:** <https://www.magazineluiza.com.br/portaldalu/instrumento-de-sopro-dicas-e-cuidados/49638/>

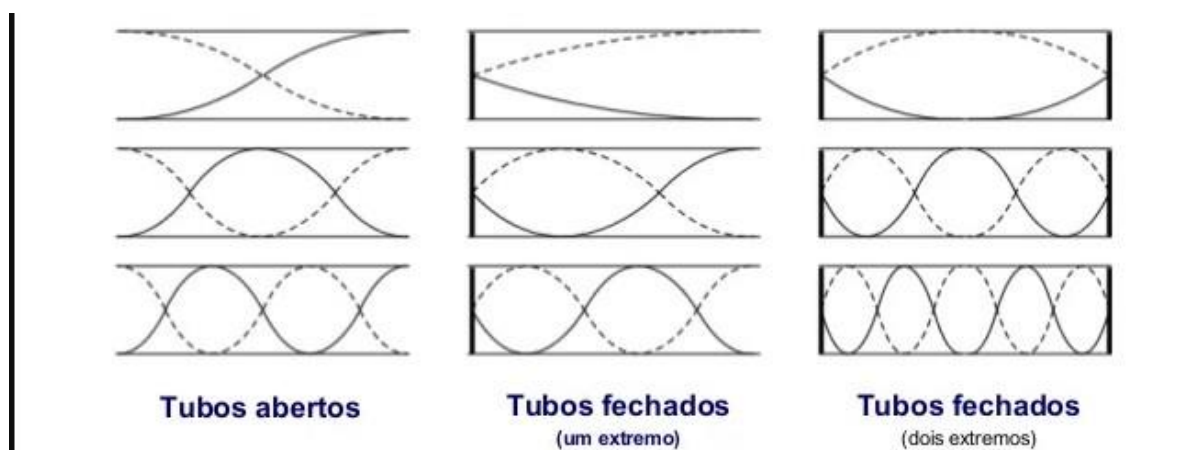
**Figura 9** – Alguns instrumentos de cordas.



**Fonte:** <https://volpieventosmusicais.com.br/2017/09/30/instrumentos-familia-de-cordas/>

Apesar de terem formas distintas, esses instrumentos possuem características similares, pois ambos possuem sistemas vibrantes que formam **ondas estacionárias** que são criadas através de uma onda refletida pelos **nós** das extremidades de um tubo aberto ou nas extremidades de uma corda de um violão, por exemplo (ver Figura 10).

**Figura 10** - Ondas estacionárias em tubos sonoros.



**Fonte:** O Autor (2020, com adaptações de Paint 3D).

Essas ondas não transportam energia em nenhuma direção, pois elas são impedidas pelos **pontos nodais** que estão sempre em repouso. No caso dos tubos, esses pontos são exercidos pela pressão atmosférica em suas extremidades abertas, variando entre **energias cinética de vibração e energia potencial elástica** (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

Os instrumentos de sopro possuem valor cultural enorme devido serem os primeiros equipamentos de som criados, com registros históricos das primeiras civilizações humanas. Conhecidos também como **tubos sonoros** (ver Figura 10), eram mais utilizados por famílias nobres e por algumas tribos indígenas em seus rituais religiosos. Com o passar do tempo e os avanços esse instrumento foi ganhando outras formas sendo aperfeiçoado para produção de sons diversificados (AGUILAR, 2017).

A flauta doce (Figura 11) é um dos mais conhecidos entre os instrumentos de sopro, devido sua acessibilidade e custo benefício. Muitos já tiveram uma flauta doce quando criança, mesmo que de brinquedo; era só soprar e se divertir. Mas já se perguntaram como é produzido o som de uma flauta?

O som de uma flauta é produzido através de uma coluna de ar emitida pelos nossos pulmões que percorre o interior da flauta passando por uma palheta que divide essa coluna de ar, produzindo sons, ocorrendo vibrações que são amplificadas. Esses sons podem ser modulados (variar de altura ou intensidade) alterando-se, por exemplo, o comprimento de onde haverá propagação do som. Assim, através dos furos da parte superior de uma flauta (cobrindo com os dedos alguns furos em posições específicas) podemos alterar o comprimento da coluna de ar em seu interior proporcionando frequências harmônicas que podem ser mais graves ou agudas (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

**Figura 11** – Flauta doce



**Fonte:** <https://www.gpmusikk.no/wp-content/uploads/images/products/p-5099-Hohner-9508-Blokkfloyte.jpg>



Todos os instrumentos de sopro exigem do instrumentista um bom controle dos pulmões para executar sons agradáveis aos nossos ouvidos, principalmente os feitos de metal, como o saxofone e trompete, muito usados no jazz, necessitam de muito treinamento para utilizá-los de maneira eficiente e assim produzirem melodias expressivas, provocando sensações e sentimentos diversos ao ouvinte.

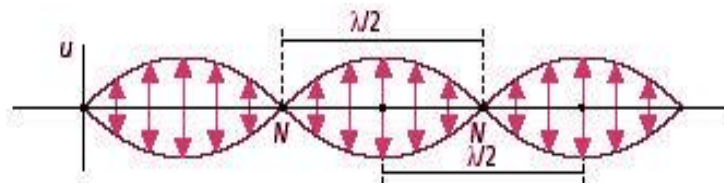
### Que tal ver um vídeo para complementar?

No quinto vídeo da série "Física da Música" do canal Neuralha do Youtube o apresentador faz uma breve explanação sobre como um som é produzido em uma flauta e com uso de uma garrafa vazia e com água consegue reproduzir sons graves e agudos.

**Física da Música #5 - A Física das Flautas (Flauta de Pã) -**  
<https://youtu.be/zUJdQXtgoxw>

Referente aos instrumentos de cordas, alguns possuem muitas cordas, como a harpa e o piano, e outros poucas cordas, como o violão e violino. Todo instrumento que possui cordas ao serem tocadas produzem vibrações que formam **ondas estacionárias**. Esse tipo de onda, apesar do termo usado parecer contraditório<sup>4</sup>, são caracterizadas como **oscilações periódicas** produzidas pela interferência entre ondas de frequência igual e que se propagam ao longo da mesma direção, mas em sentidos opostos, gerando um padrão parecido com o que se vê na Figura 12.

**Figura 12** – Representação de uma onda estacionária. N são os nós e  $\lambda/2$  é a metade do comprimento de onda.



**Fonte:** <http://content.hezkuntza-sarea.euskadi.eus/imagenes/Usuarios/imagenesckeditor/f5792328-eb9b-4814-83f6-0f12f2101f4a/9daf5cf2-c8e1-43cf-a0ce-65fc1c589d42.jpg>

As cordas do instrumento ao vibrarem produzem a vibração do ar ao seu redor, formando uma onda sonora com a mesma frequência de vibração da corda. A

<sup>4</sup> Se a onda se propaga, como pode estar estacionada?

diferença das ondas na corda do violão e no ar é que enquanto na primeira é uma **onda transversal** (faz as partículas do meio vibrarem em uma direção perpendicular à direção de propagação da onda), no ar essa onda sonora gerada é **longitudinal**, como já comentado anteriormente. Já nos instrumentos de sopro, tanto a onda que se propaga dentro do instrumento (tubo sonoro) quanto no ar externo ao instrumento, são **longitudinais**.

Mas afinal, por que há cordas mais finas e outras mais grossas em um instrumento como violão e para que serve a tarraxa do violão localizada na parte superior do cabo?

No caso do violão e violino suas distintas frequências dentro de sua faixa específica são geradas alternando-se os comprimentos das cordas pressionando em diferentes regiões no braço do instrumento (variando-se assim o comprimento  $L$  onde a onda vai se propagar). Sendo assim três fatores são fundamentais para determinar a frequência de uma corda esticada, **tensão, comprimento e densidade** (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982; WALKER, 2008). Essa relação pode ser percebida na relação entre duas equações (1) e (2), abaixo. Vamos comentar cada uma delas.

$$v = \lambda \cdot f \quad (1)$$

Onde  $v$  é a velocidade da onda gerada na corda,  $\lambda$  é o comprimento de onda e  $f$  é a frequência da onda.

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (2)$$

Onde  $T$  é a tensão na corda e  $\mu$  é a densidade linear da corda, esta dada pela relação entre a massa pelo comprimento da corda.

$$\mu = \frac{m}{L} \quad (3)$$

A equação (1) representa a velocidade de uma onda qualquer, independente do meio. Observe que ela tem uma relação com comprimento de onda e a frequência. Para um mesmo comprimento de onda, se alterarmos a velocidade, estaremos alterando a frequência da onda na corda (e conseqüentemente a que é percebida por nossos ouvidos).

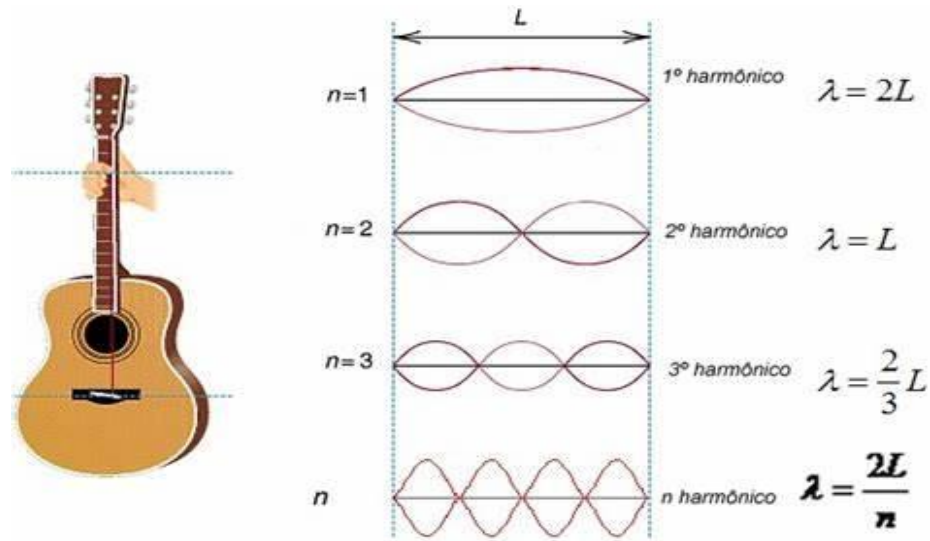
Assim, a Fórmula de Taylor (Equação 2) apresenta como a velocidade varia com a Tensão ( $T$ ) e a densidade linear da corda ( $\mu$ ). Se aumentarmos a tensão ( $T$ )

na corda usando a tarraxa, a velocidade irá aumentar, e conseqüentemente a frequência também irá aumentar (basta comparar  $v$  com  $f$  na equação 1, pois são diretamente proporcionais). Isso significa que o som ficará mais **agudo**. Já se a tensão for reduzida, a velocidade da onda na corda diminui também e o som ficará mais **grave** (menor frequência). **Resumindo: quanto maior a tensão, o som fica mais agudo. Quanto menor tensão, o som fica mais grave.**

Analisando do ponto de vista da densidade linear da corda ( $\mu$ ), a fórmula de Taylor irá explicar por que o som emitido pelas cordas mais “finas” (de densidade menor) produzem um som mais agudo (de maior frequência), pois na equação 2 podemos ver que a densidade linear  $\mu$  aparece no denominador da fração do lado direito, indicando que quanto menor  $\mu$ , maior será  $v$ ; e quanto maior a velocidade, maior será a frequência pela equação 1. **Resumindo: cordas mais finas produzem sons mais agudos. Cordas mais grossas produzem sons mais graves.**

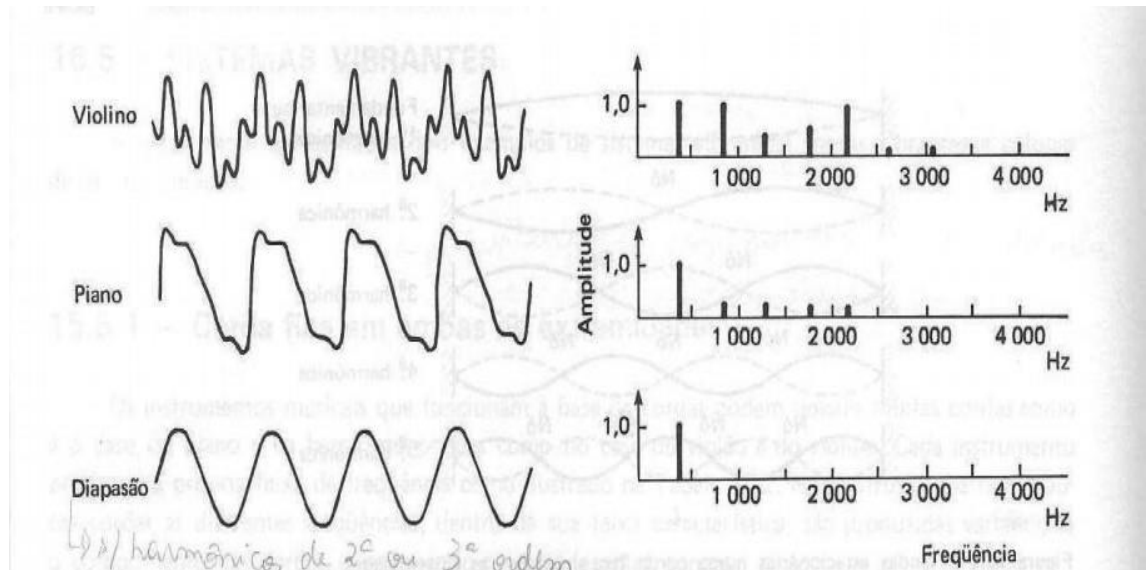
Quando cordas presas de uma extremidade a outra são tocadas elas formam um conjunto harmônico, como mostra a figura 13, que são conhecidas como **frequências naturais** de vibração. As diversas harmônicas criadas pela superposição das cordas esticadas são diferenciadas pelo número de ventres de cada uma. Há uma propriedade do som percebida pelo ouvido humano chamada **timbre**, que nos permite diferenciar sons emitidos por fontes diferentes, mesmo que tenham a mesma frequência e amplitude, como mostra na figura 14. Dessa forma, podemos distinguir o timbre de um piano, de um violão ou outro instrumento produzindo uma mesma nota, por exemplo (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

**Figura 13** – Representação de uma onda estacionária resultante da interferência das ondas que são refletidas nas extremidades da corda.



**Fonte:** [https://th.bing.com/th/id/OIP.92nkpagJf\\_0Z45gbBkXp-QHaFD?pid=ImgDet&rs=1](https://th.bing.com/th/id/OIP.92nkpagJf_0Z45gbBkXp-QHaFD?pid=ImgDet&rs=1)

**Figura 14** – Formas de onda e espectros de frequência da nota Lá produzida por violino, piano e diapasão.



**Fonte:** Okuno, Caldas e Chow (1982, p. 228).

Na Figura 13 pode ser vista a representação de ondas estacionárias na corda de um violão, mostrando os harmônicos, relacionando o comprimento da onda na corda ( $\lambda$ ) com o comprimento da corda ( $L$ ). Se dermos um pulso na corda de um violão ela irá vibrar no primeiro harmônico, mas se aumentarmos a frequência dos pulsos (número de pulsos por segundo) veremos surgir os demais harmônicos na corda. Esse comprimento de onda dará origem a sons com diferentes sonoridades.

Esses instrumentos de corda e sopro possuem características individuais na produção de suas faixas de frequências, como mostra na figura 15.

**Figura 15** – Faixas de frequência (em Hz) dos instrumentos de cordas e de sopro.

Instrumentos de corda	contrabaixo	45-250
	violoncelo	80-830
	viola	150-1200
	violino	30-2200
	harpa	200-3500
	piano	30-4100
Instrumentos de sopro	baixo tuba	45-350
	trombone	85-500
	clarinete	210-1700
	oboé	150-1800
	flauta	300-2200

Fonte: Okuno, Caldas e Chow, (1982, p. 226).

### Que tal fazer uma pesquisa complementar?

Todos já devem ter percebido que o violão tem um orifício circular logo abaixo das cordas. Essa é chamada de *caixa de ressonância*. Qual será a função dessa caixa? Pesquise e você descobrirá outros fenômenos interessantes relacionados a esse instrumento musical.

Agora que já foi discutido como a música é produzida, vamos entender como se dá o processo de transmissão pelo ar antes de chegar aos nossos ouvidos.

#### 5.1.2 Transmissão

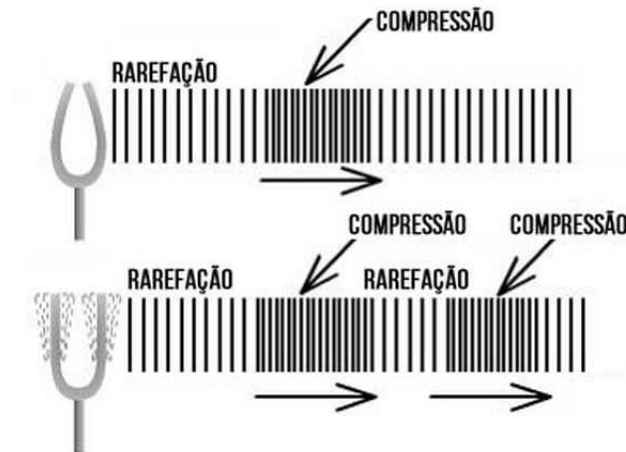
*Nesta seção vamos buscar respostas à pergunta: **Como os sons emitidos pela nossa voz e da música chegam até os nossos ouvidos?***

Para que exista o som é necessário ter vibrações em um determinado meio, pois o som é uma **onda mecânica**, como já falado na seção 5.1.1 *Produção*. Essas vibrações podem ser vistas ou sentidas quando, por exemplo, sentimos as vibrações das nossas pregas vocais quando falamos ou cantamos e colocamos as mãos sobre a garganta ou quando provocamos a perturbação em um diapasão<sup>5</sup>. A vibração é

<sup>5</sup> Diapasão: equipamento utilizado para afinar instrumentos musicais de cordas

propagada no ar por partículas formando zonas de menor e maior pressão, ou compressão e rarefação num meio elástico fazendo um movimento de ida e volta, como já apresentado na Figura 1 e reforçado na Figura 16. Assim, as partículas do meio não são transmitidas juntamente com o som formado, mas é a energia de vibração que deu origem ao som que é transmitida (RUI; STEFFANI, 2006).

**Figura 16** – Representação da onda sonora de um diapasão pela vibração do ar.

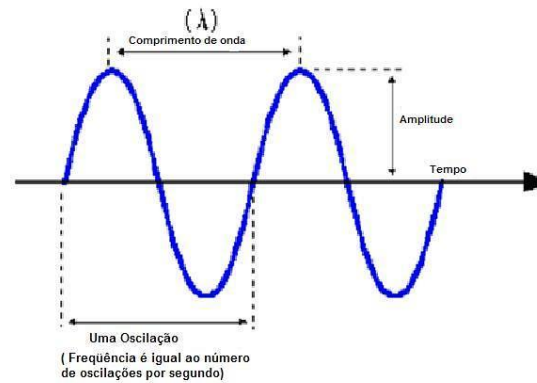


**Fonte:** <https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/enem/2015/11/11/noticia-especial-enem,706844/ondas-sonoras-e-a-capacidade-do-homem-em-emitir-sons.shtml>

Os sons são ondas mecânicas se propagando por um meio material até chegar aos nossos ouvidos, mas nem toda vibração é percebida por nós, ou seja, nem todo som é audível, necessitando estar na faixa de frequência entre 20 Hz e 20.000 Hz, como já tratado anteriormente.

Além da **frequência**, somos sensíveis também à outra característica do som, a **intensidade**, ou seja, percebemos sons de alta e baixa intensidade. Essa grandeza física é importante sempre que temos a propagação de uma onda em um espaço tridimensional, como é o caso do som se propagando no ar. Ela depende da amplitude da onda ( $A$ ). **Sons de alta amplitude são chamados de sons fortes e sons de baixa amplitude, de sons fracos** (ver Amplitude na Figura 17).

**Figura 17** – Elementos de uma onda. Observe a amplitude (A)

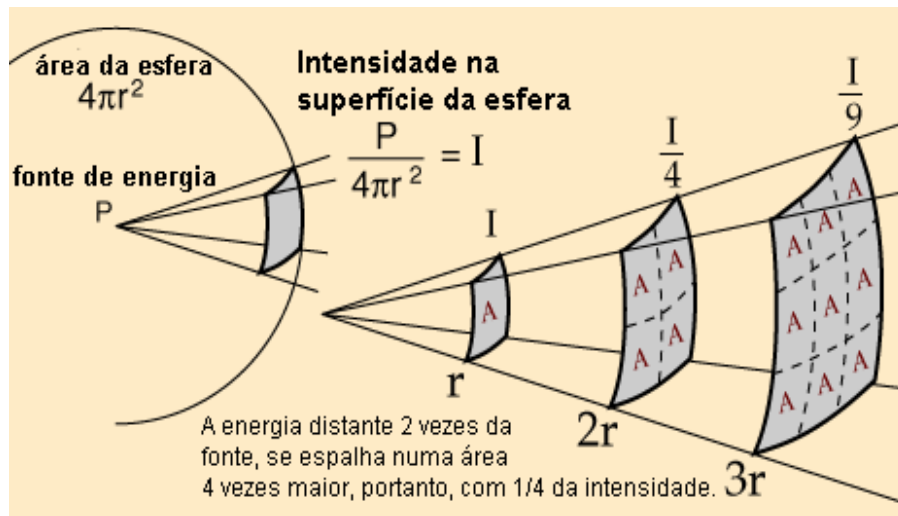


**Fonte:** <https://www.embarcados.com.br/wp-content/uploads/2015/04/Figura-3.jpg>

Quando diminuimos o volume do som de um rádio estamos alterando a amplitude e, conseqüentemente, a **intensidade do som**; assim, são gerados sons mais **fracos**. Se aumentarmos o volume do rádio, estamos aumentando a amplitude da onda, gerando sons mais **fortes**. Na linguagem popular há uma diferença, pois geralmente as pessoas dizem que estão “aumentando” o som ou “abaixando” o som, mas como já vimos, **a noção de alto e baixo na Física tem relação com a frequência, e não com a amplitude**. Podemos, por exemplo ter uma cantora com voz alta (aguda) e forte (alta intensidade) e um cantor com voz baixa (grave) e forte.

Quando o som sai da fonte sonora em direção aos nossos ouvidos, passando pelo ar, ele se propaga com frentes de ondas esféricas, tendo a fonte sonora como o centro dessas frentes de onda. Mas à medida que a onda sonora se afasta da fonte, ela vai perdendo intensidade. Isso ocorre por que a intensidade sonora é inversamente proporcional à área da esfera que forma a frente de onda, e como maior será a área quando se afasta da fonte, menor será a intensidade do som. Por isso, quando estamos muito longe da fonte sonora, o som fica tão fraco que podemos não o escutar mais (ver Figura 18).

**Figura 18** – Som se propagando no ar e enquanto à área das frentes de ondas esféricas aumenta, a intensidade diminui.



Fonte: <http://www.megatimes.com.br/2014/03/acustica.html?m=1>

O que discutimos até aqui pode ser sintetizado na equação (4) que indica que a intensidade sonora é definida como a potência da onda (P) por unidade de área (S).

$$I = \frac{P}{S} \quad (4)$$

Onde a superfície da área da esfera é dada por  $4\pi r^2$ . A unidade de intensidade sonora é dada por  $W/m^2$  no SI.

Olhando a partir de outras grandezas físicas, a Intensidade sonora também pode ser escrita como:

$$I = \frac{\rho v}{2} (A \omega)^2 \quad (5)$$

Onde,  $\rho$ ,  $v$ , e  $\omega$  são, respectivamente, a densidade do meio de propagação do som, a velocidade de propagação da onda nesse meio e a frequência angular da onda. Observa-se na equação 5 que I varia com o quadrado da Amplitude (A).

O sistema auditivo humano pode perceber intensidade sonoras que vão desde  $10^{-12} W/m^2$  até  $1 W/m^2$  por meio deste intervalo grande, é utilizada uma escala logarítmica de base dez para definir o nível de intensidade sonora  $\beta$  (decibel-dB), definido como

$$\beta (dB) = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (6)$$



Onde  $I$  é a intensidade sonora e  $I_0$  é a intensidade de referência mínima que o ouvido humano é capaz de detectar  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ .

Os limites de faixa sonora audíveis para o ser humano vão de 0 dB a 120 dB. Abaixo na figura 19 aparecem alguns níveis de intensidades aproximadas de diversos sons (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

**Figura 19** – Intensidades e níveis de intensidade de vários sons

Nível (dB)	Exemplos
30	Biblioteca silenciosa, sussurro
40	Sala de estar, geladeira, quarto longe do trânsito
50	Trânsito leve, conversação normal, escritório silencioso
60	Ar-condicionado a 6 m de distância, máquina de costura
70	Aspirador de pó, secador de cabelo, restaurante barulhento
80	Tráfego médio de cidade, coletor de lixo, despertador a 60 cm de distância
90	Metrô, motocicleta, tráfego de caminhão, máquina de cortar grama
100	Caminhão de lixo, serra elétrica, furadeira pneumática
110	Fone de ouvido em volume máximo
120	Concerto de <i>rock</i> em frente às caixas de som, trovão
140	Espingarda de caça, decolagem de avião a jato
180	Lançamento de foguete, carro de Fórmula 1

**Fonte:** Bonjorno e Clinton (2016, p. 247).

A intensidade sonora é medida em decibéis, sendo logarítmica, por que está em concordância com a resposta auditiva. Ou seja, a sensação auditiva é fortemente “atenuada” de maneira logarítmica à medida que se aumenta a intensidade sonora. Um exemplo é se um som de 1000 Hz for intensamente aumentado em ciclos de 10 e 10 Hz, o sistema do ouvido identifica essas variações como sendo as mesmas em volume sonoro. Porém a intensidade deve ser observada que é multiplicado por 10 em cada etapa (VUOLO; FRANCO, 2004).

Geralmente quando falamos ou cantamos emitimos sons pelas pregas vocais fazendo o ar vibrar em determinada velocidade e assim ouvimos nossa própria voz. Isso ocorre por meio das vibrações das cordas vocais que são transmitidas pelo ar e conduzidas também pelos ossos da face, chegando aos nossos ouvidos. Uma

pessoa ouvinte, diferente de nós que estamos emitindo o som, certamente só escutará o som que foi propagado pelo ar e chegou aos seus ouvidos, o que irá gerar uma diferença no som que você escuta e no som que a outra pessoa escuta. Um exemplo disso é quando uma pessoa ouve a própria voz gravada e a desconhece (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982), pois o meio de propagação foi diferente, já que o gravador captou apenas o som que veio pelo ar. É curioso pensar que as pessoas nunca percebem a nossa voz do jeito como percebemos com nossos ouvidos.

A velocidade de propagação do som pode variar de acordo com o meio em que está sendo propagado e muda nos diferentes estados da matéria: sólido, líquido e gasoso. No ar o som possui uma velocidade de 340 m/s aproximadamente, sendo considerada pequena pois as moléculas estão mais distantes do que nos líquidos e sólidos, promovendo a dificuldade da colisão entre as mesmas, com intuito de propagar ondas longitudinais. Na água essa velocidade é de aproximadamente 1450 m/s, ou seja, nos líquidos podemos perceber que a velocidade de propagação do som é muito maior, devido as moléculas estarem mais próximas umas das outras, facilitando então a produção das ondas sonoras. Já nos sólidos essa velocidade depende muito do material ou tipo de sólido, por exemplo no ferro a velocidade se aproxima de 5200 m/s. Já vimos na seção anterior que a velocidade de uma onda é dada pela equação (1).

Outro fenômeno ondulatório que ocorre com o som nessa etapa de transmissão que é muito importante entender é o da **reflexão**, pois diversas situações que percebemos são resultadas desse fenômeno. Por exemplo, quando cantamos ou gritamos dentro do banheiro durante o banho, podemos escutar a nossa própria voz com maior intensidade, ou seja, um som mais forte. Isso ocorre em lugares fechados onde o som original se mistura a outros sons refletidos nas paredes ou outros objetos e retornam aos ouvidos decorrido 0,1s (um décimo de segundo) ou menos, posteriormente a chegada do som de origem que não sofreu reflexão. Nesse caso, o ouvido humano não é capaz de diferenciar o som original que veio da fonte e o som que chega por reflexão, tendo a impressão que é um só. Esse efeito de “reforço” é chamado de **reverberação**. Assim, podemos entender por que a gravação de uma música em um estúdio pequeno fechado pode ficar muito melhor do que em um ambiente aberto.

Por outro lado, o som pode sofrer reflexão, mas retornar ao ouvido após um tempo de 0,1 s. Nesse caso o ouvido humano consegue detectar a diferença dos sons, o que produz um efeito conhecido como **eco**. Quando gritamos em uma mata fechada e ouvimos um eco, os gritos são propagados no ar até atingir as árvores e após, são refletidos e retornam aos nossos ouvidos. Quando esse som refletido retorna, a pessoa tem a sensação de ouvir como se fosse outra pessoa respondendo, o que é o eco. Assim, eco e reverberação são resultados da reflexão do som (VALENTE; ALVES, 2005), bem como da capacidade auditiva humana. O eco pode ser um efeito desejável ou indesejável em uma produção musical, dependendo dos objetivos do artista.

Nesta seção discutimos como a música ou qualquer som se propaga no ar até chegar aos nossos ouvidos. Agora vamos tentar entender como se dá a percepção desse som por meio da audição humana e cérebro.

### 5.1.3 Percepção

*Nesta seção vamos buscar respostas à pergunta:  
**Como a música passa pelo nosso ouvido e é percebida pelo nosso cérebro de modo a provocar diversas sensações?***

Os nossos ouvidos são receptores especiais de ondas sonoras que recebem frequências de 20 a 20 000 Hz como já mencionado acima, dessa maneira obtemos informações do ambiente em que estamos e também nos comunicamos por meio de ondas. A capacidade de audição pode diminuir com o avançar da idade, sendo necessário uma intensidade sonora maior para que os sons sejam detectados. Há também uma diminuição da máxima frequência audível com a idade e isso ocorre devido a perda de elasticidade dos tecidos do ouvido interno. A exposição frequente a ruídos também contribui para degeneração da *Corti da cóclea* e trazem outras consequências na produtividade humana (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982).

A audição contém um sistema mecânico que ativa células que recebem o som, conhecidas como células ciliadas, sensores que compõem propriedades de ação nas células nervosas e o córtex auditivo. Essa parte do cérebro identifica e compreende esses estímulos nervosos (ver Figura 20).

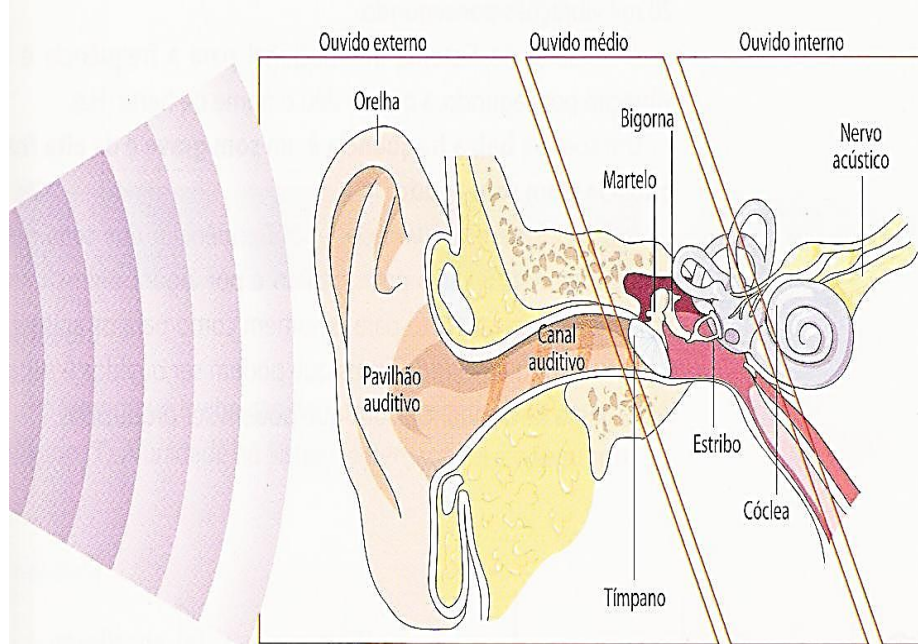
**Figura 20** – Os tipos de Córtex no cérebro humano.



**Fonte:** <https://pt-static.z-dn.net/files/d02/a900ba7b0e235231ccf78f0514e85158.jpg>

O ouvido humano (Figura 21) tem como função transformar uma onda mecânica com pouca energia no ar em impulsos nervosos (OKUNO; CALDAS; CHOW, 1982). Ele é formado de três partes: o ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno.

**Figura 21** – Partes do ouvido humano (ouvido externo, médio e interno).



**Fonte:** <https://sofiacarvalho-cfq.blogspot.com/2013/05/o-que-ouve-o-ouvido-humano.html?m=0>

O **ouvido externo** é composto pela orelha e o canal auditivo, que tem cartilagem revestida de pele e formato cheio de sucos, curvas e elevações que agem como um funil, favorecendo com que as ondas sonoras se concentrem no canal auditivo por meio de reflexões. Assim, as ondas sonoras são levadas até o tímpano, membrana que separa o ouvido externo do ouvido médio. Este então oscila com variações de pressão, transmitindo esse impulso para o ouvido médio.

Quando a onda chega ao **ouvido médio** por meio de transmissão pelo tímpano, há 3 ossículos, chamados de **martelo, bigorna e estribo**, acoplados entre si como um sistema mecânico, que transportam as vibrações à janela oval que separa o ouvido médio do interno. Estes ossículos estabelecem um sistema de alavanca que transforma vibrações de pequenas amplitudes do tímpano em oscilações de pressão de grandes amplitudes no líquido que preenche o ouvido médio. Portanto o tímpano e os ossículos configuram um ótimo sistema de acoplamento entre o ar e o líquido (VUOLO; FRANCO, 2004).

Os ossículos possuem alguns músculos que tem funções de abrandar vibrações de grandes amplitudes, que podem a vir causar danos ao ouvido, mas esse mecanismo tem suas limitações, não sendo suficientemente veloz para proteger no caso de sons muito intensos e rápidos, como no caso de uma explosão próxima (VUOLO; FRANCO, 2004). Por isso, algumas pessoas que passaram por traumas de explosão muito intensa, mas sobreviveram, podem ficar surdas.

Por último temos o **ouvido interno** que está diretamente ligado ao encéfalo pelo nervo auditivo, órgão responsável por decodificar os impulsos elétricos no nosso cérebro. Sem ele não seria possível identificar os sons. É o ouvido interno que transforma sons em impulsos elétricos através da cóclea (RUI; STEFFANI, 2006).

Nessa membrana está situado um órgão que é responsável pela captação dos diversos sons, chamado de Órgão de Corti. Quando esse órgão recebe sons por meio de oscilações da membrana basilar, seus componentes que parecem com bastões com aspectos de pelos começam a se movimentar, dessa forma, são enviados impulsos elétricos para o nosso cérebro para o córtex auditivo (parte do cérebro) (ver Figura 22), fazendo com que percebamos como som. Assim, quando ouvimos uma música ou um conjunto harmônico de um instrumento musical, reagimos através de emoções e sentimentos pessoais distintos, como sensação de paixão, alegria, tristeza, saudade dependendo da melodia ou estilo musical que está se ouvindo (WALKER, 2008).

Figura 22 – Córtex auditivo.



Fonte: [http://3.bp.blogspot.com/-tPDSX\\_FNmGI/Up8hCCDy-PI/AAAAAAAAACWI/bZJFtuYC7E4/s1600/1471261\\_677703205596198\\_888153087\\_n.jpg](http://3.bp.blogspot.com/-tPDSX_FNmGI/Up8hCCDy-PI/AAAAAAAAACWI/bZJFtuYC7E4/s1600/1471261_677703205596198_888153087_n.jpg)

**Que tal baixar um aplicativo para entender melhor esse processo de percepção?**

Há um aplicativo chamado “*mozaik 3D interactive*” que você pode baixar no celular para compreender melhor, em uma perspectiva visual tridimensional, o que foi descrito nesta seção.

Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rendernet.hearing>

Agora que já discutimos as três etapas, desde a produção, passando pela transmissão até a percepção, vamos discutir um pouco sobre como a música tem sido usada na sociedade como meio de comunicação.

#### 5.1.4 Comunicação

*Nesta seção vamos buscar respostas à pergunta: **A música pode ser utilizada como via de informação e comunicação?***

A importância da música como meio de comunicação ao longo da história da humanidade é inegável. Uma análise mais cuidadosa dos conteúdos veiculados que chegam até nós pode mostrar a influência que as músicas podem ter na formação de opiniões, sustentação de poderes ou relações de consumo, por exemplo. Dessa forma, podemos dizer que a música, além de sensações, pode desencadear também nos ouvintes ações concretas que podem influenciar diretamente suas vidas pessoais ou coletivas e esse potencial da música tem sido usado de diversas formas, como veremos a seguir.

Os fatos históricos mostram que o período do regime militar no Brasil, que iniciou em 1964 e perdurou até por volta de 1988, foi um dos mais dolorosos da história no nosso país, pois ocorreram graves violações de direitos humanos (LEAL, 2012). Massacres, torturas, dor, sofrimento e morte daqueles que lutavam e defendiam a liberdade de expressão foi marcante nesse período da história do país.

Nesse período a Música Popular Brasileira (MPB) foi um dos meios mais utilizados pelos artistas como protesto às ações do governo e, por isso, muitos foram perseguidos, torturados, exilados ou até mortos (BERNARDO, 2007). As músicas produzidas nesse período precisavam passar por censura para serem divulgadas, pois qualquer sinalização de que havia um protesto contra o regime vigente era considerado subversão e impedido de circular entre a população. Assim, muitas canções produzidas na época que tinham finalidade de protesto eram apresentadas de forma velada, sutil, e isso só era possível devido a liberdade poética que a música proporciona, onde ela pode ser transcrita utilizando o sentido figurado e transmitir mensagens por entrelinhas. Dessa forma, os artistas podiam mostrar ao povo o que estava ocorrendo por trás dos bastidores deste período (LIMA, 2016).

Muitos compositores artistas como Caetano Veloso, Geraldo Vandré, Chico Buarque e tantos outros utilizaram esse padrão de protesto neste período, sendo conseqüentemente alvos dos militares. Por meio da história podemos ver os impactos deixados pela ditadura militar no nosso país, e assim podemos perceber a importância que a música teve nesse período como fonte de informação e comunicação, tanto para os que vivenciaram o período sombrio naquela época, quanto para nós nos dias atuais que podemos conhecer um pouco mais sobre esses acontecimentos por meio das canções.

A música também tem sido usada para divulgação de trabalhos, produtos, empresas etc. Assim, os constantes avanços nos meios de comunicação têm mudado a forma e as prioridades das campanhas publicitárias, principalmente em se tratando de música. Artistas independentes e as diversas empresas têm se apropriado de plataformas digitais como *youtube* para divulgar seus trabalhos, conseguindo o devido sucesso quando há investimentos maiores em produção, utilizando estratégias para divulgação de produtos musicais e shows (CHAVES, 2012).

Chaves (2012) apresenta a história e o papel desempenhado pelos *jingles* publicitários (mensagem publicitária cantada) que, segundo o autor, surgiram na década de 1920 na cidade de Minneapolis (EUA), onde teve grande popularidade, atraindo cada vez mais consumidores para os produtos que anunciava. A marca *Wheties*, que deu início à proposta, se tornou uma das mais vendidas nos Estados Unidos. Os jingles utilizam músicas nos anúncios de produtos com intuito de ser



facilmente decorado e lembrado, o que é usado frequentemente nas rádios contemporâneas.

No Brasil o primeiro *jingle* chegou na rádio em 1932 no programa de Ademar Casé na divulgação de uma padaria (Padaria Bragança), e teve grande aceitação por parte da população. A partir daí essa ferramenta foi criando outras identidades, sendo adaptada à cultura brasileira. Até os dias atuais as agências de publicidade recorrem às músicas prontas para embalar os produtos que precisa divulgar.

No meio político o *jingle* também está presente. Em 1960 o jingle “*Varre, varre, vassourinha*” ficou bastante conhecido na campanha presidencial de Jânio Quadros e em 1989 o *jingle* “Sem medo de ser feliz” do então candidato Lula, foi cantando por artistas como Chico Buarque, Djavan e Caetano Veloso (CHAVES, 2012).

Um recurso bastante utilizado nas emissoras de televisão e rádio em suas programações, e também para divulgação das publicidades de seus patrocinadores, é o das *vinhetas*, que representa uma breve representação sonora. Na TV geralmente vem acompanhada de uma animação em vídeo; nas rádios é presente um efeito sonoro ou uma frase cantada. O objetivo principal das vinhetas é de dar suporte à divulgação dos programas, serviços ou produtos e elas aparecem normalmente nos encerramentos e aberturas de programas e filmes, nos intervalos, ou entre dois anúncios. Na televisão elas servem para reforçar o caráter autorreferencial do veículo de comunicação e remetem diretamente às programações da emissora. A produção de uma vinheta segue alguns critérios e é necessário definir o estilo ideal de acordo com o que se pretende anunciar; em seguida é escolhido o formato, ou seja, se será usada música de fundo, uma frase com música, ou apenas um curto tema sonoro (CHAVES, 2012).

Chaves (2012) apresenta outro recurso que também auxilia nos meios de comunicação: os *temas*. Geralmente os programas de TV e rádios apresentam algum fundo musical maior que as vinhetas, que representam a identidade do programa ou jornal, e são muito utilizados nas aberturas ou nos créditos finais. Os temas servem para atrair o telespectador ou ouvinte. Seja como for, toda programação de jornal, novela ou filme tem um tema que remete ao programa, sendo associada quando executada. Os desenhos animados apresentam seus temas e são marcados e lembrados frequentemente por estes (CHAVES, 2012).

Tão importante quanto os temas são as *trilhas sonoras* que são expressas por meio de músicas já gravadas anteriormente ou uma música sob encomenda para filmes, video games ou desenhos animados por exemplo. Na escolha é fundamental que o profissional de comunicação conheça e reconheça as trilhas, assim como os temas, e faça a devida associação com as histórias e personagens para usá-las adequadamente para promover a empatia e identificação de imediato com o público.

Podemos ver aqui vários exemplos do uso do recurso musical como objeto de comunicação, por meio de canções de protesto, anúncios que incentivam o consumo como no caso dos jingles, marketing usando temas, trilhas sonoras, etc. Assim, percebe-se que a música pode também ser utilizada para diferentes finalidades em nossa sociedade.

## **5.2 Possibilidade de aplicação do texto pelos professores na perspectiva temática**

Nesta seção será apresentada uma sugestão para os professores de como utilizarem o texto didático em suas aulas em uma perspectiva temática nas 3 etapas de Brito e Gomes (2007) já discutidas na seção de “Ensino de Física Através de Temas” deste trabalho. Como a proposta é interdisciplinar a ideia é que seja utilizada em Ciências da Natureza no ensino médio ou final do fundamental ou em outras áreas que busquem articulações com a Física, se assim desejarem. O texto didático “Física e Música – Produção, Transmissão, Percepção”, nesse caso, serviria para leitura dos estudantes na segunda etapa (Aprofundamento), como será apresentado a seguir.

### **1ª etapa: Apresentação do Tema**

Nesta etapa, com base nas orientações de Brito (2004) e Brito e Gomes (2007), sugere-se que o(a) professor(a) apresente o tema de modo a motivar os alunos, fazendo perguntas relacionadas ao tema e coletando hipóteses dos estudantes, por meio de uma aula dialogada. É importante registrar de alguma forma esses conhecimentos prévios dos alunos para que possam ser trabalhados no segundo momento.

Esse processo deve ser feito com cautela para que as perguntas não sejam respondidas todas inicialmente, para que os estudantes possam sentir necessidade de pesquisas, leituras na fase de aprofundamento e produção-avaliação. Esse é uma forma de estimular a autonomia do estudante.

Podem ser usados no diálogo desta primeira etapa situações/questionamentos que aparecem no texto didático, bem como outras que os professores julguem como necessárias. Criamos uma apresentação para esta etapa que pode ser acessada e utilizada livremente, caso seja interesse dos professores. Ela se encontra disponível em: <https://view.genial.ly/61fde151f99626001961c210>.

## **2ª etapa: Aprofundamento**

Nesta etapa, sempre de forma dialógica e considerando o que os estudantes trouxeram de conhecimento na primeira etapa, os professores podem explorar o texto didático com os estudantes. Pode sugerir a leitura ou fazer uma leitura coletiva. Ao longo do texto são indicadas algumas atividades complementares para os estudantes fazerem. Ao longo desse processo já poderá ser possível verificar o envolvimento e compreensão dos estudantes e usar como parte da avaliação. Nessa fase o professor pode complementar a leitura do texto como julgar necessário.

É natural que no decorrer das discussões com os alunos surjam questões que o(a) professor(a) ainda não tenha conhecimento, por isso é essencial que o(a) educador(a) leia antecipadamente o material didático e esteja preparado para essas situações e possivelmente responder a essas dúvidas, mas deve deixar ciente seus alunos de que está ali para aprender junto com a turma em cima de seus questionamentos e curiosidades e que assim todos aprenderão juntos.

Desse modo acredita-se que os professores têm a chance de ressignificarem os conteúdos de Física, em uma nova perspectiva, e associados a outras situações que diferem de uma abordagem isolada do conteúdo, como é característico do ensino tradicional.

A resolução de exercícios pode se fazer presente também neste momento ou ao final das 3 etapas da proposta, desde que as questões tenham relação com o tema e não cobrem os conteúdos de forma isolada. Há diversas questões disponíveis em provas na internet que podem ser usadas para esse contexto.

### 3ª etapa: Produção-avaliação

Nessa etapa os professores podem sugerir alguma produção aos estudantes de forma a complementar o que eles estão aprendendo e estimular a autonomia. Indica-se preferencialmente o trabalho em pequenos grupos para que os alunos possam interagir, produzir e apresentar algo construído por eles. Há várias possibilidades, tais como peças teatrais, uma música, seminários, projeto de investigação com alguma questão que ainda não tenha ficado completamente clara, enfim.

O ideal é que além da exposição também seja elaborada uma produção escrita por parte da equipe para que se desenvolva a expressão escrita e falada da língua portuguesa. Essas atividades representariam a maior parte da avaliação da proposta, mas sem desconsiderar as avaliações feitas nas etapas anteriores.

Uma possibilidade que engloba tanto produção escrita quanto exposição, nesta etapa, seria uma proposta apresentada por Melo (2020) para promoção da alfabetização científica, que é o uso do objeto de aprendizagem “música controversa” (MC). Ela se caracteriza

(...) pela formação de duas músicas ou paródias construídas sob a mesma temática. É a temática que conduz a criação de cada música ou paródia e o tema precisa carregar consigo um aspecto controverso para que cada composição revele o antagonismo de crenças, valores e sentimentos de cada grupo de atores (MELO, 2020, p. 128).

Apesar da proposta de Melo (2020) neste artigo ser direcionada a estudantes de graduação, a proposta pode também ser utilizada na educação básica com as devidas adaptações. Além disso, podemos entender a proposta temática como um meio para a promoção da Alfabetização científica, o que vai ao encontro do que prevê a BNCC e o novo ensino médio. Lorenzetti (2000 apud MELO, 2020) também ressalta que a linguagem musical pode ser usada como uma facilitadora da aprendizagem e de promoção da alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. Na página 129 do artigo de Melo (2020) podemos ver um exemplo de Música controversa.

Uma outra pesquisa complementar que poderá gerar boas discussões com a turma, para os jovens desenvolverem nesta 3ª etapa, é sobre “O uso frequente dos fones de ouvido e riscos associados a esse hábito”. A partir desse tema poderia ser elaborada uma questão de investigação e os estudantes trazerem para discussão em sala fatores importantes para a saúde auditiva, já que é um hábito frequente entre os jovens. Quanto a este tema há um vídeo que pode ajudar nas primeiras discussões com a turma, que se encontra disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dit29xZidRA>. A busca de outras fontes seguras de pesquisa referentes ao tema também são importantes para amparar as discussões, bem como a compreensão dos aspectos científicos (físicos, biológicos), que podem levar aos problemas de saúde.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação básica vem passando por constantes mudanças e com ela vem novos desafios para os professores. Por um lado, a mudança agrada alguns e desagrade a outros, mas a implementação de metodologias ativas, que valorizem os conhecimentos prévios dos estudantes, que tenham a interdisciplinaridade e a contextualização como norteadoras ganham cada vez mais espaço nas legislações educacionais. Assim, se faz necessário acompanhar esses processos no ensino básico.

Este trabalho teve o objetivo de apresentar o tema Física e Música usando uma abordagem temática, de modo que o texto apresentado possa servir de suporte didático para a discussão do tema na educação básica. Assim, nos resultados esse texto foi apresentado buscando os conteúdos à medida da necessidade de explicar o contexto, como prevê o EFAT, referencial teórico que sustentou essa produção. A construção desse texto se deu por meio de um processo investigativo pelo autor, pois partiu-se de quatro questões norteadoras que deram origem às seções do texto referente à PRODUÇÃO, TRANSMISSÃO e PERCEPÇÃO, bem como promover discussões sobre a Música e seu papel social, tendo a COMUNICAÇÃO como foco na discussão desta última seção. Os aspectos históricos ajudaram a discutir esse papel da música na sociedade. Por fim, foi apresentada uma proposta aos professores para abordagem do tema usando as 3 etapas do EFAT sugeridas por Brito (2004) e Brito e Gomes (2007). Dessa forma, entende-se que os objetivos foram atingidos.

Por meio deste trabalho foi possível entender um pouco deste processo de construção de uma proposta didática temática, que não é simples, pois requer engajamento, criatividade e muito amor no ato de educar. Infelizmente para este trabalho não foi possível ainda a aplicação do material com os estudantes, mas são planos para trabalhos futuros a abordagem desse tema na educação básica e espera-se que os professores se sintam motivados a aplicá-lo.

Ao final deste trabalho percebe-se que a contextualização e a interdisciplinaridade são algumas características que devem estar presentes no ensino de Ciências da Natureza/Física para proporcionar um ensino de qualidade aos educandos e que tenha mais significado na vida deles. É claro que isso vai

muito mais além, pois envolve diversos fatores para se alcançar essa qualidade educacional, essa visão interdisciplinar. Mas começar a entender esse processo e produzir um texto que faça esta articulação já é um passo importante para a mudança.

Com o novo Ensino médio chegando às escolas, algumas metodologias mais tradicionais, focadas apenas no conteúdo de forma isolada vão ficando para trás e precisamos aprender a trabalhar nesse novo contexto. Este trabalho tem o objetivo de estar alinhado com esse novo modelo de ensino e esse foi um dos grandes desafios no decorrer de sua construção, buscando sempre estabelecer relações com outras áreas do conhecimento e fugindo de métodos arcaicos que somente matematizam os conteúdos sem uma discussão teórica mais profunda, além de colocarem o professor como o centro, o único responsável por trazer os conhecimentos aos estudantes para a sala de aula.

A finalidade do material didático construído deve ser o de despertar o aluno passivo para o ativo, fazendo com que os mesmos possam, ao mesmo tempo, compreender conhecimentos básicos de Física e outras áreas que são importantes para o seu dia a dia, estimular a investigação e em cima de suas dúvidas e questionamentos possam ser agentes do seu próprio conhecimento, formando assim pessoas críticas.

Esse material também tem o objetivo de proporcionar ao professor uma nova ferramenta pedagógica como auxílio em suas aulas, proporcionar um conhecimento extra, um caráter dinâmico, contextual, mas nem por isso livre das equações, mas dando sentido a elas dentro de um contexto que as pede. Espera-se que os objetivos propostos tenham ficado claros aos leitores que irão utilizar os textos e espera-se que o material e a proposta sejam úteis a todos os professores que desejarem começar ou dar continuidade a um processo de mudança na maneira de conceber o ensino de Ciências da Natureza/Física nas escolas.

## REFERÊNCIAS

- AGUILAR, P. **A flauta doce no Brasil-da chegada dos jesuítas à década de 1970.** Orientadora: Mônica Isabel Lucas. 2017. 258 f. Tese (Doutorado em Música) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no Enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n.1, p. 67-84, 2009.
- BARROS, M. D. M.; ZANELLA, P. G.; JORGE, T. C. A. A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? analisando concepções de professores da educação básica. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte. v. 15. n. 01. p. 81-94. jan-abr. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/qVct7nwKmwBK6pBWjWV5thq/>. Acesso em: 04 fev. 2022.
- BERNARDO, C. J. **A MPB como recipiente de protestos contra a ditadura militar: as metáforas, carregadas de vozes contra o regime autoritário.** 2007. 38 f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- BONJORNO, J. R; CLINTON, M. R. **Física: termologia, óptica, ondulatória.** 3. ed. São Paulo: FTD, 2016. v. 2.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: arte e música.** Brasília: Ministério da Educação, 2017.
- BRASIL. **PCN ensino médio +: orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Física.** Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- BRITO, L. Ensino de física através de temas: uma experiência na formação de professores de ciências. *In*: CONGRESSO NORTE/NORDESTE DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS, 7., 2004, Belém. **Anais [...].** Belém: 2004.
- BRITO, L. P.; GOMES, N. F. O Ensino de física através de temas no atual cenário do ensino de ciências. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2007, Florianópolis. **Anais [...].** Florianópolis: 2007.
- CARDOZO, L. C. **O ensino de física através dos instrumentos musicais.** Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/7335>. Acesso em: 06 fev. 2022.
- CHAVES, A. J. **Comunica e música.** Rio de janeiro: Clube de Autores, 2012. 96 p.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992. 181 p.



DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. PERNAMBUCO, M. M. C. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GOMES, N. F. **Ensino de física através de temas regionais.** Belém: UFPA, 2005.

LEAL, R. G. **Verdades, memórias e justiça no Brasil: responsabilidades compartilhadas: morte, tortura, sequestro e desaparecimento de pessoas no regime militar brasileiro: de quem é a responsabilidade?** Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012.

LIMA, A. **A música como fonte de informação no período da ditadura militar no Estado do Ceará.** Monografia (Graduação em Biblioteconomia) - Universidade Federal do Ceará, Curso de Biblioteconomia, Fortaleza, CE, 2016.

MARQUES, E. S.; MENDES, M. R. **Física e música: o uso de instrumentos musicais como recurso didático para uma abordagem lúdica dos fenômenos físicos envolvidos na produção e propagação do som.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifap.edu.br:8080/jspui/handle/prefix/343>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MELO, M. G. A. A Música controversa como instrumento de alfabetização científico-tecnológica: um arquétipo de objeto de aprendizagem no ensino de ciência. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, MT, v.15, n. 3, 2020.

NUSSENSZVEIG, H. M. **Curso de física básica: fluidos, oscilações, ondas, calor.** São Paulo: Edgar Blucher, 2002.

OKUNO, E.; CALDAS, I.; CHOW, C. **Física para ciências biológicas e biomédicas.** São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1982.

OLIVEIRA, A. L. *et al.* **Fenômenos ondulatórios e os instrumentos musicais: ensino por meio dos três momentos pedagógicos.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2018. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/8863>. Acesso em: 02 fev. 2022.

RUI, L. R.; STEFFANI, M. H. Um Recurso didático para ensino de física, biologia e música. *In: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 1., 2005, Porto Alegre, RS. **Atas [...]**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

SANTOS, J. M. Aspectos acústicos e fisiológicos do sistema ressonantal vocal como ferramenta para o ensino-aprendizagem do canto lírico. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUANDOS EM MÚSICA*, 1.; *COLÓQUIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA DA UNIRIO*, 15., 2010, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SIMPOM, 2010.

VENTURA, J. A. P. S. **Biofeedback da voz cantada**. Orientador: Aníbal Ferreira. 2011. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2011.

SOARES, D. N. **O ensino de acústica através do uso de instrumentos musicais: uma proposta de ensino utilizando os 3 momentos pedagógicos**. Orientador: Aldieris Braz Amorim Caprini. 2018. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, ES, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1298>. Acesso em: 10 fev. 2022.

VALENTE, L.; ALVES, J. **Poluição sonora no município de Breves: aspectos físicos e sociais**. Breves-Pará: UFPA, 2005.

VUOLO, J. H.; FRANCO, H. **Audição humana**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: [http://fap.if.usp.br/~vvuolo/A%20-%20HOME%20-%20Fisica/AA%20-%20Peninha%20Final/audicao\\_humana.pdf](http://fap.if.usp.br/~vvuolo/A%20-%20HOME%20-%20Fisica/AA%20-%20Peninha%20Final/audicao_humana.pdf). Acesso em: 10 fev. 2022.

WALKER, J. **O Circo voador da física**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 354 p.

WELCH, G. F.; PRETI, C. O canto como comunicação interpessoal e intrapessoal. **Orfeu**, Florianópolis, SC, v. 3, n. 1, p. 197-229.2018.