

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS CANOAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE
NACIONAL – PROFMAT**

**ESTATÍSTICA E MÚSICA: UMA PROPOSTA PARA O CÁLCULO DA MÉDIA
ARITMÉTICA UTILIZANDO AS FREQUÊNCIAS DAS NOTAS MUSICAIS**

Discente: Bruno Bastos Braga
Orientador: Prof. Dr. Bruno Brogni Uggioni

Produto Educacional

**CANOAS
2026**

RESUMO

Este produto educacional apresenta uma alternativa de ensino do conceito de *Média Aritmética* a partir de dados musicais como a frequência sonora das notas quando emitida por estudantes quando cantam. Trata-se de um método interdisciplinar Físico – Matemático – Musical que pode contribuir para a aprendizagem dos alunos. Para tanto, duas aulas foram preparadas. Inicialmente é utilizado um questionário para verificar o quanto os estudantes tem de conhecimento sobre música e sobre estatística. Posteriormente, são propostos dois exercícios introdutórios aos conteúdos estatísticos: média, moda, mediana e desvio padrão; uma prática musical na qual os alunos cantam algumas notas em coro da canção *Twist and Shout* do conjunto musical *The Beatles* e ao fim da segunda aula, um último questionário é sugerido, idêntico ao primeiro. Esta prática é sugerida para alunos do 9º ano do ensino fundamental e faz uso de afinadores on-line para medir as frequências das vozes dos estudantes e o *Google Sheets* para a realização do cálculo da média aritmética.

Palavras chave: Estatística; Média Aritmética; Frequência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Monocórdio	12
Figura 2: Primeiro exercício da atividade prática.....	21
Figura 3: Segundo exercício da atividade prática.....	22
Figura 4: Afinador do Cifra Club.....	23

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Frequência das notas Musicais em Hz.....	14
Quadro 2: Primeiro Exercício da Atividade.....	147
Quadro 3: Segundo Exercício da Atividade.....	147
Quadro 4: Frequência anotadas pelos alunos em Hz.	24
Quadro 5: Frequências Transpostas em Hz.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 METODOLOGIA DE PESQUISA E COLETA DE DADOS	8
2.1 Procedimentos de Pesquisa Teórica.....	8
2.2 Procedimentos de Pesquisa de Campo	9
2.3 Metodologia de Análise dos Dados.....	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
4 METODOLOGIA DE ENSINO DA ATIVIDADE PROPOSTA	16
4.1 Sequência Didática	16
4.2 Relato de Experiência da Atividade Proposta	19
4.3 Uma Reflexão sobre a Metodologia de Ensino que Embasou a Proposta.....	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICE A – Questionário Investigativo	34

1 INTRODUÇÃO

A música tem a capacidade de aproximar as pessoas com ideologias e pensamentos diferentes. Diferentemente do esporte, por exemplo, onde, salvo raras exceções, torce-se apenas para uma equipe e despreza-se as demais, na música a identificação com um estilo musical não impede a admiração por outros ritmos. Religião e política também são exemplos de unicidade de escolhas e são motivos de discussões por vezes violentas; não é esperado que isso ocorra por motivos musicais.

Difícilmente ocorrerá que um estudante não goste de ouvir nenhum tipo de música; alguma canção deve lhe ser agradável ao ouvido. Pensando nisso, neste trabalho pretende-se unir teoria musical ao ensino de matemática, mais precisamente à compreensão do conceito de *Média Aritmética*, já que os métodos tradicionais de ensino podem causar desconforto em alguns estudantes (Freire, 1970).

Sabe-se que este conceito estatístico é uma ferramenta de imensa importância na análise de dados que auxiliam na gestão financeira das empresas e das famílias, como no cálculo da previsão dos gastos ou receitas. Dessa forma, este trabalho propõe uma atividade na qual os estudantes do 9º ano do ensino fundamental tentam cantar afinadamente algumas notas de determinado trecho da música *Twist and Shout* da banda *The Beatles*, e após uma aferição das frequências obtidas, eles devem calcular a *Média Aritmética* das frequências das vozes de todos os estudantes participantes para comparar com a frequência original da música, a fim de responder o seguinte problema: é verdadeira ou ilusória a percepção de que, em um espetáculo musical qualquer, a plateia parece cantar afinadamente mesmo nela havendo pessoas desafinadas? Com a amostra da sala, que é de aproximadamente 30 alunos, é esperado que a média aritmética das frequências resulte em um valor próximo à frequência original, dando sentido ao problema em questão.

Além do objetivo geral, este trabalho também se estrutura em objetivos específicos que orientam a construção da proposta didática e a análise dos dados produzidos. Primeiramente, busca-se investigar de que maneira a utilização das frequências das notas musicais pode favorecer a compreensão das medidas estatísticas de tendência central, especialmente da *Média Aritmética*, no contexto do 9º ano do Ensino Fundamental. Além disso, pretende-se analisar se a experiência musical coletiva contribui para a aprendizagem significativa desses conceitos, observando como os estudantes articulam suas percepções auditivas com a

interpretação numérica dos dados. Por fim, objetiva-se verificar se a vivência prática com ferramentas digitais — como afinadores e planilhas eletrônicas — potencializa o engajamento e o raciocínio crítico dos alunos, aproximando a Estatística de situações reais e interdisciplinarmente relevantes.

Este trabalho está dividido em quatro seções. A primeira, relata a metodologia utilizada na construção deste trabalho. A segunda, trata conceitos musicais e matemáticos necessários para a compreensão da sequência didática desenvolvida na seção seguinte, e, por fim, as considerações finais.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA E COLETA DE DADOS

A presente pesquisa caracteriza-se, na visão de Creswell (2010), como uma investigação de abordagem mista (qualitativa e quantitativa), de natureza aplicada, com objetivo exploratório e interventivo, realizada em contexto escolar real.

A pesquisa de métodos mistos é uma abordagem da investigação que combina ou associa as formas qualitativa e quantitativa. Envolve suposições filosóficas, o uso de abordagens qualitativas e quantitativas e a mistura das duas abordagens em um estudo (Creswell, 2010, p. 27).

O estudo foi desenvolvido a partir de uma proposta interdisciplinar que articula Música, Física e Estatística, buscando compreender como a utilização das frequências sonoras de notas musicais pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos de medidas centrais estatísticas dos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.

A investigação foi estruturada em duas etapas principais: a pesquisa teórica (bibliográfica e documental) e a pesquisa de campo (coleta e análise dos dados).

2.1 Procedimentos de Pesquisa Teórica

A construção do referencial teórico deu-se, inicialmente, por meio de uma busca sistemática na internet por autores e obras que abordassem a relação entre:

- Música e educação;
- Ensino de Estatística na Educação Básica;
- Conceitos físicos relacionados ao som;
- Relação histórica entre Matemática e Música.

As buscas foram realizadas em plataformas como Google Acadêmico, SciELO, ResearchGate, Periódicos CAPES e bibliotecas digitais de universidades, utilizando-se de palavras-chave como: “*ensino de estatística*”, “*música na educação básica*”, “*acústica musical*”, “*frequência sonora*”, “*pensamento estatístico*”, “*Pitágoras e a música*”, “*interdisciplinaridade entre música e matemática*”, entre outras.

A seleção dos autores baseou-se, principalmente, nos seguintes critérios:

- Relevância acadêmica do autor na área investigada;
- Atualidade e consistência teórica do material;

- Conexão direta com o objetivo da pesquisa;
- Reconhecimento e circulação em meios científicos ou educacionais.

Desta busca resultaram referências fundamentais que sustentam o trabalho, tais como os estudos de Freire (1970), Vygotsky (1984), Ausubel (1963), Lopes (2008), Carvalho (2010), Garfield (2002), Halliday, Resnick e Walker (2011), além dos documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018). Esses autores foram essenciais para fundamentar as relações entre ensino, música, física e estatística apresentadas no Capítulo 3 – Referencial Teórico.

Essa etapa permitiu construir o embasamento conceitual necessário para a elaboração da sequência didática descrita no Capítulo 4 e para a definição dos instrumentos de coleta de dados utilizados na pesquisa de campo.

2.2 Procedimentos de Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo foi realizada em uma escola de Ensino Fundamental no município de Canoas – RS, com uma turma de 9º ano composta por 26 estudantes participantes. A coleta de dados ocorreu em dois encontros presenciais, totalizando 3h40min, e utilizou três instrumentos principais:

1. Questionário diagnóstico inicial: aplicado antes do início da sequência didática, com o objetivo de investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre:
 - Estatística e Média Aritmética;
 - Relação entre Matemática, Música e Física;
 - Opiniões sobre o uso da Música no ensino da Matemática.
2. Planilhas com dados de frequência sonora: durante a atividade musical, cada aluno, utilizando um afinador online, registrou as frequências das notas cantadas em coro. Posteriormente, esses dados foram organizados em uma planilha no Google Sheets, constituindo um banco de dados quantitativo para análise estatística (média e desvio padrão). Esses valores passaram, posteriormente, por um processo de transposição de oitavas, a fim de garantir a coerência matemática e musical das análises, conforme será descrito na seção 4.
3. Questionário final: o mesmo questionário inicial foi aplicado novamente após a realização da atividade, com a finalidade de verificar:

- A compreensão do conceito de Média Aritmética;
- A percepção dos alunos sobre a relação entre Música e Matemática;
- A contribuição da atividade para o aprendizado;
- O nível de engajamento e interesse gerado pela proposta interdisciplinar.

Todos os procedimentos foram realizados respeitando os preceitos éticos da pesquisa em educação (processo de número 91209225.1.0000.8024), com a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) pelos estudantes conforme exigido pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP).

2.3 Metodologia de Análise dos Dados

A análise dos dados ocorreu de forma complementar, envolvendo procedimentos quantitativos e qualitativos:

1. Análise quantitativa: consistiu no tratamento estatístico dos dados de frequência sonora registrados nas planilhas. Foram calculadas:
 - Média aritmética;
 - Desvio padrão.

Esses resultados foram comparados com as frequências musicais esperadas das notas de referência, permitindo verificar o fenômeno da convergência das vozes para a média, conforme apresentado na seção 5. Essa etapa fundamenta-se nos princípios da estatística descritiva (TRIOLA, 1999).

2. Análise qualitativa: foi realizada a partir das respostas dos questionários inicial e final, buscando identificar:
 - Mudanças na compreensão conceitual;
 - Evidências de aprendizagem significativa;
 - Desenvolvimento do pensamento crítico e interdisciplinar;
 - Ampliação do interesse e da percepção sobre a presença da Matemática em fenômenos reais.

As respostas foram organizadas em um quadro do *Google Sheets* e interpretadas à luz da literatura educacional, especialmente nas perspectivas dos autores devidamente referenciados neste trabalho.

Essa escolha metodológica permitiu uma compreensão mais ampla da aprendizagem dos estudantes, não apenas em termos numéricos, mas também em

relação às mudanças de percepção, postura e significado atribuídos ao conhecimento matemático.

A proposta aqui delineada se fundamenta nas Metodologias Ativas, com destaque para a *Aprendizagem Baseada em Problemas* (PBL). Na PBL, o ponto de partida é um problema real, que instiga a investigação por parte dos alunos (Bergmann; Sams, 2016). De acordo com Moran (2015, p. 24), “o uso de situações reais desafia os alunos e amplia a motivação para aprender, ao mesmo tempo em que desenvolve competências cognitivas e sociais”. Nesse sentido, o uso de dados vocais reais de um coral representa uma oportunidade de conectar a *Estatística*, a *Música* e a *Ciência* em uma experiência interdisciplinar. A proposta deste trabalho também se fundamenta na teoria da *Aprendizagem Significativa* de Ausubel na obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* de 1963. Segundo o autor, a aprendizagem ocorre de forma mais profunda quando novos conhecimentos se relacionam de maneira não arbitrária com conceitos já presentes na estrutura cognitiva do aluno. Dessa forma, o estudante não apenas memoriza informações, mas constrói novos significados a partir da integração entre conhecimentos prévios e novos conteúdos apresentados (Ausubel, 1963). Nesse sentido, ao utilizar elementos familiares aos estudantes — como a própria voz, o canto coletivo e a percepção sonora — a atividade proposta favorece a ancoragem de conceitos estatísticos em experiências concretas do cotidiano. Assim, a média aritmética deixa de ser apenas um procedimento algébrico e passa a representar um fenômeno observável na prática musical. Assim, a análise dos dados quantitativos e qualitativos, articulada com o referencial teórico, possibilitou responder ao problema central da pesquisa e fundamentar as reflexões apresentadas nos capítulos posteriores.

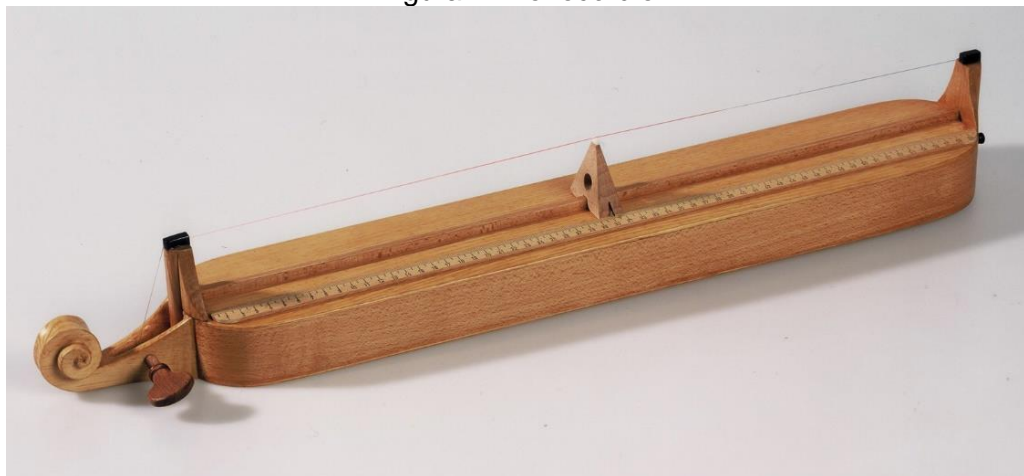
A próxima seção traz alguns conceitos musicais e matemáticos bem como a relação entre elas descoberta por Pitágoras de Samos (570 a.C – 495 a.C) para a compreensão da atividade descrita na seção seguinte.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A intersecção entre *Música* e *Matemática* tem raízes na Antiguidade, e uma das figuras centrais nesse encontro é Pitágoras de Samos, filósofo e matemático Grego que viveu entre 570 a.C. a 495 a.C. Mais conhecido por seu famoso teorema geométrico¹, Pitágoras também foi um pensador que procurou descobrir uma ordem racional e matemática por trás dos fenômenos naturais e, particularmente, da música. Através do *Monocórdio*, um instrumento similar a um violão com apenas uma corda, ele demonstrou que há uma relação proporcional entre os sons musicais e os comprimentos das cordas que os produzem (Abdounur, 2014). Este experimento fundamentou os princípios das escalas musicais e estabeleceu uma conexão entre a matemática e a música — uma ponte que, com criatividade pedagógica, pode se estender até o ensino da estatística.

O Monocórdio é um dos instrumentos mais emblemáticos da história da ciência e da música. Sua importância transcende a prática musical e entra no campo da experimentação científica e filosófica. Trata-se, essencialmente, de uma corda esticada sobre uma caixa de ressonância, com uma escala graduada (régua) ao longo de seu comprimento.

Figura 1: Monocórdio



Fonte: <https://musica.ufmg.br/padovani/edu/2020s1-harmonia/aula-02.1.php?print>

A divisão dessa corda em diferentes segmentos permite produzir sons de frequências variadas, cuja relação é diretamente observável e mensurável. Pitágoras

¹ O teorema de Pitágoras afirma que em um triângulo retângulo a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa desse triângulo.

teria descoberto que quando o comprimento da corda é inteiro (1), ela emite uma nota base com uma certa frequência (por exemplo, a nota Lá, com 110 Hz). Quando a corda é dividida na metade do comprimento a frequência resultante é o dobro da frequência anterior (Lá com 220 Hz). Com a proporção de $2/3$, obtém-se uma quinta justa (a quinta nota acima da nota Lá de 220 Hz é a nota Mi, com 330 Hz), e com $3/4$, uma quarta justa (quarta nota acima de Lá de 220 Hz é a nota Ré, com 294 Hz).

De acordo com a física do som, quando duas frequências possuem razões simples — como $2/1$ (oitava), $3/2$ (quinta) ou $4/3$ (quarta) — suas ondas sonoras apresentam coincidências periódicas que produzem interferências construtivas, resultando em sensação de consonância e harmonia (Rossing; Moore; Wheeler, 2014).

Essas relações são simples e baseadas em números racionais pequenos, o que, segundo os pitagóricos, indicava uma harmonia matemática no próprio universo (Godwin, 1993). Ainda segundo o autor, a música não era apenas uma forma de arte: era a manifestação sensível de leis matemáticas universais. O monocórdio ofereceu aos pitagóricos a primeira evidência experimental de que fenômenos aparentemente subjetivos (como o som agradável) poderiam ser explicados por meio de relações numéricas objetivas. Isso representou uma revolução no pensamento: pela primeira vez, emoções e sensações humanas (como a percepção da harmonia musical) foram colocadas sob investigação matemática. Essa concepção influenciou o desenvolvimento da teoria musical ocidental, da construção de escalas à afinação de instrumentos.

Ao introduzir a ideia de que os sons musicais podem ser medidos, classificados e organizados com base em relações matemáticas, Pitágoras abriu caminho para a quantificação da música. Essa abordagem é essencialmente estatística na medida em que busca medir, classificar e interpretar padrões. Na prática musical moderna, os conceitos físicos do som, vistos anteriormente, como a frequência, a amplitude e a ressonância — são quantificáveis e podem ser representados em gráficos, tabelas e médias. Isso demonstra a proximidade entre música e estatística, especialmente no que se refere ao tratamento de informações sonoras.

A seguir, temos um quadro com as frequências das notas musicais entre a primeira oitava (notas mais graves) e a quinta oitava (notas mais agudas) ressaltando que de uma oitava mais grave para a oitava consecutiva, as frequências das notas dobram. O símbolo # (sustenido) representa o aumento da nota em um semitom

(metade do tom que é o intervalo entre uma nota e outra), por exemplo, a nota Dó# é um semitom acima da nota Dó e um semitom abaixo da nota Ré. Esses dados servirão como base para os cálculos da atividade descrita no capítulo seguinte.

Quadro 1: Frequência das notas Musicais em Hz.

1ª oitava		2ª oitava		3ª oitava		4ª oitava		5ª oitava	
Nota	Frequência	Nota	Frequência	Nota	Frequência	Nota	Frequência	Nota	Frequência
Dó	32,7	Dó	65,4	Dó	130,8	Dó	261,6	Dó	523,2
Dó#	34,6	Dó#	69,2	Dó#	138,5	Dó#	277,1	Dó#	554,3
Ré	36,7	Ré	73,4	Ré	146,8	Ré	293,6	Ré	587,3
Ré#	38,8	Ré#	77,8	Ré#	155,5	Ré#	311,1	Ré#	622,2
Mi	41,2	Mi	82,4	Mi	164,8	Mi	329,6	Mi	659,2
Fá	43,6	Fá	87,3	Fá	174,6	Fá	349,2	Fá	698,4
Fá#	47,4	Fá#	94,9	Fá#	189,9	Fá#	369,9	Fá#	739,9
Sol	48,9	Sol	97,9	Sol	195,9	Sol	391,9	Sol	783,9
Sol#	51,9	Sol#	103,8	Sol#	207,6	Sol#	415,3	Sol#	830,6
Lá	55	Lá	110	Lá	220	Lá	440	Lá	880
Lá#	58,2	Lá#	116,5	Lá#	233,1	Lá#	466,1	Lá#	932,3
Si	61,7	Si	123,4	Si	246,9	Si	493,8	Si	987,7

Fonte: <https://fraternidaderosacruz.com/o-piano-as-notas-as-frequencias-e-a-nocao-de-escala-musical/>

Com base nos dados do quadro acima, o estudo das escalas musicais, por exemplo, pode ser convertido em uma análise estatística de frequências sonoras. Cada nota possui mais de uma frequência específica para cada oitava, e as distribuições dessas frequências em uma música ou em diferentes culturas musicais podem ser objeto de análise estatística como a que foi feita com a frequência das vozes dos alunos, durante a aplicação da sequência didática, a ser detalhada mais adiante neste trabalho. Além disso, ao estudar ritmos, padrões de repetição e ocorrências de notas em composições musicais, é possível empregar ferramentas como frequência relativa, moda (nota ou acorde mais recorrente), *Média Rítmica*² e desvios padrão. Tais aplicações são formas naturais de integrar a estatística ao contexto musical. Cabe salientar que entre cada nota há um “salto” no valor das frequências chamado de *Intervalo Musical* (Grillo; Perez, 2016). Os valores que não constam na *Quadro 1* correspondem as frequências que estão “desafinadas”

² Conceito aplicado principalmente em contextos musicais, de movimento corporal ou de análise de ritmo.

harmonicamente, ou seja, se encontram fora dos padrões musicais. Esse conceito será utilizado na análise dos cálculos do *Desvio Padrão* do capítulo 5.

Cabe salientar que, devido à natureza humana da percepção do som, os intervalos do som de tom são percebidos de forma logarítmica, de modo que a “média” natural entre duas frequências é melhor representada pela *Média Geométrica*³ e não a *Aritmética* (Santos; Teotonio; Pereira. 2023). Entretanto, como estamos tratando de conceitos iniciais da Estatística para o Ensino Fundamental, a *Média Aritmética* cumpre melhor esse papel.

Pitágoras não via separação entre arte, ciência e espiritualidade. Para ele, o universo era uma orquestra cósmica regida por proporções matemáticas (Burkert, 1962, p. 369). Hoje, essa visão pode inspirar uma educação interdisciplinar que recuse compartimentos estanques entre saberes. Como afirma Skovsmose (2008), “o ensino da matemática deve ser contextualizado, crítico e refletir sobre os significados sociais do conhecimento”. A compreensão das proporções sonoras foi, em muitos sentidos, o primeiro passo para a quantificação da arte. Ao trazer essa perspectiva para o ambiente escolar atual, é possível construir pontes entre diferentes disciplinas, estimulando nos alunos uma visão integrada do conhecimento.

A próxima seção está dividida em três partes: a primeira descreve a sequência didática, a segunda relata a aplicação da atividade com uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental e a terceira faz uma reflexão sobre a metodologia de ensino utilizada na elaboração desta atividade e a segunda parte a descreve.

³ A média geométrica é pela raiz n-ésima do produto de n números positivos.

4 METODOLOGIA DE ENSINO DA ATIVIDADE PROPOSTA

4.1 Sequência Didática

Roteiro do curso: Matemática, Música e Estatística.

Etapa 1 (20 minutos): Entregar aos alunos o seguinte questionário inicial sem explicações prévias. Solicitar a eles que o respondam em uma folha que será recolhida.

- 1) (Opcional) Você acha que estatística, matemática e música se relacionam ou não? Por quê?
- 2) (Opcional) O que você entende por média? Como poderíamos calcular a média das notas das provas dos alunos da turma?
- 3) (Opcional) Você acha que é possível uma aula de matemática envolvendo estatística e teoria musical? Por quê?
- 4) (Opcional) Em geral, você tem a percepção de que uma plateia em um espetáculo musical canta afinadamente?
- 5) (Opcional) Na sua opinião, como a matemática pode ajudar a entender fenômenos físicos e musicais?

Etapa 2 (20 minutos): Explicar o conceito de média, moda e mediana a partir dos dados do quadro abaixo bem como apresentar as fórmulas para o cálculo dessas medidas estatísticas. O professor resolverá os problemas juntamente com os estudantes.

- 1) O quadro a seguir mostra as notas de uma prova em uma turma de 10 alunos.

Quadro 1: Primeiro Exercício da Atividade.

Aluno	Nota
Aluno 1	5
Aluno 2	7
Aluno 3	8
Aluno 4	5
Aluno 5	7
Aluno 6	7
Aluno 7	6
Aluno 8	10
Aluno 9	7
Aluno 10	8

Fonte: Elaborado pelo(a) autor(a).

Com base nessas informações determine:

- a) a média das notas.
- b) a mediana das notas.
- c) a moda das notas.

Etapa 3 (30 minutos): Explicar o conceito de desvio padrão utilizando um segundo quadro para comparação com a anterior. Prevê-se a utilização de computadores e do *Google Planilhas* para realização dos cálculos. Nessa etapa, os alunos serão convidados a fazer os cálculos dos itens A, B, C e D sozinhos, desacompanhados do professor (que estará de prontidão para sanar eventuais dúvidas).

2) Calcule agora a média das notas de outra turma (quadro abaixo) e compare com a média obtida no exercício anterior e responda às seguintes questões.

Quadro 2: Segundo Exercício da Atividade.

Aluno	Nota
Aluno 1	2
Aluno 2	10
Aluno 3	10
Aluno 4	9
Aluno 5	9
Aluno 6	7
Aluno 7	4
Aluno 8	10
Aluno 9	1
Aluno 10	8

Fonte: Elaborado pelo(a) autor(a).

- a) Se as médias das duas turmas forem iguais, isso significa que as duas turmas tiveram o mesmo desempenho?
- b) Calcule as diferenças entre as notas de cada aluno e a média geral da turma nas duas situações.
- c) Eleve ao quadrado essas diferenças e calcule a média delas.
- d) Tire a raiz quadrada do resultado.

Etapa 4 (10 minutos): Explicar que, nestes exemplos, os desvios padrão resultaram diferentes mesmo com médias iguais, e isso se dá porque na primeira amostra os valores estão mais próximos da média do que na segunda amostra.

Etapa 5 (20 minutos): Explicações iniciais sobre as teorias musicais. Quais são as notas musicais, o que é um sustenido, o que é um bemol e que cada uma dessas notas emite uma frequência. Esta etapa não será muito aprofundada (apenas os conceitos básicos) para não influenciar o julgamento dos alunos na etapa seguinte.

Etapa 6 (40 minutos): Nessa etapa os alunos serão convidados a cantar quatro pequenos trechos da música *Twist and Shout* da banda *The Beatles*, mais especificamente os quatro “ah” do minuto 1:25 até o minuto 1:35. Em posse dos computadores, cada estudante acessará o site do Cifra Club (<https://www.cifraclub.com.br/afinador/>) que irá medir as frequências das quatro notas cantadas (que deveriam coincidir com as frequências de Lá, Dó#, Mi e Sol). Também será solicitado a cada estudante que anote essas frequências num papel e o entregue ao professor, mas sem o seu nome, por motivos éticos e para evitar brincadeiras indevidas.

Etapa 7 (30 minutos): Após a medição das frequências, o professor montará junto aos alunos uma planilha contendo as quatro medições (uma para cada um dos quatro “ah” cantados) e os alunos calculam a média e o desvio padrão de cada uma das notas.

Etapa 8 (30 minutos): Roda de conversa sobre as seguintes questões:

- 1) Compare as médias obtidas nas quatro notas. Elas estão próximas as frequências originais (afinadas)? O que isso significa? (Se estiverem próximas significa que o coro dos alunos parece afinado, ou desafinado caso contrário).
 - 2) Onde entra o desvio padrão nessa atividade? Será que podemos ter um intervalo de afinação?
 - 3) Essa atividade, para você, mostra um exemplo daquilo que nossos ouvidos já nos sugeriam, de que uma plateia de um espetáculo musical parece sempre afinada quando canta acompanhando o vocalista?
 - 4) Alguma pergunta sobre música ou sobre tecnologia educacional ou sobre estatística que julgar relevante.
 - 5) Algumas considerações finais?
- Aqui podem ser explicados mais a fundo outros conceitos musicais.

Etapa 9 (20 minutos): Será pedido aos alunos que respondam novamente o mesmo questionário inicial da primeira etapa para comparação das respostas e verificar se a atividade contribuiu ou não para a aprendizagem dos estudantes.

- 1) (Opcional) Você acha que estatística, matemática e música se relacionam ou não? Por quê?
- 2) (Opcional) O que você entende por média? Como poderíamos calcular a média das notas das provas dos alunos da turma?
- 3) (Opcional) Você acha que é possível uma aula de matemática envolvendo estatística e teoria musical? Por quê?
- 4) (Opcional) Em geral, você tem a percepção de que uma plateia em um espetáculo musical canta afinadamente?
- 5) (Opcional) Na sua opinião, como a matemática pode ajudar a entender fenômenos físicos e musicais?

O próximo item desta seção descreve como foi a aplicação da sequência didática.

4.2 Relato de Experiência da Atividade Proposta

A aplicação desta proposta necessita de no mínimo dois encontros (ou 4 períodos), resultando em três horas e quarenta minutos (3h40) de atividade. Isto

ocorre por diversos fatores como os questionamentos e curiosidades dos estudantes durante as etapas do trabalho, o não conhecimento da música escolhida por alguns deles, etc.

É sugerido que a turma escolhida para a realização da atividade conte com um número razoável de estudante (acima de 20 por exemplo), para uma boa amostragem de dados. O objetivo principal de verificar se é verdade ou ilusória a percepção de que, em um espetáculo musical qualquer, a plateia parece cantar afinada ou próxima da afinação mesmo que haja muitas pessoas desafinadas na mesma. Para isto, foram realizadas algumas etapas descritas a seguir.

Em um primeiro momento, algumas aulas antes da aplicação da atividade, foi descrito aos alunos como a atividade musical se daria e foram entregues a cada estudante o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE), solicitando a ciência e assinatura deles e de seus respectivos responsáveis legais para a realização das atividades conforme solicita o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Estes documentos foram devidamente preenchidos por 28 dos 30 alunos matriculados na turma, entretanto, quatro deles (os dois que não assinaram e mais dois que assinaram) não compareceram nos dias de realização da pesquisa.

Após a devolutiva dos documentos solicitados, tivemos o primeiro dia da prática. Inicialmente foi entregue aos alunos um questionário investigativo (Apêndice A) com algumas perguntas sobre estatística, matemática e música, sem qualquer explicação inicial do professor, a fim de averiguar o quanto os estudantes tinham de conhecimento prévio. Cada um deles tinha a opção de não responder a nenhuma das questões caso quisessem. A ideia aqui era verificar o que eles entendiam por média, como procederiam se tivessem que calculá-la, se entendiam de que matemática, música e estatística se relacionam, se gostariam de ter aulas de matemática envolvendo música e se percebiam a presença da matemática nos fenômenos físicos que envolvem conceitos musicais.

Após o preenchimento do questionário, é sugerido ao professor que explique os conceitos de *Média Aritmética*, *Moda* e *Mediana* resolvendo junto aos estudantes a seguinte situação problema:

Figura 2: Primeiro exercício da atividade prática.

1) O quadro a seguir mostra as notas de uma prova em uma turma de 10 alunos.

Aluno	Nota
Aluno 1	5
Aluno 2	7
Aluno 3	8
Aluno 4	5
Aluno 5	7
Aluno 6	7
Aluno 7	6
Aluno 8	10
Aluno 9	7
Aluno 10	8

Com base nessas informações determine:

- a) a média das notas.
- b) a mediana das notas.
- c) a moda das notas.

Fonte: Elaborado pelo(a) autor(a).

Após as explicações ou questionamentos dos alunos, é sugerido agora que os estudantes tentem calcular sozinhos a média de um problema similar, porém com outras notas e com itens que introduzem o conceito de *Desvio Padrão*. Observemos a figura a seguir:

Figura 3: Segundo exercício da atividade prática.

2) Calcule agora a média das notas de outra turma (quadro abaixo) e compare com a média obtida no exercício anterior e responda às seguintes questões.

Aluno	Nota
Aluno 1	2
Aluno 2	10
Aluno 3	10
Aluno 4	9
Aluno 5	9
Aluno 6	7
Aluno 7	4
Aluno 8	10
Aluno 9	1
Aluno 10	8

- Se as médias das duas turmas forem iguais, isso significa que as duas turmas tiveram o mesmo desempenho?
- Calcule as diferenças entre as notas de cada aluno e a média geral da turma nas duas situações.
- Eleve ao quadrado essas diferenças e calcule a média delas.
- Tire a raiz quadrada do resultado.

Fonte: Elaborado pelo(a) autor(a).

Concluída esta etapa, passa-se agora à prática musical em si. Nesta parte é sugerido que o professor introduza os conceitos básicos da teoria musical: cada nota musical tem um som diferente e uma frequência diferente. O conceito frequência (o número de vibrações que ocorrem em um segundo e sua medição em Hertz) também deve ser explicado relacionando as diferenças entre notas graves com baixa frequência e notas agudas com frequências mais altas. O professor pode usar como exemplo a frequência da nota Lá (220 Hz) que se conseguíssemos bater na mesa 220 vezes dentro de um segundo, estaríamos produzindo essa nota musical. É claro que a teoria musical é muito mais densa do que isso, e carece de muito tempo. O que deve ser esclarecido em aula são apenas as suas concepções iniciais para o bom andamento da atividade.

A música escolhida para a atividade foi a canção *Twist and Shout* da banda de rock internacional *The Beatles* (nada impede a escolha de outra música, eu escolhi esta pela duração das notas), mais precisamente as quatro sílabas “ah” cantadas

entre o minuto 1:25 até o minuto 1:35. Cada um destes “ah” produz uma frequência específica e o objetivo era cantar o mais próximo possível dela. Cabe salientar novamente que alguns alunos podem não conhecer a música e, dessa forma, antes de os estudantes cantarem haja necessidade da reprodução da mesma seja com alguma mídia digital, seja com o professor tocando e cantando a música no violão por exemplo. Acredito que o próprio professor reproduzindo a música seja mais interessante.

O professor deve mostrar aos alunos a parte da música onde eles devem cantar e pedir que eles tentem acompanhá-lo. Depois de um pouco de ensaio, peça aos alunos que, em posse dos *Chromebooks*⁴, acessassem o site do *Cifra Club* (conforme a imagem a seguir) para medir as frequências das quatro notas citadas no parágrafo anterior. Elas deveriam coincidir, ou se aproximar das frequências corretas das notas Lá (220 Hz), Dó# (277,1 Hz), Mi (329,6 Hz) e Sol (391,6 Hz) respectivamente. Estes valores só devem ser revelados aos estudantes após os cálculos no fim da prática para evitar qualquer tendência a burlar os dados corretos.

Figura 4: Afinador do Cifra Club.



Fonte: <https://www.cifraclub.com.br/afinador/>

⁴ Computadores disponibilizados aos alunos pela prefeitura do município de Canoas – RS.

A figura acima mostra a visão dos alunos na hora da medição das frequências das notas cantadas na atividade. Cada estudante que anota essas frequências em um papel e entregasse ao professor, de forma anônima, por motivos éticos e para evitar brincadeiras indevidas. Os resultados seguem no quadro abaixo:

Quadro 4: Frequência anotadas pelos alunos em Hz.

	Nota 1	Nota 2	Nota 3	Nota 4
Aluno 1	112	322	234	270
Aluno 2	110	388	418	618
Aluno 3	152	232	429	529
Aluno 4	0	0	110	198
Aluno 5	110	212	216	114
Aluno 6	400	137	325	196
Aluno 7	215	107	130	204
Aluno 8	277	287	302	363
Aluno 9	275	287	327	498
Aluno 10	220	290	360	469
Aluno 11	220	278	331	202
Aluno 12	226	230	104	306
Aluno 13	224	102	106	202
Aluno 14	220	269	329	201
Aluno 15	152	224	123	255
Aluno 16	170	199	208	205
Aluno 17	266	121	109	104
Aluno 18	116	175	180	224
Aluno 19	222	281	307	287
Aluno 20	110	268	330	192
Aluno 21	333	223	367	200
Aluno 22	185	224	345	427
Aluno 23	93	102	166	280
Aluno 24	110	116	234	310
Aluno 25	106	172	184	201
Aluno 26	263	292	330	350

Fonte: Elaborado pelo(a) autor(a).

Esses dados foram coletados e organizados junto aos estudantes, em tempo real, no *Google Sheets*⁵, com a observação atenta dos alunos na tela de projeção da sala de aula, encerrando, dessa maneira, o primeiro dia de prática. Cada aluno montou em seu Chromebook uma planilha igual a descrita acima e cada um deles teve a responsabilidade de calcular, com o apoio da planilha, as medidas estatísticas da amostra (média, moda, mediana e desvio padrão) no segundo dia de atividade.

A segunda aula iniciou com algumas correções necessárias na *Quadro 4* construída na primeira aula. Observando o quadro anterior, vimos que o aluno 4 não anotou as duas primeiras frequências. Assim, foi dito aos alunos que no cálculo da média das duas primeiras notas o somatório das frequências deveria ser dividido por 25 e não por 26, já que havia um elemento a menos na amostra. Também foi levado em consideração o fato de que se um aluno cantou em uma frequência próxima à razão de $3/2$ ou à razão de $4/3$ da frequência correta, esta soaria em harmonia com a nota principal (conforme vista na seção 3). Por exemplo, no caso da primeira nota Lá de 220 Hz, se um aluno emitiu uma frequência de 330 Hz, que corresponde a $3/2$ de 220 Hz, ele estaria cantando em harmonia com a frequência correta. Esses valores prejudicam o cálculo da *Média Aritmética*, entretanto, foram considerados no cálculo de forma proposital para evidenciar que mesmo com estes valores o coral dos estudantes ainda se aproxima da média esperada.

Outro detalhe importante para ser discutido (conforme visto na *Quadro 1*) é que uma mesma nota tem frequências diferentes em oitavas diferentes. Dessa forma, se calcularmos a média utilizando os valores de um aluno que cantou a nota Lá próximo a frequência de 110 Hz e outro aluno que cantou próximo a frequência de 220 Hz resultaria em um valor 165 Hz que é incorreto pois os alunos cantaram a mesma nota Lá em oitavas diferentes. Por isso, fez-se necessário a transposição das notas para uma mesma oitava, a fim de não prejudicar os resultados das médias: as notas abaixo de 165 Hz na 3ª oitava foram multiplicadas por dois para corresponder às frequências da 4ª oitava e, analogamente, as notas acima de 330 Hz, da 5ª oitava, foram divididas por dois para corresponderem às frequências da 4ª oitava. Este procedimento não é o ideal⁶, mas foi o método utilizado para facilitar os cálculos e replicado para as quatro

⁵ Aplicativo online gratuito e colaborativo disponibilizado pela empresa Google para criar e editar planilhas.

⁶ Um método mais adequado seria a divisão e multiplicação dos valores pela raiz quadrada de dois levando-se em consideração a Média Geométrica descrita na página 32.

medições com as devidas frequências de referência determinando o novo quadro a seguir.

Quadro 5: Frequências Transpostas em Hz.

Aluno	Nota 1	Nota 2	Nota 3	Nota 4
Aluno 1	224	322	468	270
Aluno 2	220	388	418	309
Aluno 3	304	232	429	264,5
Aluno 4			220	396
Aluno 5	220	212	432	228
Aluno 6	200	274	325	392
Aluno 7	215	214	260	408
Aluno 8	277	287	302	363
Aluno 9	275	287	327	249
Aluno 10	220	290	360	469
Aluno 11	220	278	331	404
Aluno 12	226	230	208	306
Aluno 13	224	204	212	404
Aluno 14	220	269	329	402
Aluno 15	304	224	246	255
Aluno 16	170	398	416	410
Aluno 17	266	242	218	208
Aluno 18	232	350	360	448
Aluno 19	222	281	307	287
Aluno 20	220	268	330	384
Aluno 21	166,5	223	367	400
Aluno 22	185	224	345	427
Aluno 23	186	204	332	280
Aluno 24	220	232	468	310
Aluno 25	212	344	368	402
Aluno 26	263	292	330	350
Média Aritmética	227,66	270,76	334,92	347,13
Média esperada	220	277,1	329,6	391,6
Desvio Padrão	36,2	54,6	74,7	84,4

Fonte: Elaborado pelo(a) autor(a).

Em posse desse novo quadro, os alunos podem calcular no *Google Sheets* a média e o desvio padrão das quatro notas que eles cantaram.

Ao final do segundo dia, o mesmo questionário do início da primeira aula deve ser repetido nos mesmos moldes, no intuito de verificar a evolução dos estudantes, o

que eles assimilaram ou ainda não entenderam. No próximo item desta seção, está a descrita a metodologia de ensino aplicada neste trabalho.

4.3 Uma Reflexão sobre a Metodologia de Ensino que Embasou a Proposta

A proposta pedagógica desenvolvida nesta pesquisa fundamenta-se em uma metodologia ativa, investigativa e interdisciplinar, integrando conceitos da Matemática, da Física e da Música com o objetivo de promover uma aprendizagem significativa do conteúdo de Estatística, em especial do conceito de *Média Aritmética*, conforme descrito no próximo item desta seção.

A metodologia de ensino utilizada rompe com a prática tradicional baseada apenas na exposição de fórmulas e exercícios descontextualizados, ao colocar o estudante como sujeito ativo do processo de aprendizagem. Nesse sentido, a proposta se aproxima das concepções de Ausubel (2003), ao considerar os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto de partida para a aquisição de novos significados, e de Vygotsky (1984), ao valorizar a interação social e o trabalho colaborativo como elementos essenciais na construção do conhecimento.

A atividade foi estruturada a partir de uma situação-problema concreta, relacionada às frequências sonoras das notas musicais emitidas pelos próprios alunos ao cantarem em conjunto. A partir dessa experiência sonora, os estudantes foram convidados a registrar, organizar e analisar os dados obtidos, atribuindo significado às grandezas numéricas envolvidas. Dessa forma, o conceito de média deixou de ser apenas um valor calculado mecanicamente e passou a representar, de maneira concreta, um ponto de convergência entre diversas frequências individuais.

Do ponto de vista metodológico, a proposta também se caracteriza como uma aprendizagem baseada em fenômenos, uma vez que parte de um fenômeno real — o som produzido pelas vozes humanas — para desenvolver conceitos matemáticos. Segundo Silander (2019):

Na Aprendizagem Baseada em Fenômenos (PhenoBL), fenômenos reais e holísticos do mundo servem como ponto de partida para a aprendizagem. Esses fenômenos são estudados como totalidades, em seu contexto real, e os conhecimentos e habilidades a eles relacionados são desenvolvidos por meio da superação das fronteiras entre as disciplinas (Silander, 2019, p. 17).

Ao utilizarem um afinador digital para identificar as frequências das notas cantadas, os alunos passaram a compreender que cada voz apresenta pequenas variações, mas que, quando agrupadas estatisticamente, tendem a uma frequência central, evidenciando de forma prática o comportamento da *Média Aritmética*.

Além disso, a atividade promoveu a interdisciplinaridade, articulando conteúdos de diferentes áreas do conhecimento. A relação entre a frequência e a nota musical possibilitou conexões diretas com a Física, enquanto a organização dos dados, o cálculo das medidas de tendência central estabeleceu relações diretas com a Estatística. Essa abordagem está em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe o desenvolvimento de competências por meio da integração entre saberes e da contextualização dos conteúdos escolares.

O papel do professor, nesta metodologia, configurou-se principalmente como o de mediador e orientador do processo, estimulando questionamentos, conduzindo reflexões e auxiliando os estudantes na interpretação dos resultados. Os alunos, por sua vez, assumiram uma postura investigativa, participando ativamente da coleta dos dados, do preenchimento das planilhas, dos cálculos estatísticos e das discussões no grande grupo.

Essa estratégia favoreceu o desenvolvimento do pensamento estatístico, conforme defendido por Lopes (2008) e Garfield (2002), uma vez que os estudantes não apenas calcularam valores, mas também analisaram padrões, compararam resultados e interpretaram o significado dos dados dentro de um contexto real. Dessa forma, a metodologia de ensino adotada nesta pesquisa e utilizada nas aulas ministradas na proposta didática pode ser classificada como:

- Ativa, por envolver diretamente os alunos em todas as etapas do processo (Moran, 2018);
- Investigativa, por se basear na exploração, análise e interpretação de dados reais e aprimoramento do raciocínio e habilidades do estudante (Arruda; Coutinho, 2019);
- Interdisciplinar, por integrar Música, Física e Matemática (Amato, 2010);
- Contextualizada, por partir de uma experiência concreta e significativa para os estudantes (Ausubel, 1980);
- Experimental, por envolver a observação e o registro de um fenômeno físico real (Gil, 2008).

Essa combinação metodológica reforça a ideia de que a aprendizagem da Matemática, especialmente no campo da Estatística, pode se tornar mais eficaz quando vinculada a situações concretas, próximas da realidade dos estudantes e carregadas de significado, contribuindo para uma compreensão mais profunda, crítica e duradoura dos conceitos trabalhados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa buscou aproximar a *Estatística* da experiência estética da Música, demonstrando que o ensino de conceitos matemáticos pode ser profundamente enriquecido quando ancorado em práticas interdisciplinares e vivências sensoriais. A análise das frequências vocais pode mostrar empiricamente que a média aritmética é um fenômeno observável na natureza, capaz de explicar por que um coral ou uma plateia aparentam estar afinados mesmo diante de variações individuais.

O uso de ferramentas digitais, como o afinador e o *Google Sheets*, pode contribuir para o desenvolvimento da competência digital e para a autonomia dos estudantes, tornando a aprendizagem mais ativa e participativa. Essa integração de tecnologias, ciência e arte está em plena sintonia com as diretrizes da BNCC (Brasil, 2018) e da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003).

Do ponto de vista metodológico, a proposta se mostra viável e replicável em diferentes contextos escolares, podendo ser adaptada/melhorada para o ensino de outros conceitos estatísticos como a *Variância*⁷ e o uso de gráficos de distribuição de frequências. Do ponto de vista humano, pode revelar-se uma experiência de valorização do estudante, que pode passar a perceber a Matemática não apenas como disciplina abstrata, mas como linguagem universal capaz de explicar sons, movimentos e fenômenos do cotidiano.

Conclui-se, portanto, que a integração entre *Estatística* e *Música* é um caminho promissor para o ensino de *Matemática* no Ensino Fundamental, pois pode promover engajamento, compreensão conceitual e desenvolvimento crítico. Ao trazer o som e a emoção para dentro da sala de aula, a *Matemática* deixa de ser vista como distante e se transforma em uma forma viva de perceber o mundo — em harmonia, como diria Pitágoras, com as proporções que regem o universo.

⁷ É uma medida de dispersão estatística que indica o quão distantes os valores de um conjunto de dados estão da sua média aritmética, o quadrado do Desvio Padrão.

REFERÊNCIAS

- ABDOUNUR, Oscar João. *Matemática e música sob uma perspectiva histórico-epistemológica: mudanças conceituais*. Revista Música, v. 14, n. 1, p. 115–128, 2014.
- AMATO, R. C. F. *Interdisciplinaridade, Música e Educação Musical*. Opus, Goiânia, v. 16, n. 1, p. 30-47, jun. 2010.
- ARRUDA, M. C. B. V.; COUTINHO, D. J. G. *Metodologias investigativas no ensino médio: um mapeamento das pesquisas em periódicos nacionais entre os anos de 2015 a 2019*. Brazilian Journal of Development. Curitiba, 2019.
- AUSUBEL, D. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton, 1963.
- AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- BRASIL. *Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.
- BURKERT, Walter. *Lore and Science in Ancient Pythagoreanism*. Cambridge: Harvard University Press, 1962.
- CARVALHO, Régio Paniago. *Acústica Arquitetônica*. 2. ed. Brasília: Thesaurus, 2010.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Arned, 2010.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

GARFIELD, J. B. (Eds.). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. Dordrecht: Springer, 2002.

GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 6. ed. São Paulo, 2008.

GODWIN, J. *Harmonia das Esferas: A Tradição Pitagórica na Ciência e na Filosofia Ocidental*. São Paulo: Cultrix, 1993.

GRILLO, Maria, L.; PEREZ, Luiz R. *Física e Música*. Livraria da Física. São Paulo, 2016.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física – Volume 2: Oscilações e Ondas, Termodinâmica*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

LOPES, C. E. *O Ensino da Estatística e da Probabilidade na Educação Básica e a Formação dos Professores*. Campinas, n. 74, p. 57-73, 2008.

MORAN, J. M. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Campinas: Papyrus, 2015.

MORAN, J. M. *Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda*. São Paulo, 2018.

ROSSING, T. D.; MOORE, F. R.; WHEELER, P. A. *The Science of Sound*. 3. ed. San Francisco: Addison Wesley, 2014.

SANTOS, Luciano Miguel Moreira dos; TEOTONIO, Daniela Pereira; PEREIRA, Júlia Gabriella. A matemática e a audição humana. *Revista Foco*, Curitiba, v. 16, n. 2, p. e1196, 2023.


SILANDER, P. *Phenomenon-based learning as the pedagogical approach for eLearning*. In: MATTILA, P. (org.). *How to create the school of the future: revolutionary thinking and design from Finland*. Helsinki: Center for Internet Excellence, 2019. p. 17–20.

SKOVSMOSE, O. *Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica*. Campinas, SP: Papyrus, 2008.

TRIOLA, M. F. *Introdução à Estatística*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

VYGOTSKY, L. S. *A Formação Social da Mente*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

APÊNDICE A – Questionário Investigativo

	E.M.E.F. MAX ADOLFO ODERICH	
	Atividade: Matemática e Música	TRIMESTRE: 3
	Nome:	Turma:
		Data: ___/___/___

1. (Opcional) Você acha que estatística, matemática e música se relacionam ou não? Por quê? _____

2. (Opcional) O que você entende por Média Aritmética? Como poderíamos calcular a média das notas das provas dos alunos da turma?

3. (Opcional) Você acha que é possível uma aula de matemática envolvendo estatística e teoria musical? Por quê?

4. (Opcional) Em geral, você tem a percepção de que uma plateia em um espetáculo musical canta afinadamente?

5) (Opcional) Na sua opinião, como a matemática pode ajudar a entender fenômenos físicos e musicais? _____
