



PROFMAT

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT
INSTITUIÇÃO ASSOCIADA: IFPI – CAMPUS FLORIANO**

FÁBIO LUIZ ALVES DE SOUSA

**AS POTENCIALIDADES DA MÚSICA COMO ESTRATÉGIA MOTIVADORA NO
ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

**FLORIANO
2021**

FÁBIO LUIZ ALVES DE SOUSA

**AS POTENCIALIDADES DA MÚSICA COMO ESTRATÉGIA MOTIVADORA NO
ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Área de concentração: Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Arruda Lima Soares

**FLORIANO
2021**

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

Sousa, Fábio Luiz Alves de

S725p As potencialidades da música como estratégia motivadora no ensino de matemática na educação básica / Fábio Luiz Alves de Sousa. - 2021.
51 p.: il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Instituto Federal do Piauí, Campus Floriano, 2021.

Orientador : Prof. Dr. Arruda Lima Soares.

1. matemática-ensino. 2. educação básica. 3. música motivação. I.Título.

CDD - 510

Elaborado por Neuda Fernandes Dias CRB 3/1375



PROFMAT

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ - IFPI
CAMPUS FLORIANO
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT

FÁBIO LUIZ ALVES DE SOUSA

**“AS POTENCIALIDADES DA MÚSICA COMO ESTRATÉGIA MOTIVADORA NO ENSINO
DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA”**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal do Piauí, como parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Matemática.

Aprovada em: 14/09/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Arruda Lima Soares
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI
Orientador

Prof. Dr. Igor Ferreira do Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI
Avaliador Interno

Prof. Dr. Afonso Norberto da Silva
Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Avaliador Externo

Este trabalho é todo dedicado aos meus familiares, pelo estímulo e compreensão que sempre me dedicaram. A Deus; pelo dom da vida, sem ele eu não teria capacidade para desenvolver toda a minha trajetória profissional

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, pela possibilidade de alcançar mais um degrau na minha vida e por conseguir, com êxito, a realização deste trabalho.

Agradeço o apoio incondicional da minha esposa, Elisângela Barbosa, meus pais, Zilma Alves e Luiz Gonzaga, os quais nunca deixaram de acreditar em meus sonhos. Em memória, a minha avó Raimunda Alves, e especialmente aos meus filhos Fabiany Barbosa, Lucas Santos, e João Pedro, que apoiaram e compreenderam meus esforços com carinho.

Gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Arruda Lima Soares, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me acompanhou nesta jornada e em todos aqueles que realizei durante a trajetória do mestrado. Muito obrigado por me ter corrigido quando necessário sem nunca me desmotivar.

“A música é um exercício oculto de aritmética de uma alma inconsciente que lida com números”.

Leibniz

SOUSA, Fábio Luiz Alves de. **As potencialidades da música como estratégia motivadora no ensino de Matemática na Educação Básica**. 2021. 44 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Piauí – *Campus Floriano*, Floriano, 2021.

RESUMO

Este trabalho objetiva investigar as potencialidades da música como estratégia motivadora no ensino de matemática na educação básica, destacando o ensino médio. Fez-se necessário uma revisão literária em busca de alternativas para a melhoria do ensino da matemática na Educação Básica através da música. Também fazer uma aplicação experimental com utilização de materiais concretos fundamentada nessa revisão literária, aproximar de forma diversificada conteúdos que tradicionalmente são trabalhados através de exercícios de fixação e resolução de problemas. Objetivando um discurso mais pragmático, no contexto da educação brasileira, apresentamos a legislação concernente ao tema da música nas Diretrizes e Bases Legais Nacionais. Sem a intenção de extrapolar à educação básica como um todo avaliamos o binômio matemática-música em uma pesquisa com estudantes do ensino médio de uma escola pública em Teresina no estado do Piauí. Na presente pesquisa, um diálogo com autores das duas áreas de conhecimento, foi necessário para melhor compreensão da relação entre essas duas ciências aparentemente tão distintas (Matemática e Música).

Palavras-chaves: Música. Motivação. Ensino de matemática. Educação básica.

SOUSA, Fábio Luiz Alves de. **As potencialidades da música como estratégia motivadora no ensino de Matemática na Educação Básica**. 2021. 44 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Piauí – *Campus Floriano*, Floriano, 2021.

ABSTRACT

This work aims to investigate the potential of music as a motivating strategy in teaching mathematics in basic education, highlighting high school. It was necessary to review the literature in search of alternatives to improve the teaching of mathematics in Basic Education through music. The idea was to relate, based on this review with an approach in experimental classes and use of concrete materials, to bring together in a diversified way contents that are traditionally worked through exercises of fixing and problem solving. Aiming at a more pragmatic discourse, in the context of Brazilian education, we present the legislation concerning the theme of music in the National Legal Guidelines and Bases. Without intending to extrapolate to basic education as a whole, we evaluated the math-music binomial in a survey with high school students from a public school in Teresina, in the state of Piauí. In this research, a dialogue with authors from the two areas of knowledge was necessary for a better understanding of the relationship between these two apparently very different sciences (Mathematics and Music).

Keywords: Music. Motivation. Teaching math. Basic education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metalofone	24
Figura 2 - Monocórdio	25
Figura 3 - Marcações feitas por Pitágoras no Monocórdio	26
Figura 4 - Frações pitagóricas no violão	27
Figura 5 - Materiais necessários para execução do monocórdio.....	28
Figura 6 - Tábua de madeira cortada nas medidas solicitadas	29
Figura 7 - Cavalete cortado nas medidas solicitadas	30
Figura 8 - Tábuas das bases com os cavaletes e demais materiais.....	30
Figura 9 - Marcação de 3 em 3 centímetros na madeira	31
Figura 10 - Procedimento para perfuração da madeira	31
Figura 11 - Processo de colagem do cavalete na tábua da base do monocórdio.....	32
Figura 12 - Prender o parafuso 16X3,5 mm junto com o nylon ou de aço no ponto zero	32
Figura 13 - Monocórdio construído (horizontal)	33
Figura 14 - Monocórdio construído (vertical).....	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Estatística das respostas da Questão 01	35
Gráfico 2: Estatística das respostas da Questão 02	36
Gráfico 3: Estatística das respostas da Questão 03	37
Gráfico 4: Estatística das respostas da Questão 04	38
Gráfico 5: Estatística das respostas da Questão 05	39
Gráfico 6: Estatística das respostas da Questão 06	40
Gráfico 7: Estatística das respostas da Questão 07	41
Gráfico 8: Estatística das respostas da Questão 08	42
Gráfico 9: Estatística das respostas da Questão 09	43

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
PCNs	- Parâmetros Curriculares Nacionais
LDB	- Lei de Diretrizes e Bases da Educação
EM	- Ensino Médio
RNP	- Rede Nacional de Pesquisa
CNE	- Conselho Nacional de Educação
UNIVESP	- Universidade Virtual do Estado de São Paulo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Levantamento Histórico	13
2.1.1 Surgimento da Música.....	13
2.1.2 Conhecimentos Pitagóricos	14
2.2 Matemática: Diretrizes e Bases Legais	16
2.2.1 O sentido do aprendizado em Matemática	16
2.3 Matemática no Ensino Médio: BNCC e competências específicas	17
2.4 Música na BNCC	18
2.5 Relação entre a música e matemática	19
3 METODOLOGIA	23
3.1 Percurso metodológico	23
3.2 Estudo de proporções: O Monocórdio	25
3.3 Construção do monocórdio	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Impressões observadas na aula experimental	34
4.2 Estatística Descritiva – Priore e Posteriore	34
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICES	48
APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO	48
APÊNDICE 2 - LINKS	49

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho é uma revisão de pesquisa literária, com abordagem em aulas experimentais, utilização de materiais concretos e tem como finalidade contribuir para o processo de aprendizagem desenvolvendo competências na Educação Básica. Dessa forma, o interesse de desenvolver a associação entre Música e Matemática surgiu a partir da percepção das dificuldades dos estudantes do Ensino Médio envolvendo competências da linguagem matemática.

Vivemos em um momento pautado nas transformações exigidas no âmbito educacional e a matemática não poderia ficar alheia a este processo. Esta pesquisa propõe além da discussão com os elementos da matemática e da música, os eixos das competências na Educação Básica que perpassam a aprendizagem significativa na linguagem matemática e possíveis estratégias de ensino.

Neste panorama, a intersecção desses fatores consiste no estudo de interesse dos educadores na busca para refletir sobre as inferências necessárias da música como linguagem vinculada na Educação Básica, conectados pelo diálogo com os teóricos da educação: Vigotsky, Gardner e Morin; na matemática: Pitágoras e Abdounur e na música Hallam, Penna e Arrouyo. Além destes, outros teóricos serão necessários para o aporte teórico da pesquisa.

Diante do exposto a aprendizagem como desenvolvimento de competências e conhecimentos e o papel motivacional da música, será referência para os professores de matemática da Educação Básica na investigação para melhorar a qualidade do ensino.

Portanto, a música como linguagem universal e de interesse dos estudantes do Ensino Médio possibilitará o desenvolvimento dessas competências. Nesse sentido, busca-se investigar a influência da música como instrumento motivacional na aprendizagem da Matemática no Ensino Médio. A partir disso tem-se como questão problema a seguinte proposição: De que forma a música pode influenciar na aprendizagem da matemática no Ensino Médio? Para tanto, delineamos o seguinte objetivo geral: investigar a influência da música no ensino da matemática na Educação Básica, contribuindo de diversificada forma para o processo de ensino-aprendizagem no desenvolvendo de competências no ensino da Matemática na Educação Básica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Levantamento Histórico

Para fundamentar o objetivo deste trabalho faz-se necessário um panorama histórico da Matemática. Porém o recorte será a partir da vivência de Pitágoras, considerado um dos grandes filósofos pré-socráticos e matemático da Grécia antiga. A conexão necessária ocorre, na visão pitagórica, de uma relação dos números com a música. Como relata Bromberg (2012, p. 6):

Pitágoras é descrito (em escritos dos antigos Nicômaco e Lâmblico, dentre outros, e transmitido à Renascença principalmente através das obras do filósofo Nuncius Boécio) fazendo experimentos musicais, cujos sons são representados por relações de razões de números inteiros. Pitágoras estabelecia pela primeira vez a relação entre intervalos musicais (distância entre um som agudo e um grave), e razões de cordas principalmente para as consonâncias (misturas de sons que gera um resultado agradável).

Nesta perspectiva podemos considerar a música como um elo facilitador do processo ensino aprendizagem na Matemática. Conforme o que Pitágoras nos apresenta para possibilitar esta relação.

2.1.1 Surgimento da Música

O surgimento da linguagem musical pode ser observado nas pesquisas arqueológicas, onde os primeiros hominídeos tenham utilizado o próprio corpo, provavelmente com palmas, passos e vozes formando um código para rituais religiosos, usando os sons da natureza. Neste sentido os sons através das combinações sonoras, permitiram ao homem primitivo o desenvolvimento de instrumentos musicais e músicas rítmicas. Como cita Frederico (1999, p. 8):

Os instrumentos musicais dos primitivos, assim como seus utensílios, tiveram como princípio o corpo humano. Da concha da mão ele chegou ao vaso para beber. Do braço ele chegou ao remo. Depois o homem descobriu que seu corpo reunia vários utensílios sonoros. Como a garganta e a boca já produziam uma melodia, juntou-se o estado de dedos, palmas, até os braços e pernas acabaram produzindo uma música corporal rítmica.

Indícios da conexão das duas linguagens, de acordo com Santos, é perceptível que as primeiras evidências e documentos sobre a união entre a música e matemática aparecem apenas

no período clássico, por volta do século V a.c. na Grécia antiga, com eclosão da filosofia grega. A filosofia como berço do conhecimento racional, e diante da referida situação possibilitou o surgimento de documentos científicos escritos, onde buscou-se racionalizar os fenômenos humanos e naturais, observando a realidade de forma dedutiva e matemática (SANTOS, 2015, p.18).

Dessa forma, segundo Marcondes (2010, p. 19), os diferentes povos da Antiguidade – assírios e babilônicos, chineses e indianos, egípcios, persas e hebreus, todos tiveram visões próprias da natureza e maneiras diversas de explicar os fenômenos e processos naturais. Só os gregos, entretanto, fizeram ciências, e é na cultura grega que podemos identificar o princípio deste tipo de pensamento que podemos denominar, nesta sua fase inicial, de filósofo – científico.

Neste contexto os povos da antiguidade deixaram uma contribuição ímpar com visões distintas. A filosofia clássica influenciou o pensamento moderno, fase que podemos compreender a contribuição essencial para esta dissertação, onde surge o filósofo matemático Pitágoras.

2.1.2 Conhecimentos Pitagóricos

Muito se desconhece sobre a juventude deste filósofo nascido por volta de 569 a. C. na Ilha Somos próximo à Ásia Menor. Muitas lendas constituíram a figura histórica de Pitágoras. Várias biografias foram escritas com enredos mirabolantes, como descreve Kahn (2007, p. 21): Pitágoras é descrito como algo mais que humano, como o deus Apolo em forma humana. Sua condição sobrenatural foi confirmada por uma coxa de ouro e o dom do bi localização. Ele foi visto em Crotona e Metaponto ao mesmo tempo.

Dentre tantas histórias, a matemática sempre esteve presente as suas aprendizagens. Estudou com muitos teóricos: geometria e astronomia com Anaximandro, depois o simbolismo hieroglífico com os sacerdotes do Egito e a Ciências dos sonhos com mestres hebreus (KANH, 2007, p. 22).

Outros estudos com árabes, caldeus e Zoroastro que lhe orientou na evolução espiritual tornando-se “homem divino”. Enfim percebido como sábio, mestre e cheio de bondade. Algumas datas são mistérios durante a sua vida, contudo cita Kahn (2007, p. 23): Em Crotona que ele fundou a seita que recebeu seu nome, e isso parece ter desempenhado um importante papel nos assuntos políticos do sul da Itália pelas duas gerações seguintes.

Na vida cotidiana a influência de Pitágoras com sua eloquência, produziu muitos

comentários, chamando a atenção do conselho governante dos anciãos da cidade como retrata Kahn, o conselho governante dos anciãos da cidade que eles o convidaram a dirigir-se ao jovem de Crotona, depois aos escolares e finalmente a uma assembleia de mulheres (KAHN, 2007, p. 24).

Pitágoras acreditava na capacidade da participação e sabedoria das mulheres, incluindo sua esposa e filha, prevalecendo desta forma com fama na organização social e política. Sua fama permaneceu de sábio e com excelente eloquência como descreve Kahn (2007, p. 30):

O retrato de Pitágoras muda radicalmente com Platão e sua escola. Agora não é mais o líder religioso e profeta de encarnação que é admirado, mas o criador da filosofia matemática. Na referência mais explícita a Pitágoras nos diálogos de Platão, as ciências matemáticas, especificamente a astronomia e a harmonia, são tidas como “ciências irmãs”.

A imagem apresentada na figura Pitagórica a partir dos estudos de Platão é de um filósofo matemático, estudados por seus discípulos, portanto um filósofo das ideias matemáticas. Na matemática foi considerado um dos primeiros a introduzir ideias filosóficas e matemáticas, elaborando um método de abordagem dos problemas e trouxe à matemática a consonância e a harmonia.

A partir do experimento de Pitágoras foi desenvolvido um sistema musical relacionando os números inteiros. Segundo Abdounur (2003, pág. 09), os pitagóricos observaram que as notas observadas por intervalos de oitava apresentavam certa semelhança, podendo ser definida como uma classe de equivalência, onde duas notas tornam-se equivalentes se o intervalo existente entre elas for um número inteiro de oitavas podendo reduzir distintas oitavas a apenas uma, possuindo assim notas equivalentes em todas as outras oitavas e na oitava de origem.

A capacidade de Pitágoras na concepção da matemática nos reporta as lendas que despertaram seu interesse pela música diante das batidas de um martelo, querendo compreender a relação existente entre os martelos que eram harmônicos. Segundo Oliveira (2017, p. 185), Pitágoras iniciou experimentos de pesagem com os martelos e diagnosticou que a massa de cada martelo era de 12, 9, 8 e 6 unidades de medidas, como descrito: Os experimentos concluíram que o martelo que pesava 6 correspondia à metade do peso do martelo de 12, o martelo de 8 correspondia a dois terços do martelo que pesava 12 e o martelo de 9 correspondia a três quartos do martelo que pesava 12. Porém, tais correspondências não satisfaziam a necessidade de se compreender mais sobre a relação da matemática com os fenômenos naturais,

nesse caso o som, e Pitágoras fez um experimento com um Monocórdio¹ (Oliveira, 2017, p. 185).¹

O Monocórdio¹ criado por Pitágoras foi essencial para a contribuição da relação matemática e música, citado por Abdounur (2002, p. 20) esse experimento contribuiu para a construção do conceito de fração, que ganha a partir de então uma roupagem musical.

Desta forma, a teoria contida no Monocórdio contribuiu para o aprendizado de frações e proporções, incluindo a música no estudo de partituras onde podes estudar proporções, razões e espaços, possibilitando aos estudantes da Educação Básica uma aprendizagem significativa.

O significado deste trabalho requer a compreensão deste panorama histórico como norte para a realização desta pesquisa, captando fundamentação teórica com base nas civilizações antigas como contribuição para embasamento contemporâneo, contemplando a partir da linguagem musical.

2.2 Matemática: Diretrizes e Bases Legais

2.2.1 O sentido do aprendizado em Matemática

Em sentido geral a necessidade do Ensino da Matemática é notória em qualquer modalidade de Ensino à própria LDB (Lei de Diretrizes e Bases/96) do caráter em que o Ensino Médio é a etapa final de Educação Básica, produzindo um conceito efetivo. Mas o sentido do aprendizado na área de Matemática, reporta-se inicialmente as Diretrizes Curriculares do Ensino Médio e a Resolução CNE / 98 instituindo as Diretrizes curriculares Nacionais. Como destacado nos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 1998, p. 6).

Contudo, os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondem às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondem a uma cultura geral e uma visão de mundo.

Assim, ao denominar a área como Matemática e suas tecnologias, pretende-se promover competências e habilidades para o cotidiano do educando, ou seja, o domínio de equipamentos de informação em processo tecnológico. Pois, conduzir o aprendizado entre professor e educando, exige um contínuo aperfeiçoamento coletivo, em um espaço dialógico priorizado pelo Sistema escolar.

¹ Monocórdio é um antigo instrumento musical, de treinamento e laboratório, composto por uma caixa de ressonância sobre a qual era estendida uma única corda presa a dois cavaletes fixos e um móvel.

No trecho a seguir podemos perceber a importância do aprendizado significativo: Um dos pontos de partida para esse processo é tratar, com o conteúdo do aprendizado matemático, científico e tecnológico, elementos do domínio vivencial dos educandos, da escola e de sua comunidade imediata. Isso não deve delimitar o alcance do conhecimento tratado, mas sim dar significado ao aprendizado desde seu início, garantindo um diálogo efetivo (BRASIL, 1998, p. 7).

Neste sentido, a realidade requer um conjunto de parâmetros para a organização do ensino de Matemática no Ensino Médio, segundo PCN, todas as áreas requerem alguma competência em matemática e a possibilidade de compreender conceitos e procedimentos matemáticos. No Ensino Médio, a matemática tem um valor formativo, estruturando o raciocínio dedutivo, sem desprivilegiar seu papel instrumental (BRASIL, 1998, p. 40).

Com isso, a perspectiva do Currículo para um ensino eficaz que permita a motivação, pode rever as dificuldades que nutrem o tema da linguagem matemática, de acordo com os PCNs, fazer as conexões necessárias com outras áreas com o intuito de fomentar o trecho a seguir: O critério central é o da contextualização e da interdisciplinaridade, ou seja, é o potencial de um tema permitir conexões entre diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático, ou ainda, a relevância cultural do tema, tanto no que diz respeito às suas aplicações dentro ou fora da matemática, como à sua importância histórica no desenvolvimento da própria ciência (BRASIL, 1998, p. 43).

Estas argumentações reforçam o vínculo deste trabalho que é a música na construção do referido conhecimento. No documento citado, as competências e habilidades a serem desenvolvidas em matemática são: Representação e Comunicação; Investigação e Compreensão, contextualização sociocultural.

2.3 Matemática no Ensino Médio: BNCC e competências específicas

É importante compreender que, a Base Nacional Curricular destaca na área de Matemática, e suas tecnologias propõem a princípio a ampliação das aprendizagens iniciadas no Ensino Fundamental. Neste trabalho o foco está direcionado ao Ensino Médio e as habilidades possuem um propósito específico como destaca a BNCC: [...] os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas. Para tanto, eles devem mobilizar seu modo próprio de raciocinar, representar, comunicar, argumentar e, com base em discussão e validações conjuntas, aprender

conceitos e desenvolver representações e procedimentos cada vez mais sofisticados (BRASIL, 2016, p. 529).

Vale ressaltar que, as Competências Específicas para esta Modalidade de Ensino constituem cinco, e para cada competência as diversas habilidades para desenvolvê-las. Fazendo a conexão com a linearidade desta pesquisa a competência destacada será a “Competência Específica 4” que de acordo com a BNCC, busca: Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemática (algébrico, geométricos, estatísticos, computacional, etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas (BRASIL, 2016, p. 538).

Portanto, para as aprendizagens dos conceitos e procedimentos matemáticos, é fundamental que os estudantes sejam estimulados a explorar mais de um registro de representação sempre que possível. Eles precisam escolher as representações mais convenientes a cada situação, contendo-as sempre que necessário.

Diante desta citação a proposta desta pesquisa visa, de acordo com a Base Curricular, a percepção dos estudos dos estudantes em explorar através da linguagem musical, analisar os problemas permitindo a compreensão dos modos de interpretação e resolução dos problemas. A organização curricular contempla na BNCC para o Ensino Médio na área de matemática, está organizada por unidades: Números e Álgebra; Geometria e Medidas; Probabilidade e Estatística. Porém o próprio documento é flexível para (re) elaboração dos currículos e propostas pedagógicas necessárias e que contemplem as demandas de cada sistema de ensino e instituições escolares (BRASIL, 2016, p. 544).

2.4 Música na BNCC

O componente de Música perpassa a área de Linguagem nos componentes curriculares de Arte e Educação Física, com habilidades distintas de objeto de conhecimento, porém para a matemática a conexão se faz a partir da Arte, pois destaca habilidades de contextos e práticas, especificamente na seguinte habilidade: Explorar e analisar elementos constitutivos da música (altura, intensidade, timbre, ritmo, melodia, etc.) por meio de recursos tecnológicos (games e plataformas digitais), jogos, canções e práticas diversas de composição/criação, execução e apreciação musical.

No Ensino Médio o campo artístico das competências específicas de Linguagem, que faz conexão com a abordagem desta pesquisa, compreende a competência 01: Compreender o funcionamento das diferentes linguagens e práticas culturais (artísticas, corporais e verbais) e

mobilizar esses conhecimentos na recepção e produção de discursos nos diferentes campos de atuação social e nas diversas mídias, para ampliar as formas de participação social, o entendimento e as possibilidades de explicação e interpretação crítica da realidade e para continuar aprendendo.

Portanto, os jovens que estão na Modalidade de Ensino Médio, devem aprofundar e sistematizar as diferentes linguagens. Nesta perspectiva, a linguagem matemática fará interface para produção de conhecimentos e aprendizagens significativas.

2.5 Relação entre a música e matemática

A Matemática está presente em toda a nossa vida social. De acordo com Gardner a Inteligência consiste como um espectro de Múltiplas Competências para ancorar e discutir as dinâmicas de participação do Pensamento Analógico, revelando especial atenção às relações entre as competências matemática e musical, afirmando que para a sabedoria popular, essas áreas encontram-se intimamente ligadas (GARDNER, 1995, p. 12-36).

Daí importância da Matemática na Música que se faz presente desde a concepção mais fundamental do que é “som musical” e do que é “ritmo”. Pois, essas relações matemáticas, junto com as características intrínsecas das vibrações sonoras, são a base para a “harmonia” na superposição dos sons musicais.

Dessa forma vale lembrar que, os teóricos da música usam com frequência a matemática para entender a estrutura musical e comunicar novas maneiras de ouvir música. Assim, os estudiosos da música também usaram a matemática para entender as escalas musicais. Nas palavras de Machado, a visão humana é o sentido que mais capta as informações da realidade. Sendo assim, cada indivíduo, por pensar de forma distinta, contribui na sua modificação. É através da vida em sociedade que ocorre a difusão do conhecimento, pois nela se manifestam as diversas culturas (MACHADO, 1992, p. 27).

Com isso, a matemática auxilia até hoje nos estudos relacionados a música facilitando o aprendizado e dando uma ênfase maior em compreender a estrutura musical para tornar mais fácil, além de ser possível assimilar outras formas com maior facilidade. Segundo Gardner, o reconhecimento e desenvolvimento do espectro de competências da inteligência proporcionam maior diversidade de experiências ligadas a uma determinada situação, o que favorece a construção de significados por meio de canais heterogêneos, possibilitando, reciprocamente, suas transformações por distintos caminhos (GARDNER, 1995, p. 37).

Deste modo, a Matemática tem um grande valor como bem cultural de interpretação da realidade e através dela é possível preparar o educando para a sua inserção no mundo do conhecimento e do trabalho. Como, é importante também, estimular e motivar atividades de Música, para uma melhor compreensão da Matemática, pois vivemos no cotidiano social com diversas formas de comunicação simbólica utilizando a Matemática como referência do processo de aquisição de conhecimentos, este constituirá uma forma de poder, visto que a falta do domínio nessa área discrimina o educando e acaba por criar uma exclusão social.

É importante citar que, Pitágoras, é considerado o primeiro a desenvolver essa relação entre matemática e música de forma prática, pois o mesmo, fez descobertas muito importantes para a matemática (e para a música). Sendo assim é fato demonstrar que a música tem tudo a ver com a matemática.

Enfatiza Pires, que a apropriação da Matemática, pelo aluno, não pode limitar-se ao conhecimento formal de definições, de resultados, de técnicas e de demonstrações e que é indispensável que os conhecimentos tenham significado para ele a partir de questões que lhe são colocadas e que saiba mobilizá-las para resolver problemas (PIRES, 2000, p. 47).

Assim, analisar as atividades interdisciplinares de Matemática com Música, a existência de oficinas teóricas e práticas, de instrumentos e materiais didáticos, interpretação e compreensão básica da Matemática é uma maneira de contribuir com a evolução das atividades. Com base nisto é importante frisar que a Matemática facilita o aprendizado da música, pois para os grandes estudiosos musicais, por exemplo, a matemática é indispensável. Compreender a estrutura musical se torna mais fácil, além de ser possível assimilar outras formas de se ouvir música.

Assim, os conceitos matemáticos mesmo que, sejam conceitos individuais, a matemática e música possuem ligação, pois quando se observa os ritmos musicais, por exemplo, o tempo e as suas divisões (que são conceitos matemáticos) aparecem. Frequências, sons e timbres também possuem raízes matemáticas e estão presentes na música, bem como os compassos, que são tempos que se repetem.

Com isso, a música pode ser uma aliada do ensino da matemática, pois possibilitará investigar e fazer adaptações, mudanças e integrações facilitando a compreensão dos educandos, que devem estar relacionadas às notas musicais, a demonstração disso por meio de instrumentos musicais pode fazer o aluno se interessar pela matemática.

Então, a importância da disciplina atrelada ao processo de ensino e aprendizagem dar ênfase ao uso da música para as aulas de Matemática, busca também, a percepção que é a capacidade de distinguir, refinar e qualificar algo, tornando com isso, fator fundamental do

conhecimento humano. Na Música e na Matemática, essa capacidade ocupa um lugar de centro ou “excelência”. Na Matemática, associa-se à possibilidade de reconhecer problemas e definir os meios para solucioná-los.

A partir da música é possível ilustrar a matemática e tornar seu aprendizado mais divertido e prazeroso. A fim de auxiliar a aproximação entre os alunos e a matemática, a música pode ser utilizada como um recurso muito interessante, pois trata-se de uma atividade educacional enriquecedora. Segundo Cavalcante, a música quando bem trabalhada desenvolve o raciocínio, a criatividade e outros dons e aptidões imprescindíveis à aprendizagem de conceitos matemáticos. Observa-se, também, que há uma grande afetividade nas situações didático-pedagógicas envolvendo atividades musicais (CAVALCANTE; LINS, 2010, p. 98-99).

Oliveira (2013) afirma que, nos dias atuais, qualquer pessoa que estudar a teoria musical, pode notar, de modo simples, a forte relação que existe entre a música e a matemática, pois é necessário ter o conhecimento de frações até mesmo para solfejar (cantar um trecho de música, pronunciando somente as notas). Assim, a música cria um ambiente livre de tensões, facilita a sociabilização, cria um ambiente escolar mais abrangente e favorece o desenvolvimento afetivo (OLIVEIRA; SABBA, 2013, p. 103-104). Assegura também que matemáticos ilustres contribuíram de modo significativo para o desenvolvimento da teoria musical a fim de organizar os momentos importantes que revelam as relações entre as duas ciências. Portanto, o entendimento e a percepção de algumas noções e certas proposições matemáticas podem ser reformulados ou interpretados de diferentes formas ou em diferentes termos.

Para isso, é interessante o professor estabelecer estas relações, fazendo com que o aluno compreenda com mais clareza alguns conceitos e perceba a harmonia que existe dentro da própria Matemática pois, na música, vários motivos são simultaneamente acionados: a audição, o canto, a dança, o ritmo corporal e instrumental da criação melódica – contribuindo para o desenvolvimento da pessoa e servindo para transformar o ato de aprender em uma atitude prazerosa no cotidiano do professor e do aluno. Há interação com o outro e consigo mesmo, capacidade de criar e experimentar, dinamizar a aprendizagem de conteúdos formais do currículo da escola e trazer alegria ao ambiente escolar, estimulando a comunicação, a concentração, a capacidade de trabalhar e de se relacionar melhor em grupo.

Nesse cenário, os conceitos formais e científicos que estão presentes em algumas partes da música tornaram-na uma ciência. Segundo Snyders (1994, p. 132), “A música é uma das áreas em que é muito comum evocar a noção de dom”. O dom e/ou a aptidão são

importantíssimos para o desenvolvimento e o aprendizado da linguagem musical, mas não pode esquecer, por exemplo, de conceitos matemáticos, imprescindíveis para o entendimento pleno de alguns conceitos musicais.

Dessa maneira, a partir da correlação entre música e matemática, pode-se criar uma vontade maior de relacionar as duas áreas, servindo, tanto para dar a matemática um sentido mais prático, mais prazeroso e mais lúdico, quanto para explicar ou entender conceitos musicais que só são plenamente definidos quando se usa a matemática.

Isso não quer dizer que, com isso a música tenha somente o papel lúdico, de entretenimento e de alegrar o ambiente. Ou mesmo que a matemática somente precise ser ligada a aspectos lúdicos e/ou práticos para ser aceita, mas que, o ensino e aprendizagem tanto da música como da matemática deixa claro que uma área se fundamente na outra, desenvolvendo competências cognitivas múltiplas.

É importante compreender que, as estratégias educacionais devem ser consideradas as múltiplas inteligências, partindo dos conhecimentos mais próximos da região carregada de afetividade e que esses conhecimentos formem distintos caminhos para um mesmo conteúdo, sendo cada um com sua determinada competência intelectual e buscando soluções próprias e autônomas, evidenciando e propondo atividades didáticas relacionando matemática e música por meio de um viés histórico matemático-musical.

3 METODOLOGIA

3.1 Percurso metodológico

A pesquisa se constitui atividade fundamental para construção da ciência. Desta forma, a abordagem metodológica selecionada neste trabalho será quali-quantitativa, pois somente a qualitativa não poderá subsidiar a pesquisa pois trataremos de sistema de informação estatístico e administrativo, como cita Demo (2011, p. 163), “[...] a pesquisa inclui sempre a percepção emancipatória do sujeito que busca fazer e fazer-se, à medida que começa a se reconstituir pelo questionamento sistemático da realidade”.

Com isso, as duas abordagens serão adequadas e complementares e apropriadas para a pesquisa que segue e concretizada através da realidade dos participantes. Dando continuidade neste trabalho, a natureza/caráter da pesquisa é explicativa, como descreve Lakatos & Marconi (2003, p. 163), a seleção de instrumental metodológico está, portanto, ligado diretamente relacionada com o problema a ser estudado; a escolha dependerá dos vários fatores relacionados com a pesquisa [...]. Tanto os métodos quanto as técnicas devem adequar-se ao problema a ser estudado, às hipóteses levantadas e que se queira confirmar, aos tipos de informações com quem se entra em contato.

Os dados da presente pesquisa serão obtidos através de coleta de campo com o seguinte formato:

- i. Resposta a um questionário com questões do tipo Sim/Não;
- ii. Exibição de vídeo sobre a relação entre a Matemática e a Música;
- iii. Exibição e manipulação de um monocórdio.
- iv. Resposta ao mesmo questionário anterior;

Como cita Minayo (1994), a pesquisa de campo é o recorte que o pesquisador faz em termos de espaço, representando uma realidade empírica a ser estudada a partir das concepções teóricas que fundamentam o objeto de estudo.

Optou-se por este formato uma vez que é razoável esperar que o estudante não esteja apto a responder ao questionário inicialmente – priores – sem um embasamento informativo. Assim, uma vez iniciado nos conceitos exibidos no vídeo informativo, espera-se obter respostas diferentes às mesmas questões do instrumento - posteriore.

A amostra foi estabelecida em 20 (vinte) estudantes aos quais não se exigiu identificação pessoal. Cada um destes estudantes foi identificado por um código para viabilizar a comparação das respostas a priore e a posteriore.

A coleta dos dados ocorreu por respostas a um questionário de 9(nove) questões do tipo Sim/Não. Os estudantes pesquisados foram selecionados de uma escola do Ensino Médio da Rede Estadual do Piauí - Gov. Dirceu Mendes Arcoverde (Colégio da Polícia Militar do Piauí), no município de Teresina.

A exibição do vídeo relata que essas duas disciplinas (Matemática e Música) aparentemente tão distintas entre si possuem uma profunda relação que vem desde a antiguidade. A música era considerada o estudo dos números em movimento: o ritmo, a harmonia de um instrumento. Pitágoras, filósofo que viveu na Grécia antiga, foi o responsável pelo primeiro experimento que uniu Matemática e Música. Pitágoras é conhecido pelo seu teorema que relaciona os lados de um triângulo retângulo, contudo uma contribuição muito importante foi a construção da primeira escala musical que foi fundamental para a afinação dos instrumentos da época que eram muito rudimentares.

Existe uma lenda que retrata como Pitágoras estabeleceu esta primeira relação entre números e sons. A lenda relata que, ao passar por uma oficina de ferreiros, ele ouviu o som produzido por um martelo. Percebeu que alguns sons eram muito agradáveis enquanto outros muito dissonantes. A partir daí começou a investigar qual era a propriedade que fazia dois martelos suassem bem enquanto outros dois, não. Usou um instrumento chamado de metalofone (Figura 1), instrumento de metal, para simular os sons dissonante e consonantes. Pitágoras ficou curioso, resolveu pesar as barrinhas de ferro do metalofone e descobriu que existia uma relação entre os pesos na ordem de 1 para 2.

Figura 1 - Metalofone



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/>

3.2 Estudo de proporções: O Monocórdio

A invenção de Pitágoras, chamada de monocórdio foi capaz de verificar a relação existente entre os números e a harmonia musical.

Figura 2 - Monocórdio



Fonte: Manual Didático para projetos Envolvendo Matemática e Música (2010, p. 6).

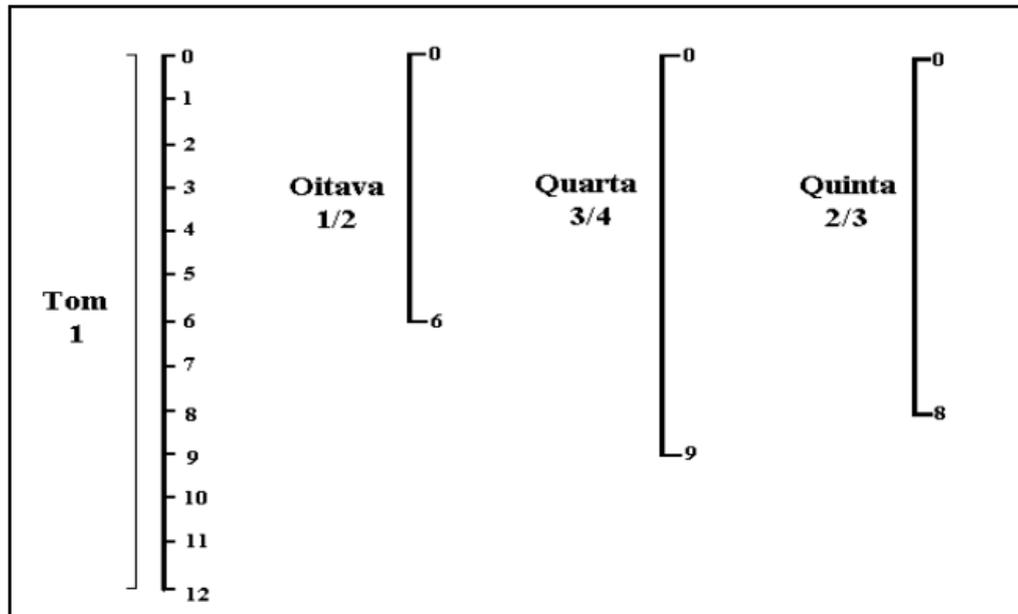
Para facilitar a organização da manipulação do monocórdio¹, resumimos em duas etapas, de acordo com Biembengut e Hein (2003): A interação entre os estudantes e a Matematização.

A Interação aconteceu com a sugestão do tema a ser pesquisado, motivação dos estudantes para participar da pesquisa, pesquisa bibliográfica sobre o tema e discussão a respeito do material pesquisado. Nessa etapa do projeto, foi sugerido aos estudantes que façam uma pesquisa sobre os temas: Matemática e Música, Pitágoras, o Monocórdio.

As discussões posteriores sobre o material pesquisado (pelos estudantes), faz-se necessário que os estudantes compreendam a experiência feita por Pitágoras utilizando o Monocórdio. Foi exibido um vídeo “Matemática e Música” aula 27 do curso de Matemática da UNIVESP.

O feito de Pitágoras foi esticar uma corda musical que produzia um determinado som, tomando o tom como fundamental. Marcou na corda que a dividiam em doze seções iguais. Veja a figura:

Figura 3 - Marcações feitas por Pitágoras no Monocórdio



Fonte: Camargos (2003)

Observou-se que ao tocar a corda solta e pressioná-la em sua metade com o cavalete ela produz um som harmonioso chamado de oitava (oitava justa), som que na maioria das culturas é um som equivalente (voz masculina e a feminina, mas a mesma nota). Investigou também que quando dividiu a corda em $2/3$ do seu tamanho também obtinha um som harmonioso que chamamos hoje de intervalo de quinta justa. E depois ele investigou um terceiro som que é exatamente $3/4$ do comprimento total da corda que é chamada de quarta justa. Logo, as frações $1/2$, $3/4$, $2/3$ correspondiam à oitava, à quarta e à quinta. A tônica (primeira nota da escala musical), quarta, quinta e oitava são baseadas na sequência das sete notas mais comuns, que chamamos de escala diatônica:

Dó / Ré / Mi / Fá / Sol / Lá / Si / Dó

1^a

8^a

De acordo com Camargos (2008, pág.7) os intervalos pitagóricos: tomando como ponto inicial uma corda de comprimento igual a 1, percorrendo a escala por quintas ascendentes e transpondo as notas obtidas à oitava relativa, obter-se-ão as seguintes frações, representando as notas musicais em relação ao tamanho da corda:

Dó (C) = 1

Ré (D) = $8/9$

Mi (E) $64/81$

Fá (F) = $3/4$

Sol (G) = $2/3$

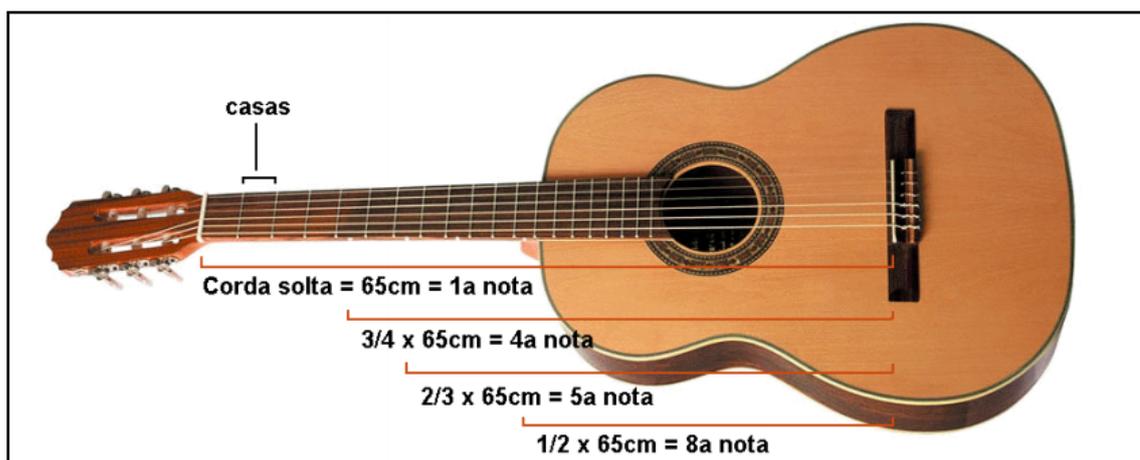
Lá (A) = $16/27$

Si (B) = $128/243$

Dó (C) = $1/2$

Essas frações correspondentes às notas foram analisadas com os estudantes, observando que cada nota musical representa uma proporção ao tamanho da corda.

Figura 4 - Frações pitagóricas no violão



Fonte: Manual Didático para projetos Envolvendo Matemática e Música. (2010, p. 9).

A Matematização, Segundo Biembengut e Hein (2003), é composta pelo processo de formulação do problema, criação de possíveis hipóteses que possam estar relacionadas a ele e sua resolução usando o modelo criado; contudo, inicia-se a análise de possíveis teorias matemáticas que possam ser abordadas em sala de aula e aplicadas com o desenvolvimento do Modelo Matemático que buscamos. Ao prosseguir com o desenvolvimento do Modelo Matemático, foi analisado a relação entre as cordas e suas frequências. Em Camargos (2003), observa-se que Galileu Galilei e Marin Mersenne (1588-1648) no início, do séc. XVII, estabeleceram o que hoje denominamos Lei Fundamental das Cordas Vibrantes: “A frequência de um som fundamental é inversamente proporcional ao comprimento da corda vibrante”, isto é:

$$f = \frac{K}{L}$$

Sendo f , a frequência do som fundamental, L , o comprimento da corda e K , uma constante que depende da tensão a que está sujeita a corda e da sua massa por unidade de

comprimento (K é a velocidade de propagação da deformação imprimida à corda). Como exemplo, podemos citar que em uma corda com $K = 130,5$ m/s, o comprimento $L=50$ cm produz um som fundamental de $f = 261$ Hz, o que corresponde à nota Dó, muito usada na França.

3.3 Construção do monocórdio

Com o objetivo simplificar a construção de um Monocórdio, exporemos os materiais atuais adequados para sua execução, em resumo, a produção simples e original de Pitágoras teve que ser adaptada de acordo com as nossas realidades. Sendo assim, para a construção de um monocórdio é necessário obtermos alguns materiais (conforme exemplificado na Figura 2): 2 tábuas de 80 cm de comprimento, 10 cm de largura e 5 cm de espessura; 2 cavalete triangular com as arestas de 0,5cm a 1 cm e 5 cm a 7 cm de largura; 1 furadeira a bateria ou elétrica; 1 folha de lixa para madeira; 1 broca de 2 mm; 1 parafuso 16x3,5 mm; 1 parafuso com argola de 26 a 30 cm de comprimento por 3,5 mm de espessura; 60 cm de linha de nylon ou corda de aço de violão; chave de fenda ou estrela; régua; cola de madeira; lápis ou caneta.

Figura 5 - Materiais necessários para execução do monocórdio.



Fonte: Autor.

Primeiramente definiremos as bases do instrumento, que devem ter uma dimensão pré-estabelecida de 80 cm de comprimento, 10 cm de largura e altura, aproximadamente 5 cm, não ultrapassando esse limite para não dificultar a confecção do instrumento.

Figura 6 - Tábua de madeira cortada nas medidas solicitadas



Fonte: Autor.

A construção dos cavaletes teve auxílio de um marceneiro que cortou um pedaço da tábua. Essa peça será parte estruturante da base do instrumento a ser produzido, sendo que também possui dimensões definidas para posteriormente se unir à base do monocórdio, pois seu formato de triângulo equilátero (conforme demonstra a Figura 7) fará a conexão da base com o fio. O cavalete deverá ser cortado com 10 cm de comprimento, enquanto sua altura deverá variar entre 3 cm a 4 cm.

Figura 7 - Cavalete cortado nas medidas solicitadas



Fonte: Autor.

Após providenciar as madeiras é necessário utilizar os materiais complementares para a construção do Monocórdio, sendo eles: uma furadeira a bateria ou elétrica, uma broca de 2 mm, parafuso 16x3,5 mm, parafuso com argola de 26 a 30 cm de comprimento por 3,5 mm de espessura, 60 cm de linha de nylon ou corda de aço de violão, uma chave de fenda ou estrela, uma régua, cola de madeira e também um lápis ou caneta, configurando assim todos os materiais a serem utilizados para construção do monocórdio.

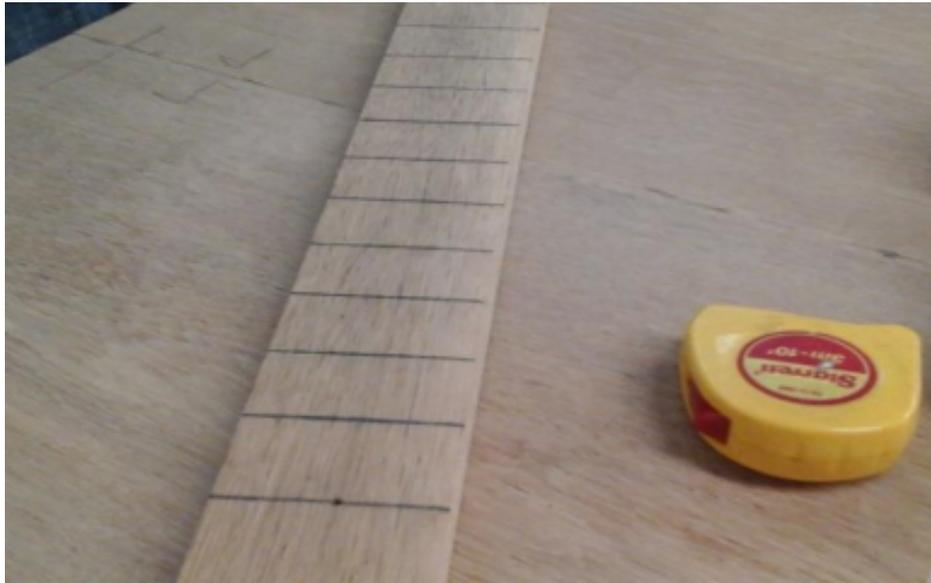
Figura 8 - Tábuas das bases com os cavaletes e demais materiais



Fonte: Autor.

Na sequência deve-se pegar as tábuas e marcar de 0 a 36 cm com um recuo de 5 a 7 cm na extremidade, de 1 em 1 cm, utilizando a régua e o lápis/caneta e posteriormente marcar apenas em números de 3 em 3 centímetros.

Figura 9 - Marcação de 3 em 3 centímetros na madeira



Fonte: Autor

No ponto zero fez-se um furo com a profundidade de 1 cm e no ponto 36 repetindo o procedimento. Importante ressaltar o cuidado para não atravessar a madeira.

Figura 10 - Procedimento para perfuração da madeira



Fonte: Autor

O quarto passo foi em pegar o cavalete, passar cola e colar centralizando em uma das tábuas entre 1 a 3 cm.

Figura 11 - Processo de colagem do cavalete na tábua da base do monocórdio



Fonte: Autor.

O quinto procedimento consistiu em pegar a linha de nylon ou de aço e prendê-la com o parafuso de 16x3,5 mm no ponto zero (conforme Figura 12). Em seguida, prendeu-se a outra ponta o nylon ou de aço no parafuso com argola e fixo-a no ponto 36cm. Importante nessa etapa é esticar a linha até encontrar o ponto perfeito tomando cuidado não esticar de mais, pois pode arrebentar.

Figura 12 - Prender o parafuso 16X3,5 mm junto com o nylon ou de aço no ponto zero



Fonte: Autor

O instrumento construído foi testado com um toque na corda. Um som é produzido. Na sequência aperte a linha no ponto 18, que é a metade, e toque a corda novamente, perceberá que será ouvido um oitavo do som mais alto, conforme a relação de Pitágoras apresentada anteriormente.

Figura 13 - Monocórdio construído (horizontal)



Fonte: Autor

Figura 14 - Monocórdio construído (vertical)



Fonte: Autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Impressões observadas na aula experimental

Verificou-se que após a exibição do vídeo e da aula experimental utilizando materiais concretos, a participação dos estudantes foi bastante significativa. Os resultados obtidos dos pós testes, tiveram alterações consideradas positivas, isto é, mais concentração, maior participação e interações entre os estudantes durante a aula.

As estratégias diferenciadas nas aulas de matemática principalmente utilizando a Música no processo ensino-aprendizagem, são de grande valia, haja vista que é uma linguagem bastante apreciada pelos adolescentes inclusive fonte de estímulos e de distintas possibilidades de expressão, e devem ser utilizadas como recurso didático-pedagógico.

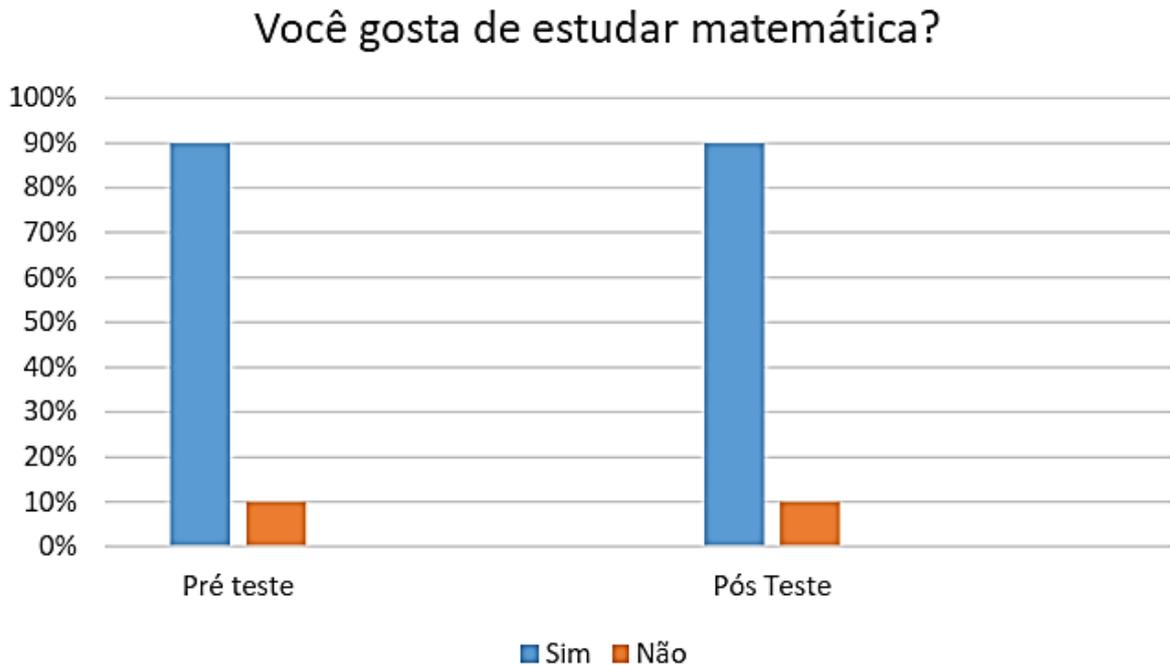
Segundo Abdounur (2003, pág. 300), partindo do experimento de Pitágoras, as oficinas de matemática/música reproduzem distintas circunstâncias da interação de ambos terrenos no decorrer da história. Tendo em vista a diversidade de público nas oficinas, a linguagem utilizada apresenta-se bastante diversificada. Neste ponto, as múltiplas inteligências mostram-se instrumento preciosos, uma vez que possibilitam a apresentação de conceitos abstratos.

Portanto, aulas diversificadas explorando as potencialidades da música como estratégia motivadora no ensino de matemática na Educação Básica são fundamentais principalmente para resgatar o interesse de estudantes, com maior ênfase dos que não tem muito afeto pela disciplina Matemática.

4.2 Estatística Descritiva – Priore e Posteriore

À medida que apresentamos as questões constadas do questionário, faremos algumas considerações acerca dos dados obtidos antes e depois da exibição do vídeo informativo sobre as relações entre a matemática e a música.

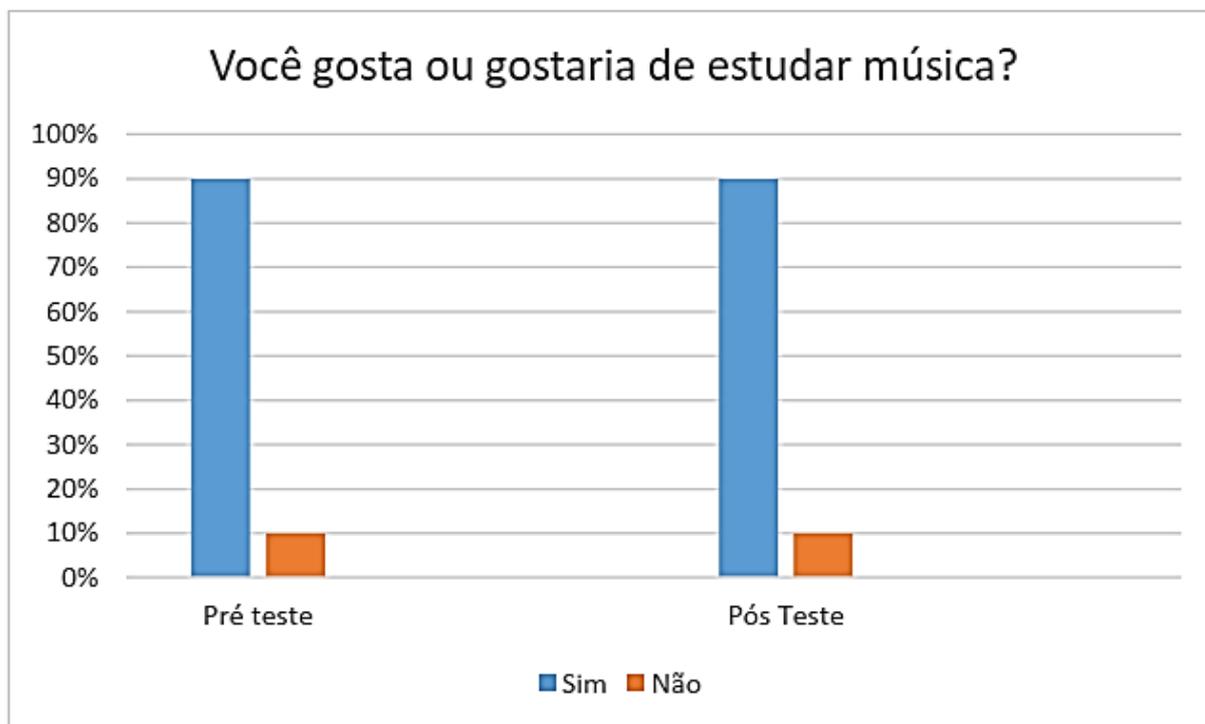
Gráfico 1: Estatística das respostas da Questão 01



Fonte: Pesquisa de Campo (2020)

É bastante expressivo a quantidade de estudante que respondeu gostar de estudar matemática (90%) dentre os que responderam ao questionário antes e depois da apresentação do vídeo e da atividade prática que foi aplicação do monocórdio, inclusive permanecendo constantes as respostas. O não gostar de matemática pode estar associado ao fato de não entender, devido um formato abstrato como normalmente é apresentada. Percebeu-se que, em relação aos estudantes, a música potencializou o raciocínio e a criatividade, que são características aliadas as quais auxiliam para melhor desempenho na disciplina Matemática. Segundo Sekeff (2007, p.18) a música, modo peculiar de se organizar experiências, atende a diferentes aspectos do desenvolvimento humano (físico, mental, social, emocional, espiritual), infere-se ser possível recortar seu papel como agente facilitador e integrador do processo educacional, enfatizando desse modo sua importância nas escolas em virtude de sua ação multiplicadora de crescimento.

A intervenção motivadora através de atividades práticas e principalmente utilizando a música como suporte, como foi o caso citado, pode estimular o estudante a mudar esta concepção e deixá-los com outro tipo de pensamento acerca do assunto.

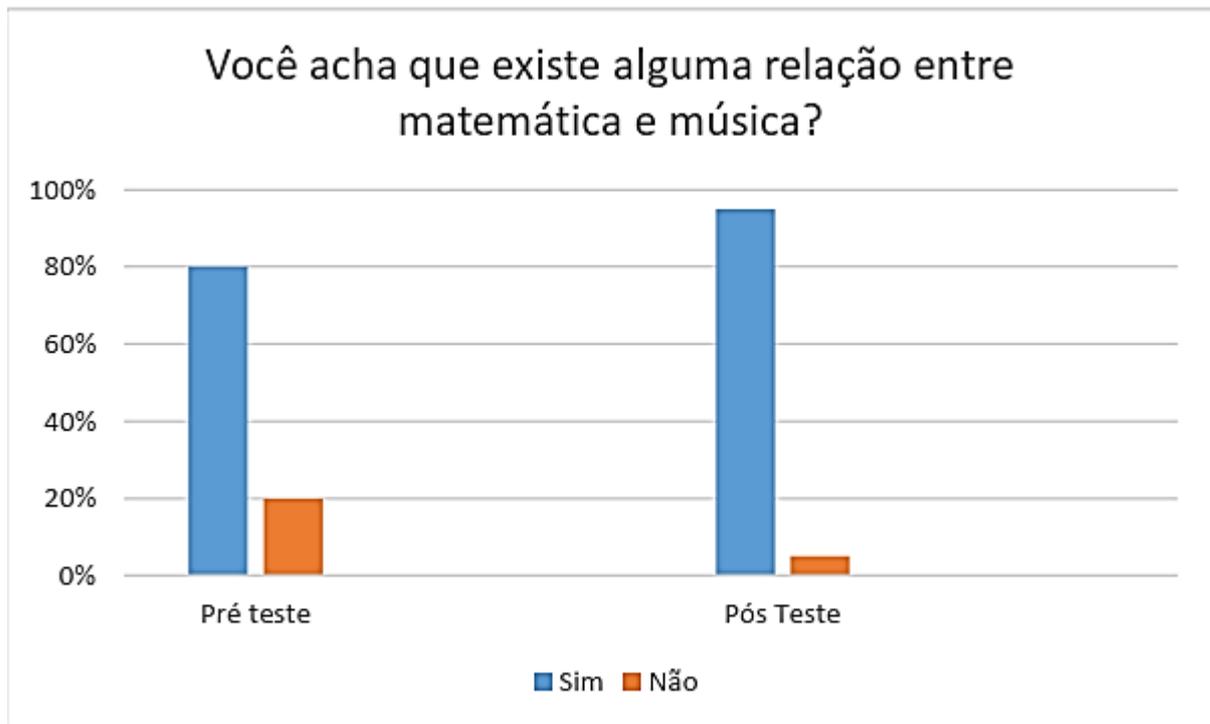
Gráfico 2: Estatística das respostas da Questão 02

Fonte: Pesquisa de Campo (2020)

Em ambos os testes (pré e pós) 90% afirmaram que sim, gostariam de estudar música. Segundo Amui (2016 pág. 101) a educação musical no campo da educação básica, dialoga com diferentes áreas e campos de conhecimento, e em alguns casos podem se tornar centralidade de discussões e pesquisas.

Referente aos resultados citados a cima, percebe-se que o prazer em estudar música perpassa vários aspectos do desenvolvimento do ser humano, a educação formal configura-se um desses aspectos. A escola precisa significar o estudo da música para contribuir com aprendizagem nas diversas áreas propiciando o prazer que o estudante possui ao ato de conhecer o aprendizado em matemática.

Gráfico 3: Estatística das respostas da Questão 03

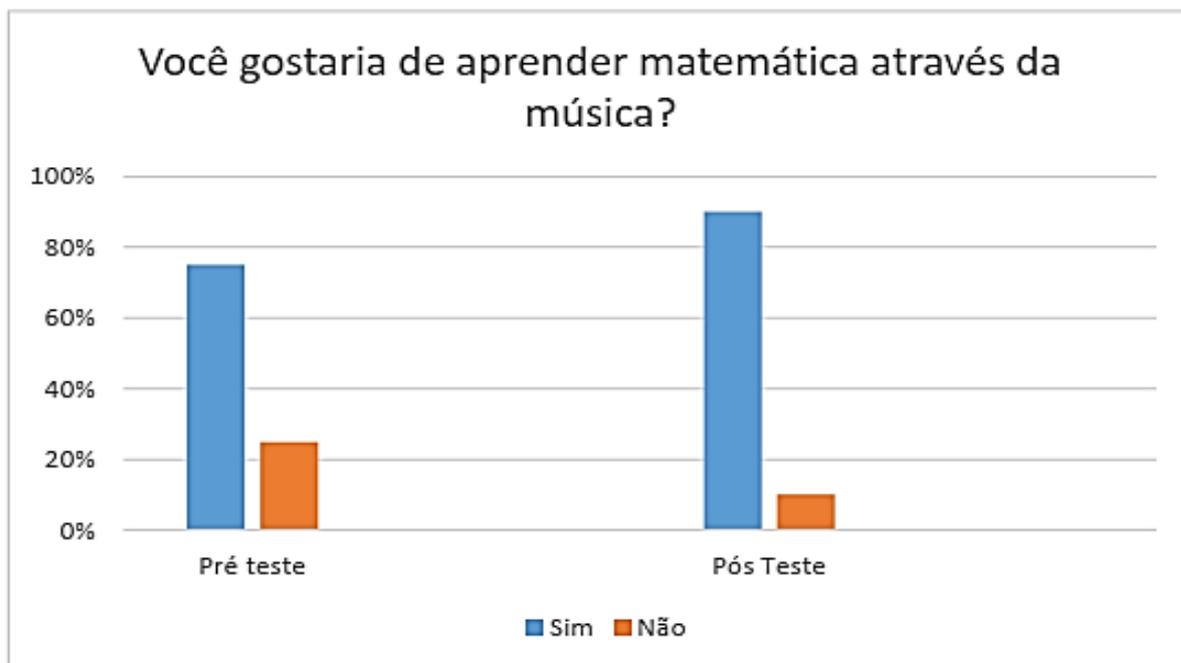


Fonte: Pesquisa de Campo (2020)

A questão citada apresentou que 80% dos estudantes pesquisados afirmaram que existe uma relação entre as duas ciências e depois da apresentação do vídeo e a utilização de um material concreto que foi a manipulação de um monocórdio, esse percentual passou para 95%.

Segundo Abdounur (2002, p. 288) as pesquisas e oficinas interdisciplinares proporcionam, ainda, maior compreensão das trajetórias da música e da matemática, assim como aclararam ressignificações e mutações, por exemplo, nos conceitos de consonância/dissonância, timbre, harmonia, batimentos, intensidade e altura musicais, identificadas agora por meio da codificação matemática de sons.

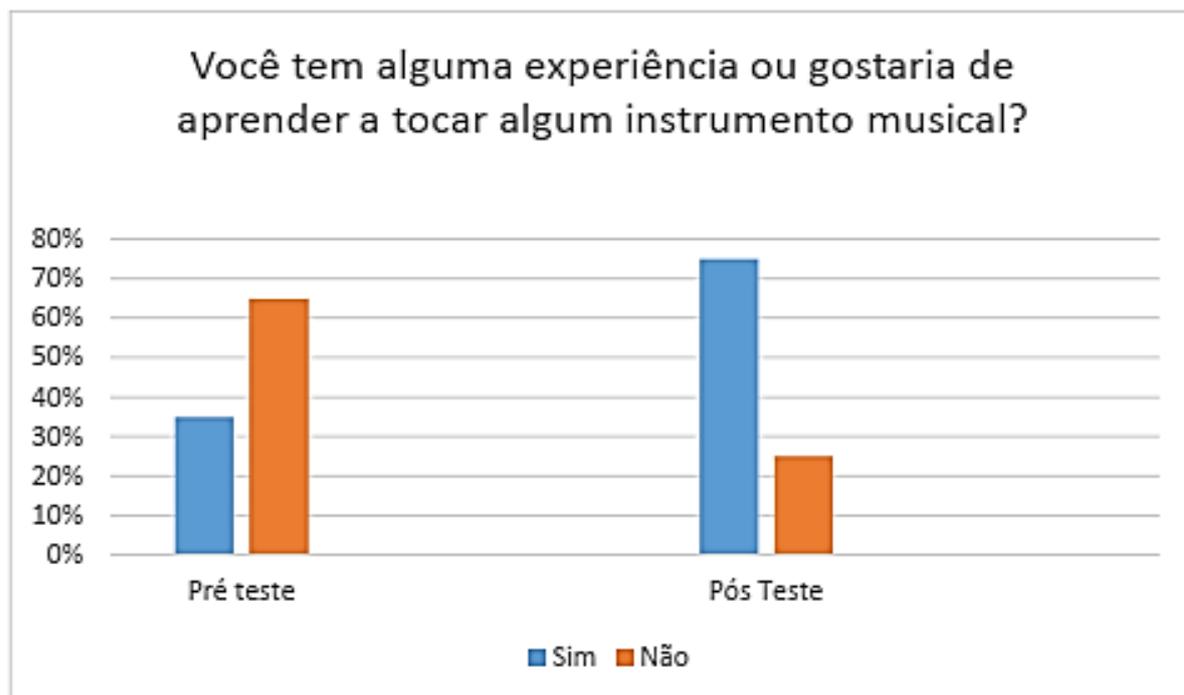
Concluimos que é através da música, utilizada como ferramentas em sala de aula, é promovido confiança ao estudante e demonstra-os que é possível gostar e aprender matemática de forma dinâmica.

Gráfico 4: Estatística das respostas da Questão 04

Fonte: Pesquisa de Campo (2020)

De acordo com as respostas do pré teste na questão referida, 75% dos entrevistados respondeu sim, em querer aprender matemática através da música. Logo em seguida no, pós teste, esse percentual passou para 90%. Verificou-se também que a utilização da música no processo ensino-aprendizagem que é uma linguagem apreciada pelos adolescentes e fonte de estímulos e de diferentes possibilidades de expressão sendo um mecanismo no preenchimento das lacunas presentes no ensino desta disciplina, tendo em vista os baixos rendimentos dos alunos. Segundo Hallam (2012 p. 30) o impacto da participação musical no desempenho em geral pode derivar do seu desenvolvimento pessoal e social aumentando a autoestima e confiança.

Diante do exposto percebe-se que o confronto entre o pré e o pós teste é uma realidade possível de acontecer na sala de aula utilizando a ferramenta da linguagem musical, e que o desempenho vai promover confiança no estudante para ver que é possível aprender matemática.

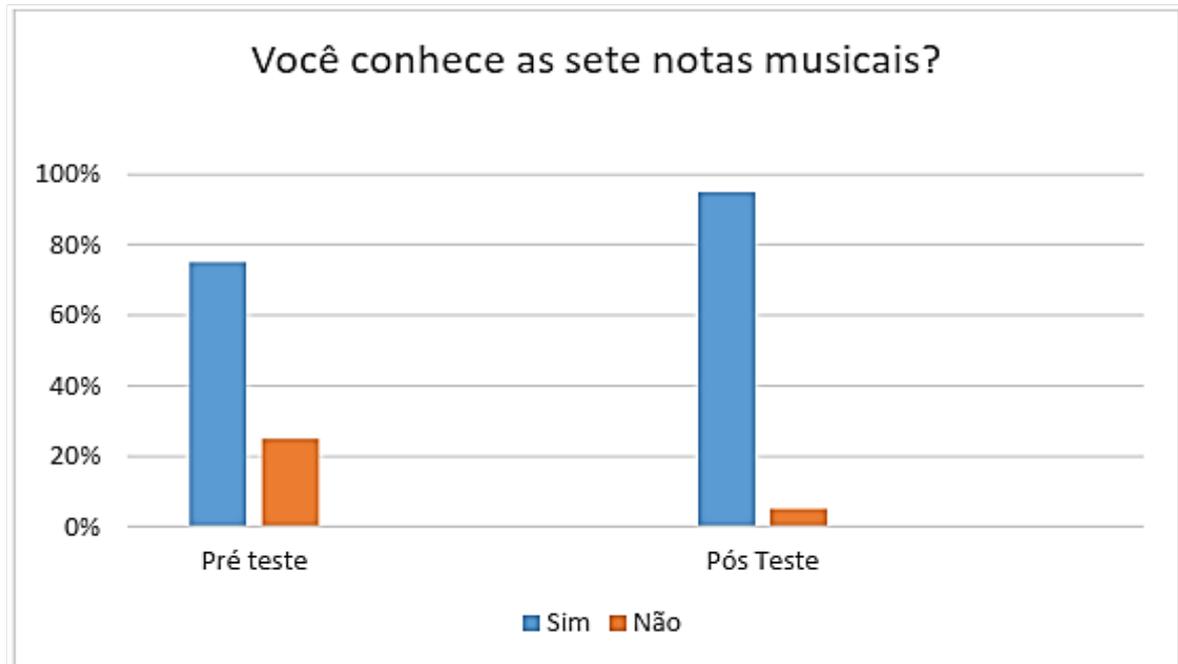
Gráfico 5: Estatística das respostas da Questão 05

Fonte: Pesquisa de Campo (2020)

Ao analisar as respostas da questão referida 65% dos estudantes pesquisados relataram não ter algum contato nem conhecimento com instrumentos musicais e apenas 35% tocam um tipo de instrumento musical. Porém após a exibição do vídeo e a manipulação do monocórdio esse pensamento mudou e passou para 75% o anseio de aprender tocar algum instrumento. Na referência de Hallam (2012 p. 31) a prática é fundamental do desenvolvimento em todos aspectos da experiência musical (composição, improvisação, performance).

Observa-se que a continuidade da prática com instrumentos musicais será motivadora para os estudantes continuarem com foco no desejo e aprimoramento da música, para tanto o exercício disciplinar do instrumento musical facilitara através de um instrumento musical um desejo de aprender e reproduzir as notações musicais para consequentemente motivá-los em outra área, neste caso específico a Matemática

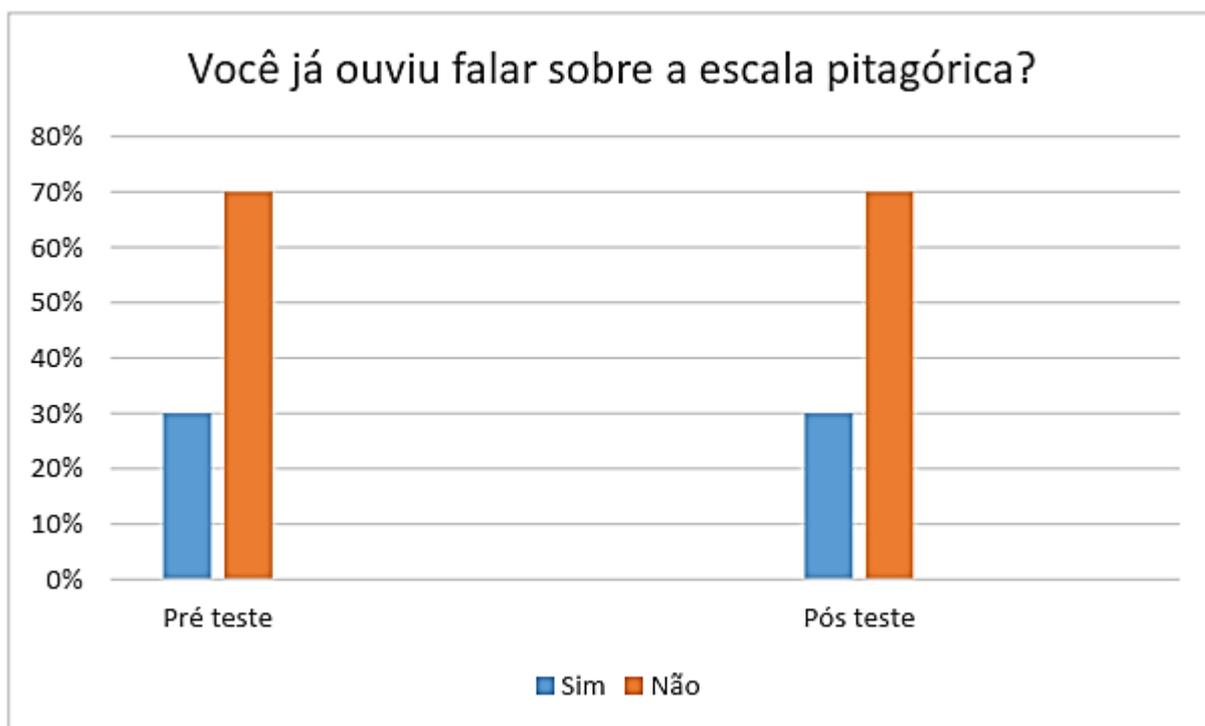
Gráfico 6: Estatística das respostas da Questão 06



Fonte: Pesquisa de Campo (2020)

Com a finalidade de indagar se os entrevistados conhecem as sete notas musicais 75% respondeu que sim, contudo após o vídeo esse percentual passou para 95%. Destacando o poder da música na aprendizagem Hallam (2012, p. 29) cita que o gosto de fazer música, ser apoiado, desfrutar das atividades sociais e do desempenho musical juntamente com a auto crença sobre ser um músico competente, parece ser a chave para o envolvimento musical ao longo prazo ao invés do nível de especialização atingido ou a duração da aprendizagem.

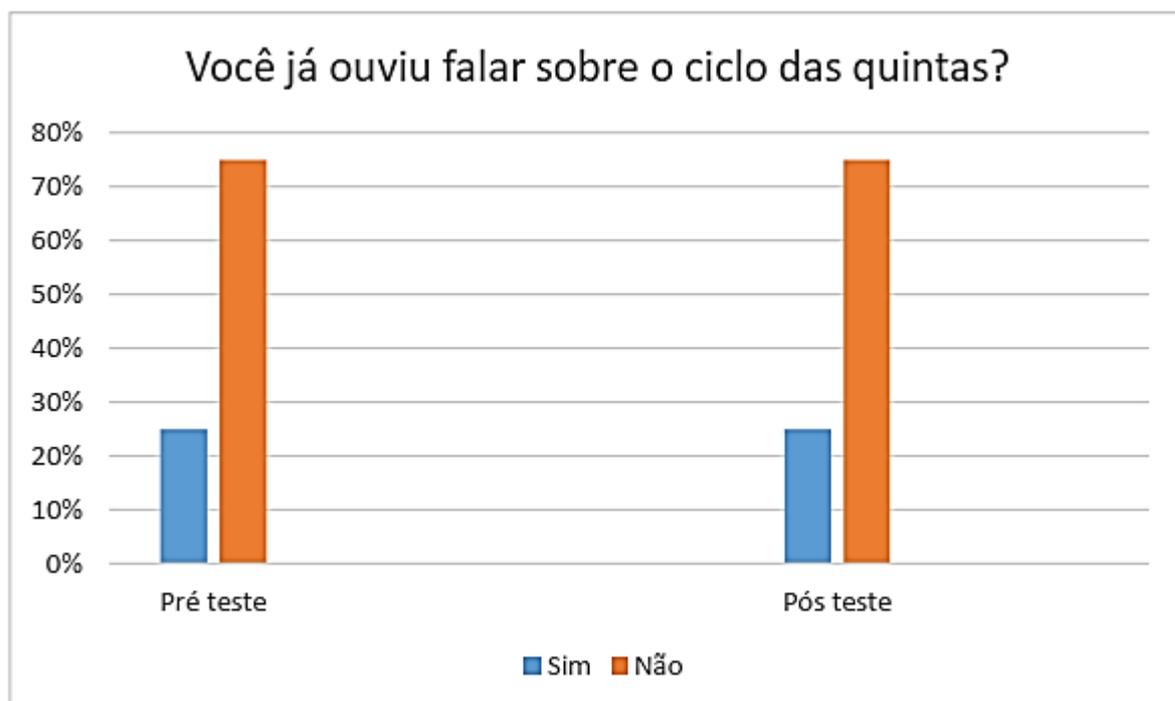
O resultado apresentado e o diálogo conduzido com o autor, reflete o poder da música na aprendizagem, acredita-se que a formação musical é uma ferramenta necessária que pode evidenciar uma sequência significativa de conteúdos possíveis de se aprender. Ao perceber-se capaz de aprender algo novo o estudante reage automaticamente à novas possibilidades e percebe-se como construtor de novos conhecimentos.

Gráfico 7: Estatística das respostas da Questão 07

Fonte: Pesquisa de Campo (2020)

Quando questionados sobre o conhecimento das escalas pitagóricas apenas 30% dos estudantes responderam ter conhecimento e continuou com o mesmo posicionamento após a apresentação do vídeo. Segundo Hallam (2012, p. 29) o conhecimento a respeito da escala pitagórica pode facilitar a aprendizagem e a leitura de música refletindo numa melhoria da consciência fonética, contribuindo para o desenvolvimento de competências.

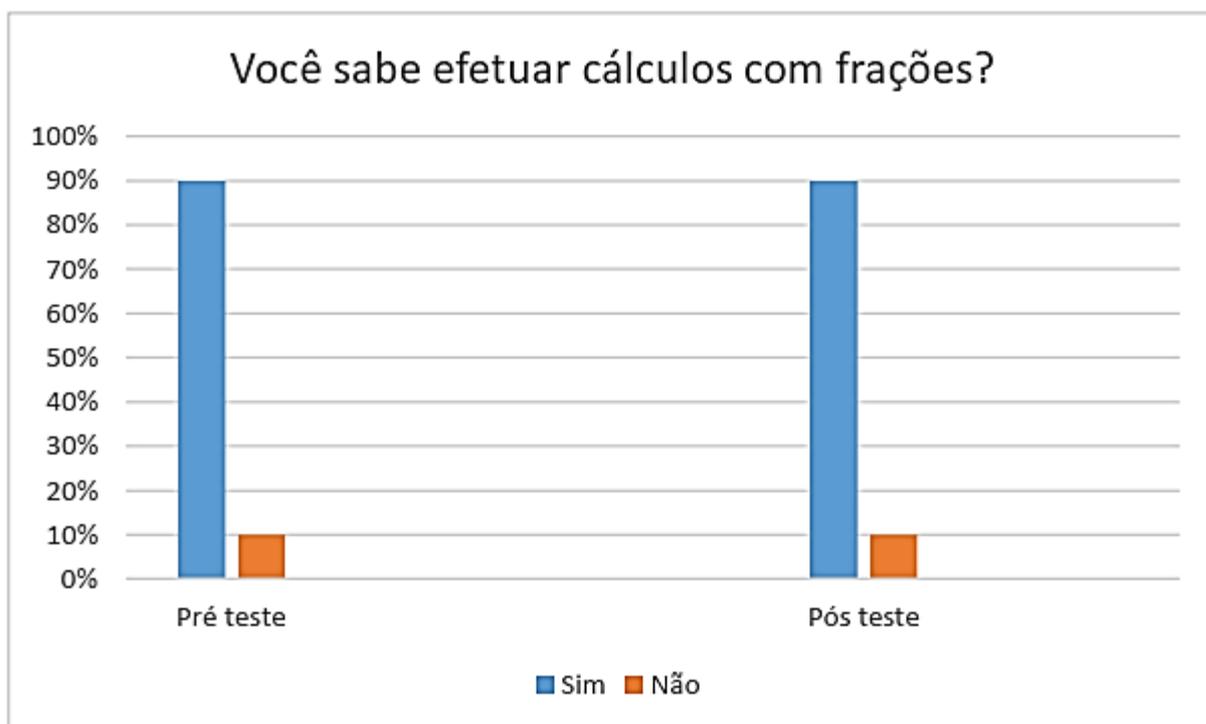
Enfim, isso contribui para que a maioria dos estudantes apresente uma resposta negativa pois desconhecem o contexto histórico da relação entre matemática e música.

Gráfico 8: Estatística das respostas da Questão 08

Fonte: Pesquisa de Campo (2020)

Com relação ao questionamento sobre o conhecimento a respeito do ciclo das quintas, apenas 25% dos estudantes já ouviu falar desse ciclo e 75% respondeu não, permanecendo os resultados após o pós teste. Isso reforça a ideia de que os estudantes desconhecem o contexto histórico da matemática e da música. Para isso, segundo Hallam (2012, p. 30) na aprendizagem de competências procedimentais, o autoritarismo pode desenvolver-se numa área, enquanto novos conhecimentos podem ser adquiridos noutra.

Portanto o aprofundamento no estudo do ciclo das quintas é importante pois trata-se de uma sequência de notas distanciadas por intervalos de quinta justa e mostra quais notas são mais próximas ou que soam mais consonantes com a nota tocada facilitando o aprendizado nas frações, proporções e sequências numéricas.

Gráfico 9: Estatística das respostas da Questão 09

Fonte: Pesquisa de Campo (2020)

Com relação aos cálculos com frações, apenas 10% dos entrevistados afirmaram não ter habilidade em efetua-los no pré e pós testes. Baseada em Hallam (2012, p. 32) a motivação e o empenho pessoal são necessários para se alcançar altos níveis de desempenho em qualquer domínio. As tarefas interessantes podem manter o interesse a curto prazo, mas para um empenhamento a longo prazo devem ser interiorizadas com parte da identidade.

Um professor inovador deve atribuir em suas aulas de matemática estratégias atrativas, prazerosa e direcionadas ao cotidiano dos estudantes. No caso cálculos envolvendo frações e proporções, segundo Pitágoras, pode-se estabelecer o vínculo com as notas, os intervalos e as escalas musicais, mesmo caso o professor não seja um conhecedor da teoria musical.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a prática cotidiana, na intenção de uma melhor compreensão da pesquisa verificou-se que, com o desenvolvimento tecnológico e o fácil acesso digital, a aprendizagem baseada na escola introduzida nas últimas décadas tornou-se obsoleta, ou seja, existe uma quebra no conceito que integra na realidade cultural do século XXI.

No sentido de uma mudança cultural, toda pesquisa abordou aspectos teóricos da história da matemática e sua relação com a música, pois, essa relação pode ser explorada pelo professor no ensino fracionário e proporcional, criando uma abordagem interdisciplinar que chama a atenção uns dos outros.

Com base em toda essa investigação com o estudo desse tema fica fácil compreender que, a pesquisa também demonstra a possibilidade de aumentar os recursos teóricos em civilizações antigas, e conclui implicitamente que, apesar dos avanços da tecnologia, a essência básica e rústica que os primeiros pesquisadores abandonaram para os estudos atuais não deve ser perdida.

Dessa maneira, com os experimentos de Pitágoras que mostram a importância de se referir ao passado para apoiar a aprendizagem contemporânea, como é o caso da música que entra como facilitador da compreensão e a construção do conhecimento matemático de uma forma onde a música é representada como instrumento lúdico facilitador no processo ensino-aprendizagem.

Por fim, a construção do monocórdio possibilita sentir a facilidade de fazer música, que pode ser utilizada em sala de aula, incluindo a abordagem lúdica de fazer música no currículo. Contudo, ao introduzir o estudante à prática da produção instrumental e posteriormente às provas de matemáticas, torna-se perceptível a influência da música no ensino da matemática na Educação Básica.

REFERÊNCIAS

ABDOUNUR, Oscar João. **Matemática e Música: o pensamento analógico na construção de significados**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.

_____. **Matemática e Música**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015. (Coleção Contexto e ciência)

AMUI, Gustavo Araújo; GUIMARÃES, Fernanda Albernaz do Nascimento (2016). Música na educação básica: referenciais teóricos de periódicos nacionais publicados entre 2000 e 2010. **Per Musi**. Ed. Por Fausto Borém, Eduardo Rosse e Débora Borburema. Belo Horizonte: UFMG, N.34, P.89-112.

BRASIL. **Lei 9.394, Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB**. Brasília: MEC, 1994.

_____. **Lei nº 11.769, de 18 de agosto de 2008**. Altera a Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação, para dispor sobre a obrigatoriedade do ensino da música na educação básica. Brasília, 2008.

_____. MEC - Ministério da Educação - **Secretaria de Educação Fundamental - PCN's: Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p.

_____. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 3 ed. São Paulo, SP: Contexto, 2003. 127 p.

BROMBERG, C.; SAITO, F. **As matemáticas, o monocórdio e o número sonoro**. São Paulo: Livraria da Física, 2017. v.1.

CAVALCANTE, V. de S.; LINS, A. F. Ensino e aprendizagem da matemática através da música no ensino médio. X ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Salvador-BA, 2010.

CAMARGOS, C. B. R. et al. **Matemática e música**. In: III ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Belo Horizonte - MG: UFMG, Anais do III EMEM. 1 CDROM. 2003.

CAMARGOS, C. B. R. **Desenvolvimento de Modelos Matemáticos relacionados à Música, para a Educação Básica**. 2008. Monografia de Especialização. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.

DEMO, Pedro. **Conhecimento moderno: sobre ética e intervenção do conhecimento**. Petrópolis: Vozes, 1998.

FREDERICO, E. **Música Breve História**. São Paulo: Irmãos Vitale, 1999.

GARDNER, Howard. **Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1994.

_____. **Inteligências múltiplas: a teoria na prática**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1995.

HALLAM, Susan. Psicologia da Música na Educação. O poder da música na aprendizagem. **Revista de educação musical**, n. 138, p. 29-34, jan./dez. 2012.

KAHN, C. H. **Pitágoras e os pitagóricos: uma breve história**. Tradução Luís Carlos Borges. São Paulo: Loyola, 1993. 233p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MACHADO, N. J. **Matemática e educação**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

MARCONDES, Danilo. **Iniciação à filosofia: dos pré-socráticos a Wittgenstein**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2010.

MINAYO, M. C. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: _____. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

OLIVEIRA, A. P. de S.; SABBA, C. G. **Utilizando Frações da Música à Matemática**. VII CIBEM. Montevideo-Uruguay 2013.

OLIVEIRA, E. Interdisciplinaridade. **Info Escola: navegando e aprendendo**, 2010. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/pedagogia/interdisciplinaridade/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

PIRES DE OLIVEIRA, R. Semântica. In: MUSSALIN, F.; BENTES, A. C. **Introdução à Linguística 2**. São Paulo: Cortez, 2000.

PIRES, C. M. C. **Currículos de Matemática: da organização linear à ideia de rede**. São Paulo: FTD, 2000.

SANTOS, Marcos Pereira dos. **Recursos didático-pedagógicos na educação matemática escolar: uma abordagem teórico-prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2011.

SANTOS, P. A.; BORGES, M. R. Música, arte ou ciência?. II SIMPÓSIO SERGIPANO DE PESQUISA E ENSINO EM MÚSICA – SISPEM. Núcleo de Música (NMU) – Universidade Federal de Sergipe (UFS), 2010.

SEKEFF, Maria de Loudres. **Da música, seus usos e recursos**. 2 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

SNYDERS, Georges. **A escola pode ensinar as alegrias da música?** 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994.

VIGOTSKI, L. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes. 1989.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO

- 1. Você gosta de estudar matemática?
() sim () não
- 2. Você gosta ou gostaria de estudar música?
() sim () não
- 3. Você acha que existe alguma relação entre a matemática e a música?
() sim () não
- 4. Você gostaria de aprender matemática através da música?
() sim () não
- 5. Você tem alguma experiência ou gostaria de aprender a tocar algum instrumento musical?
() sim () não
- 6. Você conhece as 7 notas musicais? (#dó, #ré, #mí, #fa, #sol, #lá, #si)
SIM () () Não
- 7. Você já ouviu falar sobre escala pitagórica?
() sim () não
- 8. Você já ouviu falar sobre ciclo das quintas?
() sim () não
- 9. Você sabe efetuar cálculos com frações?
() sim () não

APÊNDICE 2 - LINKS

<https://youtu.be/ETPzsN-vgE8>

<https://youtu.be/GFZngfZU6Yk>

<https://youtu.be/MYvaJrlpwKI>