



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ - UESC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA - PPGECM

TAÍZE CARDOSO DE SOUSA

A INTEGRAÇÃO DE APLICATIVOS COMPUTACIONAIS NA
CONSTRUÇÃO DE PARTITURAS MUSICAIS PARA
POTENCIALIZAR O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE
EXPRESSÕES ALGÉBRICAS NO ENSINO FUNDAMENTAL

Ilhéus/BA

2020

TAÍZE CARDOSO DE SOUSA

**A INTEGRAÇÃO DE APLICATIVOS COMPUTACIONAIS NA
CONSTRUÇÃO DE PARTITURAS MUSICAIS PARA
POTENCIALIZAR O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE
EXPRESSÕES ALGÉBRICAS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Flaviana dos Santos Silva

Ilhéus/BA

2020

S725

Sousa, Taíze Cardoso de.

A integração de aplicativos computacionais na construção de partituras musicais para potencializar o ensino e a aprendizagem de expressões algébricas no ensino fundamental / Taíze Cardoso de Sousa. – Ilhéus, BA: UESC, 2020.

168 f.: il.; anexos.

Orientadora: Flaviana dos Santos Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

Inclui referências e apêndices.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Álgebra. 3. Software de aplicação. 4. Música no ensino de matemática. I. Título.

CDD 510.7

TAÍZE CARDOSO DE SOUSA

A INTEGRAÇÃO DE APLICATIVOS COMPUTACIONAIS NA CONSTRUÇÃO DE
PARTITURAS MUSICAIS PARA POTENCIALIZAR O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE
EXPRESSÕES ALGÉBRICAS NO ENSINO FUNDAMENTAL.

Dissertação submetida ao Colegiado do Programa de Pós-
Graduação em Educação em Ciências e Matemática –
PPGECM, em cumprimento parcial para a obtenção do
título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

**APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA
EM 20/10/2020**



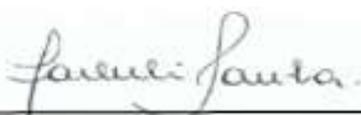
Profa. Dra. Flávia dos Santos Silva

Orientadora/Presidente da banca – PPGECM/UESC



Profa. Dra. Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

Examinadora – IFCE



Profa. Dra. Marlúbia Corrêa de Paula

Examinadora – UESC

Ilhéus, Bahia, 20 de outubro de 2020.

A

Terezinha, mãe querida, por ter me ensinado a aprender.
Roque, pai querido, por ter me levado a aprender a ensinar.
Antônio César (*in memoriam*), meu amor, pelo incentivo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido força e determinação para chegar até aqui.

À minha mãe *Terezinha*, pelo amor e cuidado.

Ao meu pai, *Roque*, pelo amor, apoio e torcida pelo meu sucesso. É o principal incentivador para que eu cursasse o mestrado.

À *Antônio César (in memorian)*, pelo amor, carinho e companheirismo.

À minha orientadora, Profa. Dra. *Flaviana dos Santos Silva*, por sua competência, o incentivo, e compromisso para que esta pesquisa acontecesse, estando sempre à disposição.

Às professoras Dra. *Marlúbia Corrêa de Paula* e Dra. *Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida*, pelas sugestões proveitosas, que contribuíram para o enriquecimento desta pesquisa.

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb)* pelo auxílio disponibilizado, o qual contribuiu para a minha permanência no curso.

Aos meus colegas de turma 2018.2, *Alex, Anderson Georgino, Camila, José Lucas, Luana, Luciano e Thiago* pela amizade construída.

Aos *professores do PPGEM/PPGECM*, pelo cuidado, afeto, apoio, em prol da construção do conhecimento.

À *direção* do colégio em Irajuba/BA, que acolheu minha proposta e permitiu a realização desta pesquisa.

Aos *estudantes* participantes, por colaborarem e se empenharem durante todo o percurso.

Enfim, *a todos* os que fazem parte da minha vida e são importantes na minha caminhada.

Ensinar não é transferir conhecimento,
mas criar as possibilidades para a sua
própria produção ou a sua construção.

(FREIRE, 2003, p. 47)

SOUSA, Taíze Cardoso de. **A integração de aplicativos computacionais na construção de partituras musicais para potencializar o ensino e a aprendizagem de expressões algébricas no ensino fundamental.** Ilhéus, BA: UESC, 2020.

RESUMO

Analisa-se, nesta abordagem, como as partituras musicais e os aplicativos computacionais podem contribuir para o aprendizado de expressões algébricas dos estudantes que estão nos anos finais do Ensino Fundamental. Assim, por meio de uma intervenção de ensino com estudantes do 8º ano dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola estadual, no município de Irajuba/BA, buscou-se promover o aprendizado de expressões algébricas por meio da abordagem com partituras musicais. Além disso, apresenta-se, aqui, uma proposta de intervenção de ensino envolvendo os *softwares* Kurupira Crossword e MuseScore. Para tanto, adotou-se a abordagem qualitativa dos aportes teóricos da concepção da espiral da aprendizagem de Valente (2005), bem como o ensino de Matemática com música. A coleta dos dados foi realizada durante uma intervenção de ensino composta de doze encontros de Matemática do componente curricular expressões algébricas, sendo os sete últimos encontros destinados a ser proposta de intervenção de ensino utilizando os dois *softwares* supracitados, pois não foi possível desenvolver na sala de aula com estudantes por conta do surgimento do coronavírus. Como instrumentos de coleta de dados, foram utilizados o diário de campo, os protocolos do Questionário Inicial, do Instrumento Diagnóstico I e da Atividade realizada pelos participantes durante os encontros e a própria proposta de intervenção de ensino utilizando os dois *softwares* em questão. A análise dos dados foi feita por meio de uma abordagem qualitativa, no intuito de avaliar o efeito da intervenção de ensino no desempenho dos estudantes em face dos problemas envolvendo expressões algébricas, além da análise dos instrumentos de coleta de dados já mencionados. Embora diversas pesquisas, principalmente na educação em Matemática, estejam sendo desenvolvidas com enfoque nas expressões algébricas, a aprendizagem desse conteúdo ainda precisa ser estudada com o intuito de despertar nos estudantes o gosto pela Matemática através da música e do aplicativo MuseScore, cuja utilização ainda não é de conhecimento amplo, no campo da Matemática. Além disso, os resultados evidenciaram a importância de buscar novos métodos para obter êxito no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de expressões algébricas.

Palavras-chave: Expressões algébricas; Aplicativos computacionais; MuseScore; Educação Matemática Musical.

SOUSA, Taíze Cardoso de. **The integration of computational applications in the construction of musical partitures to potentialize the teaching and the learning of algebraic expressions in fundamental education.** Ilhéus, BA: UESC, 2020.

ABSTRACT

In this approach, it is analyzed how musical scores and computational applications can contribute to the learning of algebraic expressions of students who are in the final years of elementary school. Thus, through a teaching intervention with students from the 8th grade of the final years of elementary school in a state school, in the municipality of Irajuba / BA, we sought to promote the learning of algebraic expressions through the approach with musical scores. In addition, a teaching intervention proposal involving the software Kurupira Crossword and MuseScore is presented here. For that, the qualitative approach of the theoretical contributions of the conception of the spiral of learning of Valente (2005) was adopted, as well as the teaching of Mathematics with music. Data collection was carried out during a teaching intervention composed of twelve Mathematics meetings of the curricular component algebraic expressions, the last seven meetings being intended to be a teaching intervention proposal using the two software mentioned above, as it was not possible to develop in the classroom. class with students due to the emergence of the coronavirus. As instruments of data collection, the field diary, the protocols of the Initial Questionnaire, the Diagnostic Instrument I and the Activity carried out by the participants during the meetings and the teaching intervention proposal using the two software in question were used. Data analysis was performed using a qualitative approach, in order to assess the effect of teaching intervention on student performance in the face of problems involving algebraic expressions, in addition to the analysis of the data collection instruments already mentioned. Although several researches, mainly in Mathematics education, are being developed with a focus on algebraic expressions, the learning of this content still needs to be studied in order to awaken in students a taste for Mathematics through music and the MuseScore application, whose use has not yet been widely known in the field of mathematics. In addition, the results showed the importance of seeking new methods to be successful in the process of teaching and learning the concepts of algebraic expressions.

Keywords: Algebraic expressions; Computational applications; MuseScore; Musical Mathematical Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Partitura apresentando os valores das figuras de notas.....	19
Figura 2 –Trecho da partitura da música <i>Titanic</i> – expressões algébricas.....	36
Figura 3 –Trecho da partitura da música <i>Titanic</i> – musicalmente.....	36
Figura 4 –Trecho da partitura da música <i>Titanic</i> – matematicamente.....	37
Figura 5 –Trecho da partitura da música <i>Titanic</i> – altura do som.....	41
Figura 6 –Trecho da partitura da música <i>Titanic</i> – intervalos.....	46
Figura 7 –Relação da sequência de notas do pentagrama com as teclas do teclado.....	47
Figura 8 –Sequência da aprendizagem.....	55
Figura 9 –Interface do <i>MuseScore</i>	58
Figura 10 –Retângulo.....	76
Figura 11– Relógio.....	75
Figura 12 – Jogo Freefire.....	76
Figura 13 – Sequência de CDs.....	76
Figura 14 – Apresentação do questionário inicial e do instrumento diagnóstico I.....	90
Figura 15 – Apresentação do vídeo da música Em cada sonho – O Amor Feito Flecha.....	91
Figura 16 – Momento da prática dos conceitos da teoria musical no teclado.....	92
Figura 17 – Representação da fração matemática no formato de pizza.....	95
Figura 18 – Modelo da carta do Jogo Nadi.....	96
Figura 19 – Janela inicial do <i>software</i> Kurupira Crossword.....	97
Figura 20 – Estilo das Palavras Cruzadas.....	98
Figura 21 – Estilo da lista de palavras.....	99
Figura 22 – Lista de palavras e dicas.....	100
Figura 23 – Ajustes finais.....	101
Figura 24 – Palavras cruzadas.....	102
Figura 25 – Indicação do ícone que executa a partitura de exemplo do MuseScore.....	104
Figura 26 – Indicação do local de preenchimento das informações iniciais da partitura.....	104
Figura 27 – Indicação do local de escolha dos instrumentos.....	106
Figura 28 – Indicação do local de escolha da armadura de clave.....	107

Figura 29 – Indicação do local de escolha da fórmula de compasso e quantidade de compasso.....	107
Figura 30 – Partitura estruturada sem as figuras musicais.....	108
Figura 31 – Ícones do MuseScore.....	109
Figura 32 – Resposta do participante P1 à primeira questão do Questionário Inicial.....	114
Figura 33 – Resposta do participante P9 à primeira questão do Instrumento Diagnóstico I.....	115
Figura 34 – Resposta do participante P13 à primeira questão do Instrumento Diagnóstico I.....	116
Figura 35 – Resposta do participante P3 à segunda questão do Instrumento Diagnóstico I.....	117
Figura 36 – Resposta do participante P7 à segunda questão do Instrumento Diagnóstico I.....	118
Figura 37 – Resposta do participante P4 à segunda questão do Instrumento Diagnóstico I.....	118
Figura 38 – Resposta do participante P10 à quinta questão do Instrumento Diagnóstico I.....	120
Figura 39 – Resposta do participante P9 à sexta questão do Instrumento Diagnóstico I.....	121
Figura 40 – Resposta do participante P10 à primeira questão da Atividade.....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Concepções do desenvolvimento histórico da álgebra.....	26
Quadro 2 – Expressões algébricas no Ensino Fundamental - BNCC.....	32
Quadro 3 – Livros de matemática do 8º ano.....	32
Quadro 4 – Valores relativos das figuras musicais.....	44
Quadro 5 – Apresentação das pesquisas selecionadas.....	60
Quadro 6 – Distribuição dos sujeitos quanto ao gênero e local de residência.....	70
Quadro 7 – Posicionamento das questões nos instrumentos diagnósticos.....	72
Quadro 8 – Encontros de intervenção.....	83
Quadro 9 – Desenvolvimento da intervenção de ensino.....	98
Quadro 10 – Função dos ícones do <i>MuseScore</i>	110

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BTD	Banco de Teses e Dissertações
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEPIA	Colégio Estadual Professor Isaías Aleixo
DCET	Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
Fapesb	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia
IFCE	Instituto Federal do Ceará
Ideb	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MM	Modelagem Matemática
Nadi	Notas Ascendentes e Descendentes no Intervalo
NTE	Núcleo Territorial de Educação
OBMEP	Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPGEM	Programa de Pós-graduação em Educação Matemática
PPGECM	Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática
Saeb	Sistema de Avaliação da Educação Básica
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TICS	Tecnologias da Informação e Comunicação
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

ABERTURA	17
JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA	18
OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	23
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	24
1 EXPRESSÃO ALGÉBRICA	25
1.1 CONTEXTO HISTÓRICO	25
1.2 CONTEXTO MATEMÁTICO.....	28
1.3 CONTEXTO EDUCACIONAL.....	31
1.4 RELAÇÃO ENTRE AS EXPRESSÕES ALGÉBRICAS E AS PARTITURAS MUSICAIS	35
2 APORTE TEÓRICO	39
2.1 PARTITURA MUSICAL.....	40
2.1.1 Som.....	40
2.1.2 Música.....	42
2.1.3 Notas	42
2.1.4 Notação musical	43
2.1.5 Pentagrama ou pauta	43
2.1.6 Claves.....	44
2.1.7 Valores das notas e pausas musicais	44
2.1.8 Compasso musical	45
2.1.9 Intervalos.....	46
2.2 MÚSICA E MATEMÁTICA	48
2.3 TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	50
2.4 <i>SOFTWARES</i> E MÚSICA	57
2.4.1 MuseScore	57
2.4.2 Kurupira Crossword	59
2.5 ESTUDOS CORRELATOS	60
2.6 PRÁTICA PEDAGÓGICA INOVADORA	65
3 SISTEMÁTICA EDUCACIONAL DA MATEMÁTICA MUSICAL	67
3.1 ASPECTO TEÓRICO-METODOLÓGICO	67

3.2 PESQUISA-AÇÃO	68
3.3 CONTEXTO DA PESQUISA.....	69
3.4 INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS.....	71
3.4.1 Instrumentos diagnósticos I e II.....	71
3.4.2 Questionários	78
3.4.3 Atividade	80
3.4.4 Softwares Kurupira Crossword e MuseScore	81
3.4.5 Observação e diário de campo.....	81
3.5 INTERVENÇÃO.....	82
3.6 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	84
4 PERFORMANCE MATEMÁTICA	87
4.1 PRIMEIRO ENCONTRO	89
4.2 SEGUNDO ENCONTRO	90
4.3 TERCEIRO ENCONTRO.....	93
4.4 QUARTO ENCONTRO.....	94
4.5 QUINTO ENCONTRO	94
4.6 SEXTO ENCONTRO	95
4.7 SÉTIMO ENCONTRO	97
4.8 OITAVO ENCONTRO	103
4.9 NONO ENCONTRO.....	103
4.10 DÉCIMO ENCONTRO.....	111
4.11 DÉCIMO PRIMEIRO ENCONTRO.....	112
4.12 DÉCIMO SEGUNDO ENCONTRO	112
5 ANÁLISE DA PERFORMACE	113
5.1 CATEGORIA 1: MÚSICA E MATEMÁTICA.....	113
5.2 CATEGORIA 2: CONHECIMENTO DAS OPERAÇÕES.....	115
5.3 CATEGORIA 3: EDUCAÇÃO MUSICAL E PRÁTICA NO INSTRUMENTO MUSICAL	121
5.4 CATEGORIA 4: EDUCAÇÃO MUSICAL E EXPRESSÕES ALGÉBRICAS	123
5.5 CATEGORIA 5: CONTRIBUIÇÕES DO JOGO NADE E DO <i>SOFTWARE</i> KURUPIRA CROSSWORD PARA O APRENDIZADO DA TEORIA MUSICAL.....	125
5.6 CATEGORIA 6: CONTRIBUIÇÕES DO MUSESCORE PARA O APRENDIZADO DAS EXPRESSÕES ALGÉBRICAS	127
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129

REFERÊNCIAS	132
APÊNDICES	143
APÊNDICE A INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO I	143
APÊNDICE B	146
INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO II	146
APÊNDICE C	149
QUESTIONÁRIO INICIAL	149
APÊNDICE D	150
QUESTIONÁRIO FINAL	150
APÊNDICE E	152
MÚSICA DE TITANIC	152
APÊNDICE F	153
VALORES RELATIVOS DAS FIGURAS MUSICAIS	153
APÊNDICE G	154
ATIVIDADE	154
APÊNDICE H	156
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	156
APÊNDICE I	158
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	158
ANEXOS	161
ANEXO A	161
PARECER CONSUBSTANTIVO DO CEP	161
ANEXO B	166
JOGO NADI	166

ABERTURA

Abertura, termo conhecido como uma introdução instrumental a uma peça coral ou dramática segundo Sadie (1994). Com esse termo intitula-se a introdução dessa dissertação por servir também de abertura para um estudo que vincula a música, que é a matéria prima de uma peça de coral, com a matemática e softwares computacionais.

A motivação para este estudo surgiu gradativamente, em 2016, a partir da minha experiência, tanto em sala de aula quanto em outros contextos, como no curso de Licenciatura em Matemática, o estudo de música na Congregação Cristã no Brasil e a leitura dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), dos índices de matemática no Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na tentativa de relacionar as expressões algébricas e os aplicativos computacionais com a música.

Durante minha prática docente como professora de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental foi possível perceber que os estudantes demonstravam um distanciamento entre o sentido da expressão algébrica e suas possíveis representações.

Diante desse cenário, iniciei alguns estudos para desvelar como poderia amenizar as dificuldades apresentadas pelos estudantes em Matemática, articulando as tecnologias com a música, conforme sugerem Ferrara, Pratt e Robutti (2006). Uma vez que afirmam quanto a tecnologia é rica em termos de interatividade e permite ligar múltiplas representações, facilitando a construção de significados de tais expressões.

Acreditando nos benefícios que apontam e para dar sentido ao ensino de Matemática, busquei nas aulas, fazer a relação harmoniosa que existe entre a Matemática e a música, para facilitar a construção de significados matemáticos, gerando assim o envolvimento e aprendizado dos estudantes (KLUTH; SAVANACHI; CARDEIRA, 2015).

Seguindo esse viés, surgiu a necessidade de, cada vez mais, aproximar minha prática diária dos documentos oficiais, como as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996) e a BNCC (2018) analisando os resultados apontados pelo Saeb (2017). Além disso, também refleti sobre como as mudanças pedagógicas nas aulas de Matemática poderiam exercer um papel importante no cotidiano dos estudantes, ao inserir a tecnologia em suas diferentes formas e usos nas aulas com a música.

Atrelado a essa iniciativa, destaca-se que, neste ano de 2020, a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), na sua 16ª edição, traz, em sua divulgação, uma pauta e nota musical¹. Apresenta-se, assim, em sua propaganda, que a Matemática possui vínculo com a música.

Já é sabido, segundo Brasil (2018), ser necessário explorar diferentes formas de registrar a música, principalmente na notação musical tradicional, que se refere às partituras, e há referência de áreas para o uso da música, como unidades temáticas e, com isso, propostas de habilidades a serem desenvolvidas com essa finalidade. Ressalta-se que o mesmo documento se refere ao emprego da música tanto na Língua Portuguesa, como em Artes e no ensino religioso.

Valendo-se da discussão supracitada entre Ferrara, Pratt & Robutti (2006) e Kluth, Savanachi e Cardeira (2015), é relevante desenvolver atividades com outras áreas do conhecimento, como a musical e a tecnológica para tornar o aprendizado de expressões algébricas significativo para o estudante, uma vez que já foi prevista a obrigatoriedade do ensino da música na Educação Básica a partir da publicação da Lei 11.769, de 18 de agosto de 2008.

Embora Marques (2015) tenha apontado em seus estudos que, no cenário atual, o ensino da música, nas escolas públicas brasileiras, ainda está distante do ideal. Além disso, emerge a necessidade de se intensificar a discussão sobre a prática dentro das instituições de Ensino Básico no país. E ao pensar na música ligada ao ensino de Matemática, é ainda maior a precariedade desse uso.

Diante disso, verifica-se uma carência de situações pedagógicas que favoreçam de forma significativa o aprendizado dos estudantes de Matemática numa perspectiva contextualizada com a música. Com tal característica, a busca de estratégias educacionais, numa tentativa de obter maior eficiência na aprendizagem, torna-se relevante, para inserir a Matemática no contexto educacional de forma significativa e atraente.

JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA

¹ Disponível em: <http://www.obmep.org.br/faq.htm>. Acesso em: 4 abr. 2020.

O resultado do Saeb/2017 aponta que “os estudantes matriculados no 9º ano do Ensino Fundamental possuem, em média, o Nível 3 de proficiência em Matemática” (BRASIL, 2017, p. 8). Esse resultado mostra que o Brasil está com o desenvolvimento de habilidades em álgebra, no 9º ano do Ensino Fundamental muito abaixo do esperado, diante da escala de desempenho, que varia de 1 a 9.

Nesse aspecto, se consideradas as expressões algébricas, objeto matemático desta dissertação, esta investigação justifica-se, pois poderá trazer resultados que contribuirão para o desenvolvimento de habilidades algébricas que não foram apresentadas pelos estudantes na avaliação do Saeb/2017, visto que, o resultado aponta algumas habilidades específicas, no campo da álgebra, que deveriam ser dominadas pelos estudantes do 9º ano avaliados, como:

- Determinar a soma de números racionais dados na forma fracionária e com denominadores diferentes (Nível 7);
- Determinar o valor de uma expressão numérica envolvendo adição, subtração, multiplicação e/ou potenciação entre números inteiros (Nível 7);
- Reconhecer a expressão algébrica que expressa uma regularidade existente em uma sequência de números (Nível 9).

Conforme a classificação estabelecida pelo Saeb/2017, se essa habilidade presente no nível 7, ainda não foi contemplado na última avaliação, então, esses estudantes não conseguem lidar com quantidades fracionárias.

Na Figura 1, apresenta-se o trecho de uma partitura musical que evidencia a necessidade de um compositor musical ter desenvolvido o supracitado nível para que possa organizar as figuras de notas dentro de um compasso.

Figura 1 - Partitura apresentando os valores das figuras de notas

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Ao analisar matematicamente a Figura 1, nota-se, inicialmente, no trecho da partitura musical, uma fração 4/4 que determina o valor das figuras de notas e o valor que compõe cada compasso musical.

No referido trecho da partitura musical, é possível perceber três linhas finas colocadas verticalmente na partitura sinalizada com uma seta vermelha por: a), b) e c). Essas linhas são denominadas barras de compassos e separam grupos de tempos determinados pela fração inicial.

A fração 4/4, posta inicialmente no trecho musical, determina que os grupos de tempos, separados pelas barras de compassos, devem possuir quatro tempos. Nesse sentido, nota-se que o estudante que não aprende tais procedimentos na Matemática, como a soma dos números racionais, não executará e nem criará uma melodia de forma correta.

Caso seja realizada a composição diminuindo ou ultrapassando os quatros tempos que deve conter cada compasso, resultará uma partitura incorreta. Isso se aplica musicalmente apenas para os compassos classificados como regulares, ou seja, onde não exista intercalação de outros compassos, no decorrer da música.

Como os estudantes do 9º ano alcançaram o nível 3, no Saeb/2017, significa dizer que algumas das habilidades no campo da álgebra não foram adquiridas nem no referido ano e nem em anos anteriores.

Nesse cenário, aponta-se a relevância desta dissertação, pois seu objeto está inserido em uma área em que se buscam novas estratégias de ensino para desenvolver habilidades no campo de estudo musical e, conseqüentemente, contribuir para o ensino de Matemática.

Além disso, a leitura de partituras musicais, proposta a partir do desenvolvimento de uma intervenção de ensino, possibilitará aos estudantes desenvolverem outras habilidades matemáticas. Cabe salientar que, dentro de uma partitura musical, existem regularidades e padrões de sequências numéricas, estabelecidas por leis matemáticas que expressam a relação de interdependência entre grandezas no contexto musical. Com isso, é possível criar e interpretar as representações simbólicas que a música dispõe. Essas possibilidades permitem resolver problemas por meio de equações, com compreensão dos procedimentos utilizados. E isso corrobora com a finalidade da BNCC (2018), no que se refere ao pensamento algébrico.

Para esse desenvolvimento, é necessário que os alunos identifiquem regularidades e padrões de sequências numéricas e não numéricas, estabeleçam leis matemáticas que expressem a relação de interdependência entre grandezas em diferentes contextos, bem como criar, interpretar e transitar entre as diversas representações gráficas e simbólicas, para resolver problemas por meio de equações e inequações, com compreensão dos procedimentos utilizados. (BRASIL, 2018, p. 268).

Assim, esta dissertação vem sugerir possibilidades de ações educacionais, numa tentativa de obter maior eficiência no processo de aprendizagem, possibilitando trabalhar a expressão algébrica numa perspectiva significativa e atraente.

Ao fazer uma busca no catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) da seguinte forma: “Expressões algébricas no ensino fundamental” foi identificado até o momento presente uma dissertação, assim intitulada: “Integrando a geometria com a álgebra na construção de expressões algébricas” da autora Cardia (2007).

As dissertações com enfoque nas expressões algébricas, portanto, ainda precisam ser estudadas e elaboradas, principalmente levando em consideração o despertar, nos estudantes, do gosto pela Matemática, através da música e de aplicativos computacionais. No caso do estudo aqui apresentado, foram os *softwares* Kurupira Crossword e o MuseScore.

Dessa forma, essa intervenção de ensino amplia as possibilidades em trabalhar a Matemática com outros contextos que estão presentes na sociedade, como a música e a tecnologia, com o uso de aplicativos computacionais.

Além do nível do rendimento dos estudantes na prova do Saeb/2017 ser um fator preocupante, há outro aspecto apontado por pesquisadores da educação musical, pois a Lei n

11.769/ 2018, que altera a Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996, a LDBEN, para dispor sobre a obrigatoriedade do ensino de música na Educação Básica, não foi implementada em todas as escolas.

Nesse aspecto, o estudo apresentado nesta dissertação é relevante, pois deverá contribuir tanto para melhorar os índices do Saeb, quanto para efetivar o ensino de música na Educação Básica, ao identificar como as partituras musicais e os aplicativos computacionais (através da proposta de ensino utilizando o aplicativo Kurupira e MuseScore) cooperam para o aprendizado de expressões algébricas dos estudantes que estão nos anos finais do Ensino Fundamental.

Já é sabido que a comunidade em Educação Matemática tem a necessidade de investigar a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), diante da crença existente na sociedade atual de que as novas tecnologias são a solução para os males da educação atual.

Lévy (1999, p.12) vai de encontro a essa afirmação, por considerar que nem “tudo o que é feito com as redes digitais seja ‘bom’”. Embora, segundo o referido autor, seja importante mantermo-nos abertos às novidades tecnológicas, de forma a compreendê-las qualitativamente e reconhecer o seu papel modificador tanto para a vida social quanto cultural.

Diante da necessidade de investigação do uso das TDIC em sala de aula, aponta-se a importância deste estudo, pois não foi identificada, na base de dados investigada, dissertação com questão de pesquisa semelhante à que está sendo indagada envolvendo tecnologia, música e Matemática para o ensino e aprendizado de expressões algébricas no ensino fundamental.

Na busca por estudos correlatos a esta dissertação foi possível encontrar apenas estudos que fazem tal relação com estudantes que cursavam o Ensino Médio e não com os que cursam o Ensino Fundamental. A ocorrência despertou nosso interesse enquanto professora de matemática no Ensino Fundamental. O resultado da busca será apresentado no tópico 2.5.

Ressalta-se que as TDIC abrangem as tecnologias atuais, enquanto as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) referem-se, por exemplo, ao uso da TV, e de fax, dando a ideia de aparatos tecnológicos antigos. Assim, a TDIC é uma versão da TIC atualizada e nisso se incluem o computador, a internet, e outros usos digitais e, portanto, aparatos tecnológicos mais atuais.

Em alguns trabalhos, como os de Barnabé (2011), Camargos (2010), Campos (2009) e Kluth, Savanachi e Carneira (2015), entre outros, vêm-se estudando conteúdos matemáticos que podem ser trabalhados com a música, mas essas publicações não envolvem aplicativos tecnológicos. Esses trabalhos ressaltam a importância de envolver essas áreas por despertar o interesse dos estudantes, minimizando os receios causados pela Matemática.

Já no que se refere a utilizar aplicativos computacionais envolvendo teoria musical, pode-se destacar a Calculadora AMLC de Cruz (2013), que foi pensada nos moldes exigidos não apenas pelos PCN, mas sim da própria perspectiva educacional. Nesse sentido, abrange o dinamismo de um mundo globalizado, em vários aspectos, como o social, político, econômico e, principalmente, de uma era tecnológica, visto que, a cada instante, essa era envolve todos os que participam efetivamente do processo educacional.

A Calculadora AMLC de Cruz (2013) diferencia-se das calculadoras convencionais por não ter teclas numéricas, mas sim algumas simbologias da teoria musical, e surge com a proposta metodológica de envolver o ensino de Matemática com noções da teoria musical, contudo, não deixa definido o objeto matemático “expressões algébricas”.

Assim, para atender à demanda atual é que se insere o estudo descrito nesta dissertação, tendo em vista uma proposta de intervenção capaz de articular tanto a área de música quanto a de matemática, nos anos finais do Ensino Fundamental, trazendo outro sentido para as expressões algébricas a partir da construção de partituras musicais em um aplicativo computacional.

Por esse motivo, surgiu a seguinte questão de pesquisa: Como as partituras musicais e os aplicativos computacionais podem contribuir para o aprendizado de expressões algébricas dos estudantes que estão nos anos finais do Ensino Fundamental?

OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo deste estudo foi analisar como as partituras musicais e os aplicativos computacionais podem contribuir para o aprendizado de expressões algébricas pelos estudantes que estão cursando os anos finais do Ensino Fundamental.

Assim, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver uma intervenção de ensino utilizando aplicativos computacionais;
- Promover o aprendizado de expressões algébricas;
- Identificar as relações existentes em uma proposta de intervenção de ensino no que se refere à utilização de aplicativos para o aprendizado de expressões algébricas e numéricas, a partir da construção das partituras musicais;

- Apresentar as contribuições da educação musical para o aprendizado de expressões algébricas.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está subdividida em cinco capítulos. Na introdução constam a justificativa e a problemática, seguidas dos objetivos geral e específicos. Nesta sessão finaliza-se a introdução com a descrição do que será discutido nos demais capítulos.

No Capítulo 1, é apresentado o objeto de estudo – a expressão algébrica – que será abordada em quatro contextos: o contexto histórico, com um breve relato do surgimento do conceito; o contexto matemático, em que se define a expressão algébrica de forma mais específica; e o contexto educacional, isto é, o que dizem os documentos oficiais que regem a educação brasileira acerca da expressão algébrica e como deve ser seu ensino; e, por fim, é apresentada a relação entre o objeto matemático com a música e com o aplicativo computacional MuseScore.

No Capítulo 2, encontra-se o aporte teórico. Inicia-se com conceitos básicos da teoria musical relacionados à composição da partitura musical; depois, aborda-se a música e a matemática; posteriormente, sobre a integração das tecnologias à educação Matemática, na perspectiva da espiral de aprendizagem; apresentam-se os *softwares* utilizados no desenvolvimento desta dissertação; e os 27 trabalhos correlatos a esta dissertação; finaliza-se com uma abordagem da prática pedagógica inovadora.

No Capítulo 3, são apresentados os procedimentos metodológicos que subsidiaram o transcorrer da pesquisa. Destaca-se a abordagem referente aos aspectos teórico-metodológicos adotados na pesquisa e a pesquisa-ação. Para tanto aponta-se o universo de estudo, especificadamente a escola e os estudantes. São apresentados os instrumentos utilizados para a coleta de dados, como também a intervenção de ensino elaborada e a forma como foram organizados os dados.

No Capítulo 4, relata-se o desenvolvimento da pesquisa. Para isso, detalha-se a execução de cada encontro da intervenção de ensino. Por sua vez, o Capítulo 5 traz a análise dos dados, os principais resultados tanto na elaboração da intervenção de ensino quanto no seu desenvolvimento. Nas Considerações Finais, consta a resposta à pergunta inicial, assim como possíveis encaminhamentos para pesquisas futuras.

1 EXPRESSÃO ALGÉBRICA

O objeto de estudo – a expressão algébrica – é abordada em quatro contextos: o contexto histórico, com um breve relato do surgimento do conceito; o contexto matemático, em que se define a expressão algébrica de forma mais específica; o contexto educacional, isto é, o que dizem os documentos oficiais que regem a educação brasileira acerca da expressão algébrica e como deve ser seu ensino; e, por fim, a relação entre as expressões algébricas e as partituras musicais.

1.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Para relatar como ocorreu o surgimento do conceito expressão algébrica, é preciso considerar que está interligado com a história da álgebra, haja vista que está inserida no campo algébrico. Conforme Souza e Diniz (1994, p. 1),

A Álgebra é a linguagem da Matemática utilizada para expressar fatos genéricos. Como toda linguagem, a Álgebra possui seus símbolos e suas regras. Estes símbolos

são as letras e os sinais da Aritmética, enquanto que as regras são as mesmas da Aritmética, que nos permitem manipular os símbolos assegurando o que é e o que não é permitido.

A expressão algébrica, por sua vez, é definida por Domingues, Bento e Silva (2016, p. 89) como a “expressão matemática cujos termos são constituídos de variáveis (letras) e números (constantes)”. Nesse aspecto, a expressão algébrica pode ser considerada como um ramo da álgebra.

Já é sabido que o objeto central das expressões algébricas são os símbolos. Como as expressões algébricas estão inseridas no campo da álgebra, pode-se afirmar, segundo Ponte, Branco e Mattos (2009) que a expressão algébrica é um campo da Matemática possível de ser definido a partir do uso que se faz de uma linguagem exclusiva, denominada linguagem algébrica.

Conforme Santana (2019), o surgimento de conteúdos matemáticos na antiguidade originava-se a partir de uma situação-problema advinda da vida cotidiana. O autor ainda afirma que não se pode garantir qual civilização é responsável pela criação da álgebra, haja visto que existe divergência de opiniões entre historiadores tanto no que se refere à origem quanto ao desenvolvimento da álgebra.

Como as expressões algébricas advêm da álgebra, por conterem termos algébricos, o supracitado argumento também se aplica. Contudo, pode-se mencionar tanto culturas quanto estudiosos que influenciaram e/ou contribuíram, seja de forma autônoma, ou por meio de interação entre eles, para o surgimento e/ou a evolução das expressões algébricas/álgebra.

Nesse cenário, temos cinco concepções do surgimento da álgebra, segundo Fiorentini, Miorim e Miguel (1993). Para melhor compreensão e distinção, no Quadro 1 são apresentadas essas concepções da álgebra, de acordo com o seu surgimento e sua subdivisão.

Quadro 1 - Concepções do desenvolvimento histórico da álgebra

	Surgimento	Divisão da Álgebra	Definição dos Conceitos
1ª concepção	Operações arbitrárias	Clássica ou Elementar	Considera a álgebra como uma aritmética universal ou generalizada
		Álgebra Moderna ou Abstrata	Sistema simbólico postulacional – um sistema cujos símbolos e regras operatórias sobre eles são de natureza essencialmente arbitrária, sujeitos apenas à exigência de consistência interna
2ª concepção	Contribuição de diversas culturas. Não identifica um	Álgebra egípcia	Método de falsa posição para resolução de equações de primeiro grau.

	Surgimento	Divisão da Álgebra	Definição dos Conceitos
	momento histórico específico do surgimento da álgebra	Álgebra babilônica, etc.	Técnica e artifícios para resolução de equações lineares, quadráticas, cúbicas e até quárticas
3ª concepção	Fases evolutivas da linguagem algébrica	Retórica ou verbal	Não se fazia uso de símbolos nem de abreviações para expressar o pensamento algébrico
		Sincopada	Surgiu com Diofanto de Alexandria (século III) – introdução de um símbolo para a incógnita – a letra “sigma” do alfabeto grego – utilização de uma forma mais abreviada e concisa para expressar as equações
		Simbólica	As ideias algébricas passam a ser expressas somente através de símbolos, sem recorrer ao uso de palavras
4ª concepção	Significação que é atribuída aos símbolos da linguagem algébrica	Concepção de símbolo antes de Viète	O símbolo era utilizado apenas para representar quantidade desconhecida em uma equação – representar genericamente uma quantidade determinada, ainda que provisoriamente desconhecida
		Concepção de símbolo após Viète	Representar simbolicamente, de maneira distinta, quantidade conhecida (coeficientes de equações representadas por vogais) e desconhecidas (incógnitas das equações representadas por consoantes)
5ª concepção	A resolução de equação	Período intra-operacional	Método particular de solução para cada problema
		Período interoperacional	Busca de fórmula de resolução para equações gerais de diversos graus
		Período transoperacional	Interferência do cálculo infinitesimal

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Nas concepções apresentadas no Quadro 1, encontram-se indícios do surgimento das expressões algébricas. Segundo Moura e Sousa (2005), a escrita de expressões de equações e suas propriedades, com fórmulas gerais, foi possível a partir do simbolismo pensado por François Viète. As autoras afirmam que “Os objetos das operações matemáticas passaram a ser não problemas numéricos e sim as próprias expressões algébricas” (MOURA; SOUSA, 2005, p. 22).

Eves (2008) afirma que o Papiro de Rhind (1950 a.C.) escrito, pelos egípcios, já apresentava indícios da álgebra. Além disso, esses indícios datam, em outros trabalhos, como os problemas geométricos babilônicos, na tábula de Strasburgo, em 1800 a.C., e os problemas relacionados aos triângulos, na tábula Louvre, em 300 a.C.

Embora outras civilizações tenham evidenciado indícios algébricos, sucedeu que os gregos ultrapassaram as demais civilizações, por já utilizarem alguns processos algébricos, além da álgebra geométrica, advindos dos livros de Euclides: os Elementos.

Rodrigues (2018) relata que, apesar da álgebra ser uma Matemática exibida por símbolo, ou incógnita, desde os papiros egípcios, pode-se afirmar que as civilizações, como a egípcia, grega e chinesa, apresentaram algumas modificações.

De acordo com o referido autor, foi Descartes (1596–1650) quem consolidou definitivamente a utilização das letras do alfabeto latino (x , y e z), para representar as incógnitas. No entanto, outros estudiosos, como François Viète (1540-1603), na França, e Leibniz, no séc. XVIII, na Alemanha, já vinham utilizando letras, só que maiúsculas.

Ainda hoje, segundo Ponte, Branco e Mattos (2009, p. 13) as expressões algébricas continuam tendo importante papel no currículo da álgebra escolar, “no entanto, não surgem necessariamente do mesmo modo do que no passado, pois verifica-se uma maior ênfase na noção de função e alguma simplificação na natureza das expressões algébricas e equações com que se trabalha”. Os autores esclarecem que:

Há cerca de um século, os manuais davam grande destaque às expressões, que eram estudadas em detalhe antes do início do estudo das equações, estando as funções remetidas para um lugar secundário. Nos nossos dias, cada vez mais se dá destaque ao conceito de função, tendo as expressões que são apresentadas aos alunos conhecido uma grande simplificação. (PONTE; BRANCO; MATTOS, 2009, p.12-13).

Pesquisar sobre a história do desenvolvimento das expressões algébricas permite entender a evolução da Matemática, que está atrelada ao campo algébrico. Nesse campo, o ensino da Matemática direcionou-se para criar sentido para os símbolos. Na próxima seção, destaca-se a expressão algébrica de forma mais específica, definindo o seu contexto matemático.

1.2 CONTEXTO MATEMÁTICO

Neste subitem, constam definições e exemplos relativos às expressões algébricas que, na análise dos dados desta dissertação, serão correlacionados com a partitura musical com o uso do aplicativo MuseScore. Serão apresentadas, como também esclarecidas, algumas

denominações utilizadas nas expressões algébricas, como coeficiente, parte literal, expressões algébricas inteiras e fracionárias.

A abordagem de conceitos e definições relacionados às expressões algébricas está organizada da seguinte forma: definição de expressão algébrica; termo algébrico: coeficiente e parte literal; termo algébrico irracional e racional: fracionário e inteiro; fatoração de expressões algébricas inteiras: fator comum e fatoração por agrupamento; operações com frações algébricas e valor numérico.

Segundo Silveira (2015, p. 73) a expressão algébrica é “uma expressão matemática formada por números e letras ou somente por letras”. O referido autor também afirma que a expressão algébrica é composta por outros símbolos, além dos algarismos, que são o conjunto de letras e números ligados por operações quaisquer, como a adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação.

Sabe-se que o elemento fundamental da expressão algébrica é o termo, ou seja, o conjunto de letras e números ligados entre si por operações quaisquer, exceto a adição e subtração. Essa exceção é dada, pois cada parcela de uma expressão algébrica é denominada termo algébrico e a separação da parcela é dada pela operação adição e/ou subtração.

O termo algébrico, segundo Silveira (2015, p. 76), “é formado por duas partes: a parte numérica, denominada **coeficiente**², e a parte com letras, denominada **parte literal**³” (grifos do autor). Os termos algébricos que têm a mesma parte literal são chamados de termos semelhantes, como segue no exemplo:

$$6ab \text{ e } 3ab$$

A parte literal do termo $6ab$ é ab , assim como a parte literal do termo $3ab$ também é ab . Logo, pode-se classificar $6ab$ e $3ab$ como termos semelhantes.

Domingues, Bento e Silva (2016) classificam as expressões algébricas de duas formas: irracionais e racionais. As expressões algébricas irracionais são aquelas que possuem letras sujeitas à operação de radiciação. E as expressões algébricas denominadas racionais são aquelas que não possuem letras sujeitas à operação de radiciação.

As racionais podem ser divididas em dois grupos: racionais fracionários/expressões fracionárias, por possuírem letras no denominador, e racionais inteiros/expressão inteira, por não possuírem letras no denominador.

² Negrito da palavra apresentado por Silveira (2015, p. 76).

³ Negrito da palavra apresentado por Silveira (2015, p. 76).

A fatoração de uma expressão algébrica inteira pode ser dada a partir da sua escrita a como um produto de duas ou mais expressões algébricas. Embora existam outros tipos de fatoração, como: trinômio quadrado perfeito e diferença de quadrados; e soma e diferença de cubos, essa seção restringe-se apenas a dois tipos de fatoração: fator comum e fatoração por agrupamento. Essa restrição é dada por ser possível relacionar tal propriedade da Matemática na partitura musical, foco do estudo descrito nesta dissertação.

É possível determinar um fator comum “quando um ou mais fatores foram comuns a todos os termos de uma expressão inteira, podemos colocá-lo em evidência, isto é, como um fator multiplicativo, sendo que o outro fator será o resultado da divisão de cada termo da expressão por esse fator” (DOMINGUES; BENTO; SILVA, 2016, p. 91). Segue um exemplo de fatoração por fator comum:

$$ab + ac = a(b + c)$$

No exemplo, o termo em comum mantém-se em evidência fora dos parênteses e o termo não comum situa-se entre parênteses. Já a fatoração por agrupamento “é um método utilizado quando nem todos os termos da expressão possuem um fator comum, mas grupos de termos possuem um determinado fator comum” (DOMINGUES; BENTO; SILVA, 2016, p. 92).

A fatoração por agrupamento é composta por fatorações comuns. Ou seja, dada uma fatoração por agrupamento são analisados os termos comuns e, a partir dessa análise, é realizada a fatoração, por fator comum, seguindo até não existir mais fator comum nos termos existentes. Segue um exemplo de fatoração por agrupamento:

$$ab + ac + mb + mc$$

Dada a expressão $ab + ac + mb + mc$, temos que a é um fator comum dos dois primeiros termos da expressão, assim também como m é um fator comum dos dois últimos termos. Fazendo a fatoração por fator comum, levando em consideração, inicialmente, a e m separadamente, temos que a supracitada expressão algébrica resultará da seguinte forma:

$$a(b + c) + m(b + c)$$

A expressão algébrica, que contava com quatro termos, portanto, converteu-se em apenas dois termos. Posteriormente, procedendo igualmente a forma anterior, temos que o fator $(b + c)$ repete em dois termos. Assim, temos que a expressão algébrica será dada da seguinte forma:

$$(a + m)(b + c)$$

A partir da expressão algébrica, pode ser solicitado o valor numérico, que pode ser obtido “se substituir as variáveis de uma expressão algébrica por números específicos, onde essa expressão esteja definida, e se efetuar as operações indicadas, o valor obtido é denominado valor numérico da expressão para aqueles valores” (DOMINGUES; BENTO; SILVA, 2016, p. 90).

A expressão algébrica apresenta características que são definidas para serem abordadas em cada ano escolar. Essa definição parte de documentos que regem a educação básica, como, por exemplo, a BNCC. Segue, no próximo item, o detalhamento de tais definições.

1.3 CONTEXTO EDUCACIONAL

De acordo com Brasil (2018), os estudantes no Ensino Fundamental precisam compreender os conteúdos matemáticos, de tal forma que possam articulá-los com outras áreas do conhecimento. Além disso, os estudantes precisam fazer induções e supor, a partir da associação de representações matemáticas, como figuras e esquemas relacionada a atividade matemática (conceitos e propriedades).

No Ensino Fundamental, essa área, por meio da articulação de seus diversos campos – Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade, precisa garantir que os alunos relacionem observações empíricas do mundo real a representações (tabelas, figuras e esquemas) e associem essas representações a uma atividade matemática (conceitos e propriedades), fazendo induções e conjecturas. (BRASIL, 2018, p. 263)

Na supracitada referência, é ressaltado que, a partir da articulação da Matemática com outras áreas do conhecimento, vislumbra-se que os estudantes desenvolvam a capacidade de

interpretar e resolver problemas, seja a partir da aplicação de conceitos, procedimentos e/ou resultados para obter soluções.

Brasil (2018) aponta que as expressões algébricas devem ser inseridas no contexto educacional a partir do 7º ano do Ensino Fundamental. No Quadro 2, é especificado o objeto de conhecimento definido para cada ano, assim como as habilidades que deverão ser desenvolvidas.

Quadro 2 - Expressões algébricas no Ensino Fundamental - BNCC

Matemática – Ensino Fundamental			
Unidade Temática: Álgebra			
Expressões Algébricas			
	7º ANO	8º ANO	9º ANO
Objetos de Conhecimento	Equivalência de expressões algébricas: identificação da regularidade de uma sequência numérica	Valor numérico de expressões algébricas	Expressões algébricas: fatoração e produtos notáveis
Habilidades	(EF07MA16) Reconhecer se duas expressões algébricas obtidas para descrever a regularidade de uma mesma sequência numérica são ou não equivalentes	(EF08MA06) Resolver e elaborar problemas que envolvam cálculo do valor numérico de expressões algébricas, utilizando as propriedades das operações	(EF09MA09) Compreender os processos de fatoração de expressões algébricas, com base em suas relações com os produtos notáveis, para resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais do 2º grau

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Brasil (2018).

Contrapondo o Quadro 2 com a abordagem da Matemática proposta no estudo aqui apresentado, os estudantes do 7º ano deverão reconhecer se existe a possibilidade de duas expressões algébricas, obtidas para descrever a regularidade de uma mesma sequência numérica, serem ou não equivalentes. Os estudantes do 8º ano deverão resolver e elaborar

problemas que envolvam o cálculo do valor numérico de expressões algébricas, utilizando as propriedades das operações.

Já no 9º ano, fase final do Ensino Fundamental, os estudantes deverão compreender os processos de fatoração de expressões algébricas. Essa restrição se dá diante dos objetos de conhecimento propostos por Brasil (2018) e sua relação com a partitura musical.

Além disso, em 2019, a escola na qual foi desenvolvida a intervenção de ensino descrita nesta dissertação, recebeu seis livros didáticos de Matemática para escolha. No Quadro 3, consta o nome de tais livros de Matemática do 8º ano, todos da cidade de São Paulo e lançados no ano de 2018. A partir disso, refletiremos de que forma estão sendo abordadas as expressões algébricas, no referido ano, em cada livro apresentado como opção de escolha pela escola.

Quadro 3 - Livros de matemática do 8º ano

Nº	Título	Autor(es)	Editora	Edição
1	Teláres	Luiz Roberto Dantes	Ática	3ª
2	A conquista da matemática	José Ruy Giovanni Júnior e Benedicto Castrucci	FTD	4ª
3	Matemática compreensão e prática	Ênio Silveira	Moderna	5ª
4	Matemática	Carlos N. C. de Oliveira e Felipe Fugita	Geração Alpha	2ª
5	Araribá mais matemática	Mara Regina Garcia Gay e Willian Raphael Silva	Moderna	1ª
6	Matemática Bianchini	Edwaldo Bianchini	Moderna	9ª

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Dentre estes seis livros, o primeiro, intitulado como *Teláres*, de Dantes (2018), foi adotado pela escola na qual foi desenvolvida a intervenção de ensino antes mencionada. O livro foi o mais escolhido entre as escolas pertencentes ao Núcleo Territorial de Educação – (NTE 09) - Amargosa.

Assim, o NTE 09 achou viável escolher um único livro para todas as escolas de seu domínio. Logo, foi disponibilizado para todos os estudantes do 8º ano, em 2020, embora não seja o livro escolhidos pelos professores da escola em que atuamos.

O referido livro contextualiza as expressões algébricas com uma questão envolvendo problemas com idades; outra, com compra de produtos; e todas as demais questões estão contextualizadas a partir da análise na figura geométrica, tanto através da geometria plana quanto com a geometria espacial, além da contextualização com a própria Matemática.

Essas duas últimas formas de contextualização foram as predominantes para a abordagem das expressões algébricas do livro declarado, pois esse assunto da Matemática contou apenas com duas outras formas de contextualização, como as já mencionadas.

No segundo livro *A conquista da matemática*, os autores Giovanni Júnior e Castrucci (2018) iniciam a abordagem de expressões algébricas com três questões. A primeira envolvendo perímetro; a segunda, com área; e, a terceira, com dinheiro *versus* deslocamento. Diferentemente do livro escolhido, esse busca abordar as expressões algébricas não só através da geometria plana, geometria espacial e contextualização com a própria matemática, mas também com questões-problema em contextos do cotidiano das pessoas.

Silveira (2018), autor de *Matemática compreensão e prática*, que é o terceiro livro apresentado, já não mostra a expressão algébrica de forma específica da Matemática, mas de forma sucinta, atrelada a outros conteúdos, como a sequência numérica e os sistemas de equação do 1º grau.

O quarto livro, *Matemática*, de Oliveira e Fugita (2018), é iniciado com situações-problema em que a expressão algébrica surge como facilitadora para a resolução da questão. Situações essas envolvendo, por exemplo, o nível do mar e a pressão atmosférica; o plano mensal de telefonia móvel; salário de um vendedor; o conjunto numérico.

Posteriormente a essas situações, prevalece a mesma concepção de contextualização do primeiro livro, onde estão relacionadas as expressões algébricas com as figuras geométricas tanto através da geometria plana quanto pela geometria espacial, além da contextualização com a própria matemática.

O penúltimo livro, *Araribá mais matemática*, elaborado por Gay e Silva (2018), estabelece de início a relação do salário *versus* hora trabalhada; sequência numérica; e generaliza algumas expressões a partir de exemplos numéricos quanto através de raciocínio lógico. Os autores ainda discorrem sobre as expressões algébricas tanto fundamentados na geometria, principalmente a plana, além da contextualização com a própria matemática.

Finalizando com o livro de Bianchini (2018), *Matemática Bianchini*, o autor inicia com uma expressão que, embora sintetize parte da teoria da relatividade de Einstein, não apresenta relação com o cotidiano dos estudantes. Entretanto, no contexto seguinte, conceitua incógnita e variável a partir de cálculos de dose de medicamentos para crianças.

Esse é o único livro, dentre os demais apresentados, que traz a definição de expressão algébrica, dada da seguinte forma “Expressão algébrica é aquela que tem apenas letras, ou números e letras” (BIANCHINI, 2018, p. 93).

O autor explica o conceito de valor numérico de uma expressão algébrica a partir de uma situação com brinquedos em uma loja. Relaciona o cálculo algébrico com dízima periódica. E diversifica a abordagem das expressões algébricas não só com a geometria plana e a própria contextualização com a Matemática, mas a associa com medidas de segmento de reta; curiosidades dos números; questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares, experimentos de cientistas, futebol, serviço de pintura e consumo de energia.

Dentre esses livros analisados, não foi possível identificar nenhuma abordagem da expressão algébrica com a música, portanto, no subitem 1.4, é especificada a relação entre expressões algébricas e, mais especificadamente, com as partituras musicais. Diante disso, sugere-se que essa referida especificação seja abordada nos futuros livros didáticos de matemática.

1.4 RELAÇÃO ENTRE AS EXPRESSÕES ALGÉBRICAS E AS PARTITURAS MUSICAIS

Na expressão algébrica, podem existir termos algébricos que têm a mesma parte literal, chamados de termos semelhantes. Assim, o musicista apropria-se implicitamente desse conceito de termos semelhantes a partir do momento que os identifica para somar o tempo das figuras musicais dentro de cada compasso.

Para entender o que está posto acima, além das demais relações existentes entre a expressão algébrica e a partitura musical que serão abordadas neste item, escolheu-se a partitura da música intitulada *Titanic*, cantada por Sandy e Junior, para exemplificação.

A escolha deu-se porque a partitura é considerada simples, por ser formada pelo compasso simples 4/4 e figuras simples, sem atributos rebuscados da partitura musical, como as figuras que possuem mais de um ponto de aumento, ornamentos⁴ e quiálteras⁵, além da referida música ser popularmente conhecida.

⁴ São notas ou grupos de notas acrescentadas a melodia. Dá-se o nome de ornamento a uma ou mais notas acessórias, que se agregam a uma nota da melodia ou do acompanhamento.

⁵ Quiálteras são grupos de notas que não obedecem a divisão normal do compasso. Ou seja, são figuras musicais que aparecem modificando a proporção estabelecida pela subdivisão de valores reduzindo ou aumentando a quantidade de tempo de um compasso.

Assim sendo, podemos classificar a partitura da música submetida à análise, como várias expressões algébricas (Fig. 2). Pode-se dizer que a partitura musical possui expressões matemáticas formadas por figuras musicais dentro de cada compasso.

Pode-se dizer que existe um valor numérico para cada compasso musical, pois, segundo Silveira (2015, p. 74), o valor numérico “é o resultado das operações efetuadas em uma expressão algébrica após a substituição das variáveis por números”. Assim, cada figura musical representa um determinado tempo (termos da expressão algébrica) e a soma dos tempos das figuras musicais de cada compasso compõe o compasso inteiro (expressão algébrica).

Na partitura musical, não existirão coeficientes diferentes de 1, ou seja, não é possível perceber o coeficiente na partitura, haja vista que o coeficiente 1 fica implícito. Embora seja possível notar a parte literal, aqui classificada como a parte composta pelas figuras musicais.

O músico, ao identificar a figura que representa um tempo dentro do compasso, implicitamente transforma a partitura musical em uma expressão algébrica composta por coeficiente e parte literal. Na Figura 2, consta o trecho de uma partitura da música *Titanic*, evidenciando tal identificação.

Figura 2 - Trecho da partitura da música *Titanic* – expressões algébricas

$1,5 + 0,5 + + / + 2 + / 1 + 2 + 1 / 2 + 2$

Fonte: Partitura adaptada pelas autoras. Disponível em: <http://tiagotrompete.blogspot.com.br/2009/11/partitura-Titanic.html>. Acesso em: 16 jun. 2020.

Na Figura 2 é apresentada, abaixo da partitura, a expressão algébrica existente implicitamente na partitura musical, com os números que representam a parte numérica da expressão algébrica, enquanto a figura musical, denominada semínima, representa a parte algébrica.

Desse modo, o modo de escrever “ $1,5 + 0,5$ ” também designa um polinômio. E os termos que compõem o polinômio, tratando-se da língua portuguesa, representa as sílabas das palavras que compõem a música.

Na Figura 3, é possível visualizar o mesmo trecho da partitura da música *Titanic*, atribuindo o valor numérico de cada compasso, que é igual a 4. Esse número é classificado na partitura pela fração $\frac{4}{4}$ posta inicialmente no trecho abaixo. O valor numérico encontrado em cada compasso é determinado a partir da soma do valor de cada figura existente em cada compasso.

Figura 3 - Trecho da partitura da música *Titanic* - musicalmente

$$\left(1 + \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{2} + 1 + 1 \quad / \quad 1 + 2 + 1 \quad / \quad 1 + 2 + 1 \quad / \quad 2 + 2$$

Ca + da+ vez +que-eu /pen+ so, + te / sin+to, + te / ve + jo

4 / 4 / 4 / 4

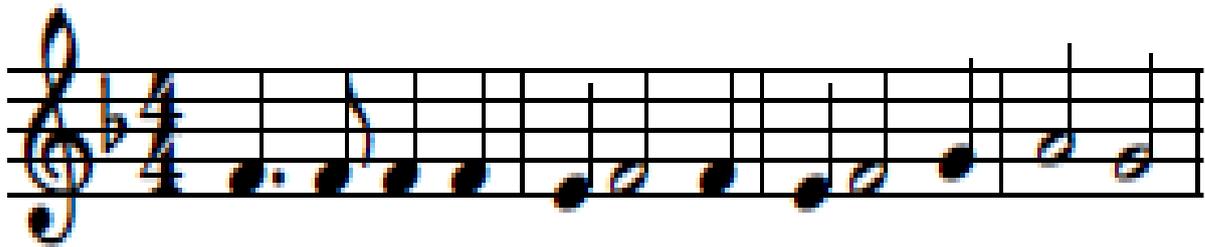
Fonte: Partitura adaptada pelas autoras. Disponível em: <http://tiagotrompete.blogspot.com.br/2009/11/partitura-Titanic.html>. Acesso em: 16 jun. 2020.

Na Figura 3 está exposto o tempo de cada figura musical. É preciso ressaltar que a partitura musical não expõe dessa forma os tempos das figuras, ou seja, o musicista precisa se apropriar dos valores dados a cada figura musical.

O trecho da partitura da música *Titanic* (Fig. 3) contém quatro compassos de quatro tempos, separados pelos traços verticais, denominados barras de compassos. Para validar esse valor, é necessário somar os valores das figuras musicais. E na soma dos valores das figuras musicais, o musicista precisa ser hábil ao realizar as operações com os números racionais; pois, caso não seja hábil, não será possível executar tal melodia em um determinado instrumento perfeitamente dentro do ritmo.

Para os matemáticos, a fração $\frac{4}{4}$ posta na Figura 4 é reconhecida como o número 1, até porque $\frac{4}{4} = 1$. Assim, os valores dados nas figuras musicais da Figura 4, seriam modificadas em relação à Figura 3.

Figura 4 - Trecho da partitura da música *Titanic* - matematicamente



$$\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8}\right) + \frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \quad / \quad \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \quad / \quad \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \quad / \quad \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$$

Ca + da+ vez +que-eu /pen+ so, + te / sin+to, + te / ve + jo

1 / 1 / 1 / 1

Fonte: Partitura adaptada pelas autoras. Disponível em:

<http://tiagotrompete.blogspot.com.br/2009/11/partitura-Titanic.html>. Acesso em: 16 jun. 2020.

É preciso ressaltar que, no estudo apresentado nesta dissertação, são reconhecidos tanto os valores das figuras musicais quanto os compassos, que são as frações contidas no início de toda partitura musical, com base nos conceitos da teoria musical e não matemáticos. Embora os conceitos da teoria musical sejam validados pelos conceitos da matemática, como exposto na Figura 4.

A partitura musical é formada por figuras musicais em que os números que representam o tempo do som de cada nota são classificados como números racionais. Silveira (2015, p. 47) define os números racionais como “[...] números que podem ser representados por uma fração $\frac{a}{b}$, em que a e b são números inteiros e $b \neq 0$ ”. E cada figura musical é considerada um termo algébrico.

A utilidade das expressões algébricas, na Matemática, é permitir a substituição de frases extensas por expressões simbólicas. Para o músico, a expressão algébrica representada pelas figuras musicais, dentro de cada compasso musical, substitui os tempos dados a cada figura, seja ele de som ou silêncio, além da representação da melodia cantada por uma instrumentalista.

2 APORTE TEÓRICO

Neste capítulo, traça-se um caminho para demonstrar a importância do uso de aplicativo computacional para o ensino de expressões algébricas. Isto é: do aplicativo MuseScore; assim, no presente capítulo abordam-se os pressupostos teóricos que embasam esta dissertação.

Desse modo, apresentam-se noções da partitura, como música, notas, claves, pentagrama e notação musical, com fundamento em Lacerda (1966), Med (1996) e Priolli (1980). Além disso, discute-se sobre a música e a Matemática, segundo a concepção de Abdounur (2015).

Explora-se, sobretudo, o aplicativo MuseScore, sua potencialidade pedagógica, por meio da interação entre o homem e a máquina, segundo o estudo de Valente (2005). Apresenta-se o *software* MuseScore – ferramenta computacional que foi utilizada no presente estudo, e finaliza-se com as pesquisas correlatas.

2.1 PARTITURA MUSICAL

A partitura é um material gráfico que contém o registro de todas as ações que poderá ser interpretada e executada por um músico para exprimir uma música. Para compreender o que está posto em uma partitura o leitor precisa entender a teoria musical.

Teoria musical é o nome dado ao sistema, ou conjunto de sistemas, destinado a analisar, classificar, compor, compreender e se comunicar a respeito da música. Dessa forma, permite ao músico analisar, entender e transmitir a música, e também explicar os sinais e suas regras. Sabe-se que conhecer a teoria é crucial para entender e tocar partituras.

A seguir, são apresentados os conceitos da teoria musical, segundo a concepção de Med (1996), que foram abordados na intervenção de ensino que gerou os resultados descritos nesta dissertação, como som, música e harmonia.

2.1.1 Som

Som é tudo o que ouvimos, desde o cantar dos pássaros, um bater de palmas, a buzina dos carros, até o soar dos ventos. É preciso ressaltar que, nesse cenário dos sons, existe uma parcela da sociedade que não consegue ouvir, representada pelas pessoas surdas.

Essas pessoas podem identificar o som através da vibração. Isso se aplica, geralmente, quando as pessoas surdas vão para uma balada (festa) e conseguem dançar e curtir o som, acompanhando-o através da vibração e não pela percepção da sua audição.

O som é a matéria-prima da música. Não é possível criar a arte musical, sem o som, que é formado por quatro propriedades: altura, duração, intensidade e timbre. A altura é uma propriedade que o classifica como grave, médio ou agudo. Os atributos musicais representados na partitura musical capaz de indicar essa propriedade, são as claves e notas.

Restringimos o estudo efetuado à clave de sol, dentre as demais existentes, como a de dó e a fá, que serão mencionadas posteriormente. A abordagem aqui está direcionada à posição em que a nota se encontra, no que se refere altura do som.

Assim, na partitura, a altura do som está explícita, a partir da posição em que a nota está posta. Se considerarmos duas notas, e a primeira estiver abaixo, enquanto a segunda está acima,

tomando como referência o pentagrama, a primeira será considerada grave e a segunda mais aguda. Mas, ao analisar a localização das notas no pentagrama, temos que as notas localizadas abaixo do pentagrama são consideradas graves; as que estiverem no meio do pentagrama, são as médias; e as localizadas acima, as agudas.

Na Figura 5 é possível visualizar que as quatro primeiras notas são iguais, ou seja, as cabeças (bolas pretas) estão no primeiro espaço do pentagrama, enquanto que a quinta nota está na primeira linha do pentagrama.

Nesta análise, temos que as quatro primeiras notas têm a mesma altura e estão mais agudas do que a quinta nota, por estar localizada acima da primeira linha. Diferentemente do que ocorre entre a décima primeira nota e a décima segunda nota, as quais representam, respectivamente, a nota aguda e a grave, pois a primeira está localizada acima da segunda linha do pentagrama.

Figura 5 - Trecho da partitura da música *Titanic* – altura do som



Fonte: Partitura disponível em: <http://tiagotrompete.blogspot.com.br/2009/11/partitura-Titanic.html>. Acesso em: 16 jun. 2020.

A duração, outra propriedade do som, determina quanto tempo permanece e pode ser determinada, em primeira categoria, pela indicação do tempo do metrônomo⁶, que geralmente é indicado por uma numeração inserida antes das figuras musicais no início do pentagrama. Segundo, pelo compasso; e, terceiro, pelo tipo de figura de nota utilizada. Na Figura 5, identificam-se apenas o compasso, que está representado pela fração 4/4, e as figuras das notas.

Ainda no que se refere às notas apresentadas (Fig. 5), a figura que tem a cabeça da nota pintada (bola pintada), tem duração mais curta do que a figura de nota que tem a cabeça sem pintar (bola branca). No subitem 2.1.8, serão explicados os compassos musicais e, no subitem 2.1.7, detalhados os tempos das figuras musicais.

A intensidade, outra propriedade do som, pode ser classificada de duas maneiras: forte ou fraca. Não será possível visualizá-la no trecho da partitura da Figura 5, pois se refere ao

⁶ Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Metr%C3%B4nomo>. Acesso em: 22 abr. 2020.

volume do som. Se o instrumento estiver exprimindo um som no último volume, será considerado forte. Caso contrário, se estiver no volume mínimo, o som será fraco.

Ressalta-se que existem símbolos musicais que podem ser alocados na partitura musical, e que determinam qual volume de som utilizar em determinados trechos musicais, que são chamados de dinâmica musical. Tal aspecto não foi foco desta abordagem, haja vista que o direcionamento aqui não foi para a prática em um instrumento musical e sim para a utilização do aplicativo MuseScore.

Finalmente, a outra propriedade do som é o timbre, que possibilita identificar a origem do som. A partir do timbre, distinguimos a voz de uma pessoa, o tipo de instrumento, ou o som de um animal.

2.1.2 Música

Como antes afirmado, a matéria-prima da música é o som. É necessário considerar três aspectos que possibilitam a composição da música: a melodia, harmonia e o ritmo. Ou seja, a música é a arte do som com base nesses três aspectos.

A melodia é a combinação dos sons sucessivos, dados um após o outro. Uma situação que pode exemplificar o sentido da melodia é uma composição musical. Na composição, só é possível cantar uma sílaba após a outra. Logo, a combinação de uma sílaba após outra é classificada como melodia.

A harmonia é a combinação dos sons simultâneos, dados todos de uma só vez. Quando é tocada uma música, podem ser várias as notas acionadas de uma só vez, ou seja, vários sons surgem ao mesmo tempo, e isso é a harmonia.

Por fim, temos o ritmo, que é facilmente identificável quando conhecemos determinada música e um músico a toca sem obedecer aos tempos das notas. Nesse contexto, logo pensamos: “Esta música está fora do ritmo”.

2.1.3 Notas

É um conjunto de sons classificados como: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si. Um instrumento musical, como o teclado profissional, apresenta várias notas (sons). Como representar, então, os sons se só existem sete notas naturais?

Pode-se dizer que os diversos sons existentes em um teclado profissional são representados apenas por essas sete notas, diferenciados pela altura do som. Ou seja, a cada nota dedilhada da direita para a esquerda, no teclado, o som passa do agudo para o grave e, da esquerda para a direita, passa do grave para o agudo.

Tomando como base para discussão o supracitado instrumento musical, temos que a sequência das notas é representada de acordo com a direção em que se encontra. As notas ascendentes (da esquerda para a direita) são representadas da seguinte forma: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si. Enquanto que as notas descendentes (da direita para a esquerda) são: Si, Lá, Sol, Fá, Mi, Ré e Dó.

2.1.4 Notação musical

É a escrita da música. Assim como existem as linhas de cadernos para escrever um texto, o músico conta também com as linhas de cadernos para escrever a partitura. E essas referidas linhas são denominadas de pentagrama ou pauta. Assim, a notação musical é a escrita de vários elementos fundamentais como: notas, claves, figuras de notas, barras de compassos, etc. no pentagrama.

2.1.5 Pentagrama ou pauta

Pentagrama é um conjunto de cinco linhas horizontais, paralelas e equidistantes, que formam entre si quatro espaços. O pentagrama, assim como as linhas da folha de um caderno comum, tem a função de servir para a escrita. Assim como as linhas do caderno, servem para escrever algo, o pentagrama serve para escrever a música, como as claves, armadura de clave, fórmula de compasso, notas, pausas, acidentes, barras de compassos e, dentre outros elementos da teoria musical.

2.1.6 Claves

Sinais colocados, geralmente, no início do pentagrama, as claves servem para dar nome às notas. Existem três tipos: a clave de Sol, a clave de Fá e a clave de Dó. Além de definir o nome das notas, as claves têm um campo específico para sua utilização. Ou seja, existem claves adequadas para cada instrumento. Nesta dissertação, é analisada apenas a clave de sol, haja vista que é adequada para o canto, ou seja, norteia a melodia principal da música, que é a parte comumente utilizada para cantar.

A clave de sol, atualmente, é escrita na segunda linha do pentagrama. Isso quer dizer que a clave de sol já foi escrita na primeira linha do pentagrama, mas deixou de assim ser representada, pois compunha as notas de um pentagrama que se igualavam às notas do pentagrama classificadas pela clave de fá na quarta linha.

2.1.7 Valores das notas e pausas musicais

Tanto as figuras de notas quanto as figuras de pausas não possuem valor determinado. O valor das referidas figuras musicais depende da fórmula de compasso da música, que são dois números sobrepostos colocados no início do pentagrama, depois da clave, e serve para determinar os tempos das figuras musicais.

No Quadro 4 são apresentados os valores relativos tanto das figuras de notas quanto das figuras de pausas. Existem sete figuras de notas e sete figuras de pausas. Ressalta-se que já existiram outras figuras musicais, mas, por possuírem o tempo curto, ou longo demais, deixaram de existir.

Quadro 4 – Valores relativos das figuras musicais

Figura	Pausa	Nome	Variação
		Semibreve	1

		Mínima	$\frac{1}{2}$
		Semínima	$\frac{1}{4}$
		Colcheia	$\frac{1}{8}$
		Semicolcheia	$\frac{1}{16}$
		Fusa	$\frac{1}{32}$
		Semifusa	$\frac{1}{64}$

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Existem alguns sinais, como um ponto, que, quando colocado ao lado direito da figura, aumenta o seu valor. Denominado de ponto de aumento, tem a função de aumentar o valor da figura, em vez de substituí-la por outra figura e uni-las com uma ligadura de valor.

2.1.8 Compasso musical

O compasso musical identifica o ritmo e/ou o tipo da música, seja ela valsa, tango, arrocha, etc. Pode ser subdividido em duas categorias: compassos simples e compassos compostos.

Aqui serão apresentados apenas os compassos simples, haja vista que o estudo aqui apresentado insere-se em um contexto introdutório da teoria musical. Assim como os compassos compostos, os simples se subdividem em binário, ternário, quaternário, quinário e septenário.

Com a supracitada justificativa para o campo em que está inserido o estudo, além do que há no cenário musical, podemos restringir a classificação dos compassos. Ou seja, serão aqui abordados apenas os compassos simples, classificados como binários, ternários e quaternários, até por que são os mais utilizados no cenário musical.

2.1.9 Intervalos

Intervalo é o nome dado à diferença de altura entre dois sons. Os intervalos, quanto à sua execução, podem ser melódicos ou harmônicos. Serão melódicos quando formados por notas sucessivas, ou seja, dada uma nota depois da outra. Será harmônico quando formados por notas simultâneas, tocadas de uma só vez.

Além disso, os intervalos podem ser ascendentes ou descendentes. O intervalo ascendente (ou superior) refere-se ao intervalo formado pela primeira nota mais grave do que a segunda. Enquanto que o intervalo descendente (ou inferior) se refere ao que é formado pela primeira nota mais aguda do que a segunda.

No que se refere a essa classificação e sua representação no teclado (instrumento musical), temos que, tocando as notas da esquerda para a direita, exprimirá sons partindo do grave para o agudo. Nesse caso, teremos vários intervalos ascendentes, haja vista que consideram as notas também ascendentes: DÓ, RÉ, MI, FÁ, SOL, LÁ e SI.

O inverso, nesse caso, aplica-se, ou seja, tocando as notas da direita para a esquerda, exprimirá sons partindo do agudo para o grave e, nesse caso, teremos vários intervalos descendentes. Os intervalos descendentes obedecem à ordem das notas também descendentes: SI, LÁ, SOL, FÁ, MI, RÉ e DÓ,

Existem outras classificações para os intervalos, além de diferentes formas de analisá-los como: altura absoluta, altura relativa, intervalo conjunto, intervalo disjunto, intervalo simples, intervalos compostos. Nesta dissertação, atentaremos apenas para a classificação dos intervalos, sendo eles melódicos, ascendentes ou descendentes, simples ou compostos, analisando as suas medidas.

A partir da classificação dos intervalos quanto às suas medidas, podemos reclassificá-los como simples ou composto. Assim, os intervalos podem ser classificados como de primeira, se contiverem apenas uma nota; de segunda, se contiverem duas notas; de terceira, se contiverem três notas, e assim sucessivamente.

O intervalo será classificado, então, como simples, quando formado por notas que se encontram dentro do limite de oito notas sucessivas. E o intervalo será composto quando formado por notas que ultrapassam esse limite.

Considerando duas notas melódicas e ascendentes, classificamos o intervalo formado pelas notas FÁ e LÁ. A partir dessas notas, podemos classificá-lo como intervalo de terça, pois

partindo da nota FÁ e chegando na nota LÁ, obedecendo às notas ascendentes, teremos uma sucessão de três notas: FÁ, SOL e LÁ. Logo, esse intervalo será classificado como intervalo de terça. Na Figura 6, apresenta-se a classificação dos intervalos de um trecho da partitura da música *Titanic*.

Figura 6 - Trecho da partitura da música *Titanic* – intervalos

1^a 1^a 1^a 2^a 2^a 1^a 2^a 2^a 2^a 2^a 2^a

Fá-Fá/ Fá-Fá/ Fá-Fá/ Fá-Mi/ Mi-Fá/Fá-Fá/ Fá-Mi/ Mi-Fá/ Fá-Sol/ Sol-Lá/ Lá-Sol

3^a
Fá-Lá

4^a
Mi-Lá

Fonte: Partitura adaptada pelas autoras. Disponível em:
<http://tiagotrompete.blogspot.com.br/2009/11/partitura-Titanic.html>. Acesso em: 16 jun. 2020

A Figura 6 contém quatro tipos de intervalos: intervalo de primeira, intervalo de segunda, intervalo de terça e de quarta. O intervalo de primeira está representado pelas notas Fá e Fá. O intervalo de segunda, estão representados pelas notas: a) Fá e Mi, b) Mi e Fá, c) Fá e Sol, d) Sol e Lá, e e) Lá e Sol.

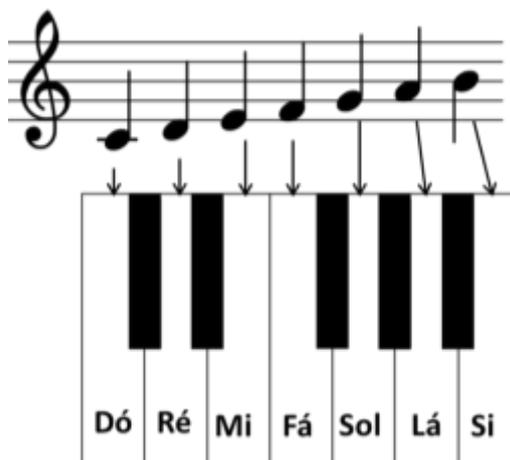
Ressalta-se que os intervalos de segunda ascendentes são os das alternativas (a), (c) e (d), pois a primeira nota é mais grave do que a segunda, ou seja, a primeira nota está mais abaixo do que a segunda nota, no pentagrama. Esses intervalos ascendentes obedecem à sequência das notas também ascendentes, por isso recebem tal classificação.

As alternativas (b) e (e) são representadas por intervalos de segunda descendentes, pois a primeira nota é mais aguda do que a segunda, ou seja, a primeira nota está mais acima do que a segunda nota do pentagrama.

O intervalo de terça está representado pelas notas Fá e Lá. Esse intervalo é ascendente, haja vista que a nota Fá está localizada mais abaixo do pentagrama do que a nota Lá. Logo,

obedecem às notas também ascendentes: Fá, Sol e Lá. E o intervalo de quarta está representado pelas notas Mi e Lá, também ascendentes. Esse obedece à seguinte ordem: Mi, Fá, Sol e Lá. Na Figura 7, apresenta-se a relação da sequência de notas do pentagrama com as teclas do teclado.

Figura 7 – Relação da sequência de notas do pentagrama com as teclas do teclado



Fonte: Disponível em: <https://www.descomplicandoamusica.com/notas-de-teclado-e-piano/>. Acesso em: 17 abr. 2020.

A partir da relação das notas representadas na partitura musical com as teclas do teclado postas na Figura 7, é possível verificar que, à medida que uma nota está distante de outra nota, a classificação do intervalo será maior. Tomemos como exemplo os intervalos de terça (Fá e Lá) e quarta (Mi e Lá) supracitados, os quais são ascendentes. Nesses intervalos, temos que a distância entre as notas Mi e Lá, na Figura 7, é maior do que a distância entre as notas Fá e Lá.

Nesse contexto, surge a nomenclatura específica da Matemática, como a classificação dos intervalos em: intervalo de primeira, intervalo de segunda, intervalo de terça e assim sucessivamente. Embora saibamos dessa correlação entre a Matemática e a música, dada por essa classificação, no próximo item teremos outra abordagem, relacionado à Matemática com a música, no que se refere aos documentos de base que regem a educação brasileira.

2.2 MÚSICA E MATEMÁTICA

Assim como a matemática a música é demarcada no contexto histórico como uma área que desenvolve habilidades e competências nos indivíduos, ou seja, elas apresentam um objetivo pedagógico.

Segundo Barbosa (2012, p. 6-8), “em algum tempo no passado, Platão pensou sobre a música com objetivo pedagógico, a qual traria equilíbrio e perfeição aos indivíduos”. Nessa perspectiva, o referido autor ainda relata que “a música apresenta-se como uma educação moral que contribui positivamente no caráter do cidadão”.

Mas pensar na contribuição que a música pode trazer para a formação do cidadão carece questionar qual lei assegura a inserção da música nas escolas. Segundo Barbosa (2012, p. 9), existe uma documentação regulamentada, que explica e define os prazos para que isso seja feito.

A lei 11.769 foi publicada no Diário Oficial da União, em 19 de agosto de 2008 alterou a LDB – Lei de Diretrizes e Bases nº 9394 de 20 de dezembro de 1996, tornando obrigatório o ensino de música no Ensino Fundamental e Médio, e foi estipulado o prazo de três anos as escolas públicas e particulares, para a inserirem a música como mais uma disciplina da grade curricular, tornando-a obrigatória a partir do ano de 2012.

Com a Lei 11.769, que define a inserção da música nas escolas de Ensino Básico, pode-se citar o Colégio Estadual Professor Isaías Aleixo como uma das instituições de ensino que, até o ano de 2019, não havia adotado a disciplina de música como obrigatória no currículo escolar para os estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental.

Sabe-se que há uma grande dificuldade para que essa introdução musical seja de fato admitida e executada, visto que, segundo Barbosa (2012, p. 9) “trabalhar com a música é um desafio para muitas instituições de ensino, por falta de preparo e de profissionais qualificados, formados nessa área”.

Com essa perspectiva de carência do ensino da educação musical, por que não buscar na Matemática práticas pedagógicas capazes de contribuir para o ensino da educação musical, e vice-versa?

O objetivo de apresentar essa temática nesta dissertação não é afirmar que se deseja substituir o ensino da educação musical por um professor formado em Matemática, e sim mostrar que o professor de Matemática pode buscar correlacionar a disciplina com outras áreas do conhecimento que estão à margem dos currículos escolares, mas que envolvem um leque de contribuição para a formação do cidadão.

A música pode colaborar com o aprendizado da Matemática, pois existe uma correlação entre elas. Segundo Abdounur (2015, p. 25),

[...] os primeiros sinais de casamento entre a matemática e a música surgem no século VI a.C., quando Pitágoras, através de experiências com sons do monocórdio, efetua uma de suas mais belas descobertas, que dá à luz, na época, ao quarto ramo da matemática: a música.

Além de estar presente na formação dos sons no monocórdio, a Matemática também se encontra na composição da partitura musical, representando os tempos das figuras, quando formados os compassos.

Por exemplo, na formação dos compassos, quando define uma fórmula de compasso 4/4, que é formado por quatro tempos, o compositor musical precisa compreender como compor os compassos a partir da soma de números racionais, que são representados pelas figuras musicais.

O compasso de uma música pode expor diferentes tempos de figuras musicais, e, no compasso quaternário, essa forma de expor os tempos pode ser representada através da adição entre números inteiros ($2+2$) ou da adição de números fracionários com denominadores diferentes ($1/2+1/4+1/8+3+1/8$) ou iguais ($1/2+1/2+1/2+1/2+1/2+1/2+1/2+1/2$), e essa é uma habilidade matemática, que já deveria ser desenvolvida nos estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, segundo Brasil (2018).

Diante das competências gerais da BNCC, que serão obrigatórias para os estudantes da Educação Básica, como, por exemplo, as operações com números fracionários, restringindo-se aqui aos estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental II, nota-se uma discrepância no que se refere ao aumento do uso de computadores e celulares *versus* o aprendizado de Matemática. Nesse cenário, é preciso conhecer o que já se tem discutido a respeito da tecnologia inserida na educação matemática. Assim sendo, segue tal abordagem no próximo item.

2.3 TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

As tecnologias estão presentes em nosso cotidiano, seja no trabalho, em casa, ou nos mais variados espaços de convivência, do mesmo modo que a Matemática, estando essas duas ligadas intrinsecamente, de modo que uma não pode se dissociar da outra, assim como afirma D'Ambrosio (1996, p. 13):

Ao longo da evolução da humanidade, Matemática e tecnologia se desenvolveram em íntima associação, numa relação que poderíamos dizer simbiótica. A tecnologia entendida como convergência do saber (ciência) e do fazer (técnica), e a matemática são intrínsecas à busca solidária do sobreviver e de transcender. A geração do conhecimento matemático não pode, portanto ser dissociada da tecnologia disponível.

Partindo desse pressuposto, é razoável pensar que as novas tecnologias podem ser inseridas no contexto da sala de aula para estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental, visto que se tem a Matemática como disciplina obrigatória na grade curricular.

Pensando na inserção das tecnologias na sala de aula, é importante para os futuros professores de Matemática, como também para os que já atuam na área, conhecerem a história das tecnologias educacionais para analisar como se inserem, atualmente, no processo de ensino e aprendizagem, analisando se há reflexos ou não dos modelos de educação que consentiram a prática didática do professor com a utilização das tecnologias.

Para esse levantamento histórico, restringe-se, este trabalho, à análise sobre a inserção das tecnologias, nas escolas brasileiras, a partir dos anos 60. Segundo Pocho (2012) tratar das tecnologias nas escolas brasileiras, depois dos anos 60, nada mais é do que analisar o período em que o modelo tecnicista influenciava fortemente na prática docente.

A proposta de levar para as salas de aula qualquer novo equipamento tecnológico que a sociedade industrial vinha produzindo, de modo cada vez mais acelerado, foi, no Brasil, uma das pontas de um contexto político-econômico cujos objetivos eram inserir o país no mercado econômico mundial como produtor e consumidor de bens, em uma perspectiva um desenvolvimento associado ao capital estrangeiro. Na educação isso se traduziu na defesa de um modelo tecnicista, preconizando o uso das tecnologias como fator de modernização da prática pedagógica e solução de todos os seus problemas. [...] Ele também relata que dentro da visão tecnicista o surgimento da área de Tecnologia Educacional (TE) significava dar ênfase aos meios na educação sem questionar suas finalidades. No entanto, esta concepção de tecnologias educacionais a partir dos anos 80 foi modificada, dando ênfase a formação do cidadão crítico. (POCHO, 2012, p. 13).

Pensando na formação de um cidadão crítico, objetivo análogo, segundo os PCN, é necessário que no trabalho pedagógico haja planejamento e, quanto ao uso das tecnologias educacionais, esse momento é ainda mais crucial, para que o recurso tecnológico adotado não seja apenas uma ferramenta a mais (uma brincadeira ou “uma parte lúdica” da aula), sem cumprir nenhum papel de facilitador na construção de um conhecimento.

Reis (2009) conceitua tecnologia educacional como um conjunto de procedimentos (técnicas) que objetivam “facilitar” os processos de ensino e aprendizagem. Para tanto esse autor indica a utilização de meios seja instrumentais, simbólicos ou organizadores para atender tal objetivo. Com isso resulta-se conseqüentes transformações culturais.

Entretanto facilitar o processo de aprendizagem não quer dizer que seja um algo fácil tanto no processo de ensino quanto no aprendizado. Esse termo “facilitar” defendido por Reis (2009) tem sinônimo na educação matemática como provocar e instigar a aprendizagem.

Depreende-se daí a necessidade de um uso consciente das potencialidades de determinado recurso tecnológico adotado, de forma que facilite a vida das pessoas, tal como afirmam os PCN de Matemática (BRASIL, 2001, p. 46), “as tecnologias, em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas modificações que exercem no cotidiano das pessoas”.

Hoje, as escolas podem contar com recursos audiovisuais, jogos, calculadoras, computadores, etc. e a ampla transformação que lidera a sociedade: a informatização, que beneficia não só o ensino da Matemática, como também todas as demais disciplinas.

Sabe-se que o mercado de trabalho está cada dia mais exigente, quando se refere à qualificação profissional. Diante disso e de outros fatores é que novos recursos didáticos surgem, principalmente quando se referem à necessidade da inserção de aplicativos computacionais no ensino da Matemática como meio facilitador do aprendizado.

Segundo os PCN, a Matemática é uma ciência necessária no cotidiano, estando presente em vários lugares e em situações distintas, como na escola, no lazer, nas compras, no trabalho, em casa, enfim, em muitos contextos do dia a dia.

A Matemática assemelha-se à música no que concerne à sua existência e em tudo que contempla. As pessoas estão expostas à música de modo intencional ou não, isto é, quando ouvem música no carro, na televisão, na propaganda de lojas, etc. Da mesma forma, referem-se às tecnologias, que vêm se disseminando em rápida velocidade e em vários lugares.

Barbosa (2012) afirma que métodos de ensino que formam cidadãos passivos não se adequam mais à sociedade atual, pois a era tecnológica em que vivemos exige conhecimentos que vão além da prática docente mecanicista e reprodutora de saberes; logo, a sociedade carece de professores capazes de formar seres pensantes, ativos e reflexivos.

Na evolução histórica, tanto da Matemática quanto da música, a tecnologia tem desempenhado importante papel, principalmente no que se refere à criação de *softwares* para o aprendizado nas referidas áreas.

A ligação entre a Matemática, tecnologia e música surgiu a partir de soluções das necessidades que sobrevinham no campo musical. Tais avanços são apontados por Cunha e Martins (1998, p.1):

Foi Pitágoras, filósofo e matemático grego do século VI-V a.C., quem estabeleceu as relações matemáticas entre as frequências das notas da escala maior. Na Renascença Leonardo da Vinci, fusão personificada da arte e ciência, propõe uma série de aperfeiçoamentos aos instrumentos de música da época. No Barroco, com o sistema temperado, que é a determinação exata da frequência das notas, do ponto de vista matemático e não do acústico, propiciou-se aos compositores a possibilidade de usar

todas as tonalidades numa só composição e isto foi explorado na sequência por J. S. Bach na sua obra genial “Cravo Bem Temperado”. A construção de instrumentos de corda mais sonoros (a família dos violinos) possibilitou orquestras e teatros maiores. O piano, com sua gama de matizes de intensidade, deu aos compositores possibilidades imensas para a manipulação deste parâmetro sonoro que foi explorado com profusão no Romantismo.

Embora nesse cenário de evolução tecnológica no campo musical não tenham sido empregados *softwares*, pode-se destacar, atualmente, alguns deles, como o MuseScore, Encore, Finale, Sibelius, dentre outros utilizados no campo musical.

Dentre essas e outras gamas de aplicativos computacionais no campo musical, uma contribuição viabiliza e explicita as ideias do compositor, pois, a partir da utilização de alguns *softwares*, é possível tanto criar partituras e capturar sons, quanto possibilitar a transformação e reutilização do que foi construído.

Valente, Freire e Arantes (2018, p. 19) têm apontado que, embora os diferentes segmentos da sociedade tenham sido considerados como elementos da cultura digital “a educação continua sendo um dos únicos setores que ainda não faz parte dessa cultura”.

É preciso considerar que, apesar dos avanços das pesquisas relacionadas à tecnologia, especificamente se restringindo à área educacional, ainda existe uma preocupação quanto à utilização de aplicativos computacionais para fins educacionais, visto que, segundo Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 46), “pouco ainda se conhece sobre o impacto das TICs em sala de aula, tanto no que diz respeito às crenças, às habilidades, às concepções e às reações dos professores, estudantes e pais como, também, ao próprio processo de ensino”.

Nesse cenário, Borba, Silva e Gadanidis (2014, p. 17) apontam que podem surgir alternativas que contribuam com o aprendizado de Matemática a partir da inovação tecnológica, pois “as dimensões da inovação tecnológica permitem a exploração e o surgimento de cenários alternativos para a educação e, em especial, para o ensino e aprendizagem de Matemática”.

Assim, pode-se dizer, segundo Valente, Almeida e Geraldini (2017) que é relevante utilizar a tecnologia dentro da sala de aula, por meio de *softwares*, e não mais só o lápis e papel comumente empregados.

Haja vista que a cultura digital, integrando distintos espaços de produção de saber e conhecimentos de distintas naturezas, foca na aprendizagem ativa. E o ensino básico precisa “estar consciente de como as tecnologias digitais estão mudando e como elas estão alterando os processos de ensino e de aprendizagem” (VALENTE; ARANTES; FREIRE, 2018, p. 17).

Valente, Freire e Arantes (2018) ainda apontam que os professores devem dominar os conteúdos específicos de sua área e trabalhá-los utilizando como ferramenta a tecnologia, mas é preciso ressaltar que deve ser ajustada a abordagem desses conteúdos.

Essa necessidade de inovação, ressignificação da ação pedagógica, já tinha sido sinalizada por D’Ambrósio (2001, p. 20) quando afirmava que “O mundo atual está a exigir [...] outras metodologias, para que se atinjam os objetivos maiores de criatividade e cidadania plena”.

Nesse cenário de alteração da forma como os conteúdos específicos de Matemática devem ser trabalhados em sala de aula, é preciso levar em consideração as ações que são desenvolvidas no dia a dia dos estudantes, as quais estão supostamente permeadas pelas tecnologias digitais.

Segundo Valente, Freire e Arantes (2018, p. 19), “A sala de aula deve ter uma dinâmica coerente com as ações que desenvolvemos no dia-a-dia, cada vez mais mediadas pelas tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)”. Groenwald, Silva e Mora (2004, p. 45) também consideram que

[...] as tecnologias devem ser incorporadas como ferramentas cotidianas integradas aos demais recursos didáticos e estratégias de ensino que tenham como objetivo melhorar consideravelmente o trabalho escolar, tanto dos estudantes como dos professores.

Ao incorporar a tecnologia na sala de aula, em se tratando de *softwares* educacionais, é importante compreender a relação do estudante com o computador. Nessa perspectiva, Valente (2005) apresenta a ideia da espiral da aprendizagem, para explicar o processo de construção de conhecimento na relação do homem com o computador. Elenca que a construção do conhecimento se dá a partir da seguinte sequência: descrição – execução – reflexão.

Tratando as nomenclaturas listadas por Valente (2005, p. 71) e relacionando-as com o processo de aprendizado, temos que a descrição elencada se refere aos “conhecimentos que o aprendiz dispõe”, em relação a determinado assunto quando posto um problema.

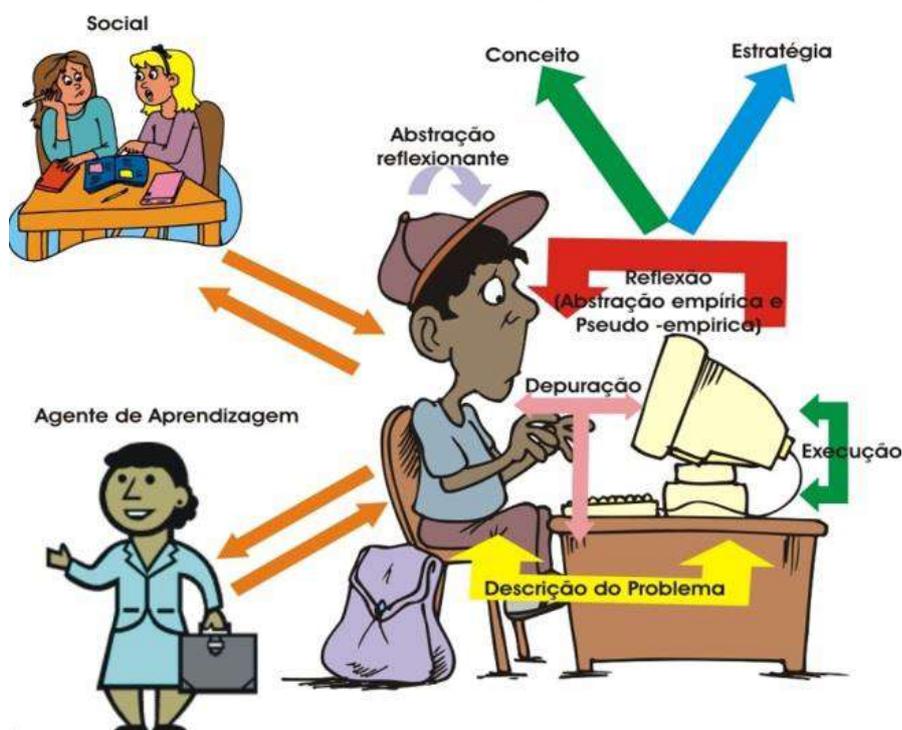
Enquanto a execução se dá quando é fornecido um resultado produzido a partir do que foi solicitado, o resultado obtido é usado como objeto de reflexão. Com o acréscimo de conhecimento, prossegue a sequência anterior, gerando uma espiral da aprendizagem por compreender-se que o aprendiz não a continua a partir da primeira sequência dada (descrição – execução – reflexão), de modo equivalente à forma com que foi iniciada.

Para auxiliar na construção da partitura musical, com o propósito de criar um modelo a fim de estudar conceitos de Matemática, em particular as expressões algébricas, há uma inserção do computador, especificamente, o *software* MuseScore, como uma ferramenta educacional. Nesse sentido, Valente (2005) afirma que a utilização do computador possibilita que os estudantes revelem seu pensamento de forma mais clara, objetiva e precisa, e isso se dá através do acesso às ferramentas do *software* MuseScore.

Além disso, a potencialidade que o supracitado *software* dispõe como uma ferramenta educacional depende da abordagem do professor. De acordo com Giraffa (2009, p. 28) “cabe ao professor criar novas metodologias, explorar os espaços virtuais e suas possibilidades”, embora esse *software* não tenha sido designado para ser uma ferramenta educacional.

Nessa perspectiva, percebemos que há possibilidade de o *software* MuseScore ser uma ferramenta com potencialidades para a construção de partituras musicais com o propósito de estudar as expressões algébricas. O aprendizado a partir do uso da ferramenta computacional, de acordo com Valente (2005), perpassa pelo ciclo de aprendizagem que se inicia pela descrição, execução, reflexão, depuração, sem conter um fim definido, podendo retornar à fase inicial. Esse ciclo está ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Sequência da aprendizagem



Fonte: Silva (2006), adaptado de Valente (2005).

De acordo com Valente (2005), existe uma explicação para cada fase do ciclo da aprendizagem. A **descrição 1** dá-se a partir do momento em que o aprendiz inicia um programa para apresentar uma solução inicial de algum problema. Nesse passo, não é requerido o conhecimento total para resolução, pois o estudante iniciará os comandos com o nível de conhecimento de que dispõe, tanto no que se refere ao problema, aos recursos técnicos do computador, às estratégias de aplicação dos conceitos teóricos, quanto sobre os recursos técnicos do aplicativo.

A **execução 1** é o processo que o computador realiza, a partir dos dados inseridos pelo aprendiz durante a descrição 1. Ou seja, é tudo o que é produzido pela máquina e originado a partir da solicitação dada pelo aprendiz. Com essa produção obtém-se o resultado R1.

A partir do resultado R1, é realizada a **reflexão 1**. Nessa fase, é analisado se foi possível apresentar uma solução válida para o problema proposto inicialmente. Caso isso não ocorra, dirige-se para a **depuração 1**.

A depuração 1 dá origem a um novo problema. A partir disso, seguem, sucessivamente, os passos apresentados anteriormente, que podem ser diferenciados no que se refere ao nível de conhecimento do aprendiz, que pode apresentar, a cada fase nova, níveis mais sofisticados de conhecimentos. Esses resultados podem ser fruto tanto da reflexão feita pelo aprendiz anteriormente, quanto pelo aprendizado de novos conceitos e estratégias que o aprendiz pode assimilar por meio de consultas em livros ou da ajuda de especialista e colegas.

Cada uma das ações, seja de descrição 1, execução 1, reflexão 1 e depuração 1, etc., proveniente da interação entre o aprendiz e o computador, pode ser apresentada de modo independente e sequencial. Isto é, embora os passos descritos contribuam para a formação de uma espiral crescente de conhecimento, na prática essas ações podem ocorrer simultaneamente.

Nesse sentido, de acordo com a concepção de Valente (2005), a interação entre os estudantes e o computador se dará da mesma forma. Isto é, inicialmente, o estudante descreve o problema, a partir do momento em que constrói uma partitura musical (descrição). Posteriormente, coloca em prática o que foi pensado, ou seja, executa a partitura construída no próprio programa, exprimindo o som (execução).

Em seguida, analisa o que foi construído (reflexão). Se a partitura construída não apresentar defeitos, encerra-se o ciclo de aprendizagem (depuração). Caso contrário, desenvolve a correção dos defeitos (descrição), seguindo, sucessiva ou simultaneamente, os passos do ciclo da aprendizagem, até representar a partitura corretamente.

Para representar essa espiral da aprendizagem, Valente (2005) afirma que, ao final de cada ciclo, o estudante deverá adquirir conhecimentos diferentes do que foi construído no ciclo

anterior. Existem vários *softwares* que podem propiciar o uso do computador como ferramenta educacional para contribuir com o aprendizado de Matemática. Nesse cenário, *softwares* como Modellus, Scratch, Geogebra, dentre outros, têm sido investigados.

Destaca-se, nesta dissertação, os *softwares* Kurupira Crossword e MuseScore, por serem ferramentas que possibilitam abordar de forma dinâmica, até mesmo de forma profissional, no caso do MuseScore, diversos objetos matemáticos, como frações e proporção e, em particular as expressões algébricas. A seguir serão apresentados os *softwares* Kurupira Crossword e MuseScore, os quais serão aqui estudados.

2.4 SOFTWARES E MÚSICA

Busca-se, neste item, apresentar os *softwares* que serão utilizados na intervenção de ensino abordada nesta dissertação. Isto é: os *softwares* Kurupira Crossword e MuseScore. Na abordagem, é apresentado o procedimento para adquirir tais *softwares*. Além disso, os principais recursos dos referidos *softwares* usados nas operações de escrita e edição são citados.

2.4.1 MuseScore

O MuseScore é um *software* gratuito de elaboração e edição de partitura que permite fácil acesso e interface gráfica inteligível, com todos os recursos necessários para a notação musical e sua leitura, visto que disponibiliza uma enorme gama de símbolos e funcionalidades.

É um recurso intuitivo, oferecido atualmente em mais de 40 idiomas, incluindo o português. Gera arquivos com o padrão MIDI49, que é adaptável e transportável para dispositivos nos mais variados formatos. É um programa de *software* livre, o que significa que é aperfeiçoado por uma comunidade de desenvolvedores sob licença do tipo General Public License (GPL)⁵⁰.

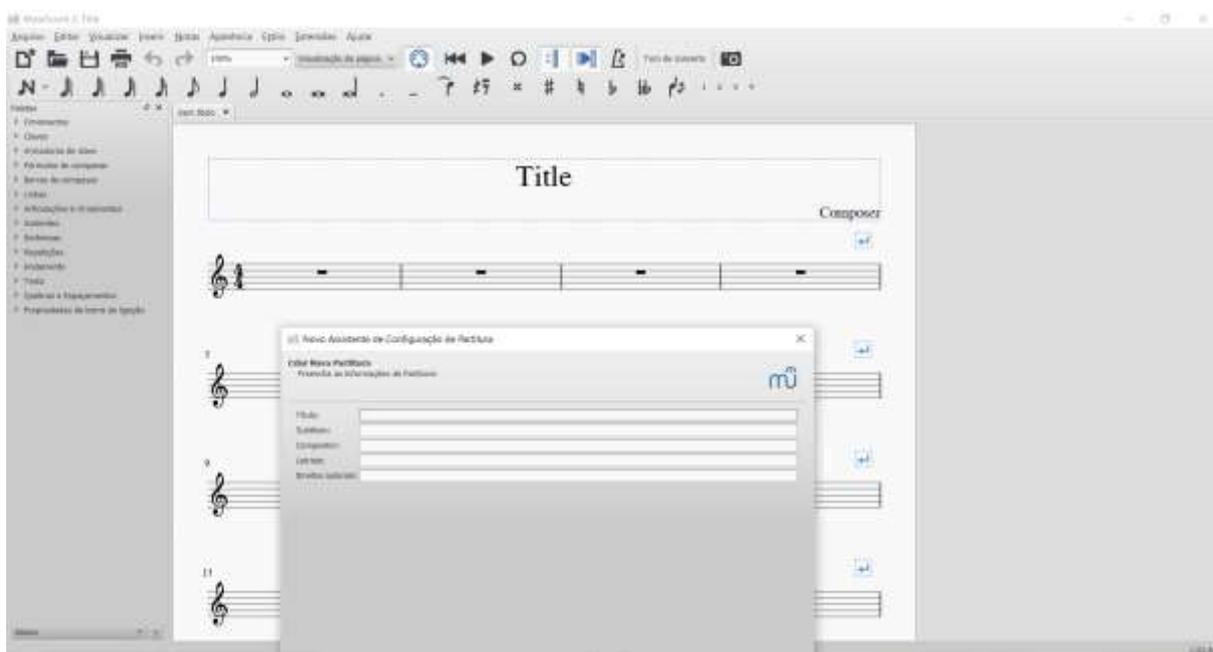
O *software* MuseScore, versão 2.0.0, é um programa de notação musical tradicional desenvolvido para a criação, edição e impressão de partituras. Possibilita, ao usuário, escolher

várias opções de formatação, tais como: nome da música; quantidade de compassos da música; fórmula de compasso; armadura de clave; clave; dentre outros elementos da teoria musical.

Informações sobre como baixar ou construir partituras estão disponíveis em: <http://youtu.be/IBWXCAm7Oxo>. Além disso, o próprio *software* possui um manual que está disponível em: http://www.ibel.org.br/download/MuseScore-pt_BR.pdf.

O *software* apresenta também variação de sons, que são executados a partir da escolha do instrumento de preferência. Na Figura 9, apresenta-se a tela inicial do *software* MuseScore espaço em que é possível criar uma nova partitura, definindo-se algumas informações iniciais para sua composição, como, por exemplo: título, subtítulo, compositor, etc.

Figura 9 - Interface do MuseScore



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Os principais recursos do *software* MuseScore usados nas operações de escrita e edição são a seta (para apontar, selecionar e arrastar), o lápis (para inserir e desenhar símbolos) e a borracha (para apagar símbolos).

A escrita de notas, pausas e demais símbolos é efetuada da seguinte forma: Selecione o tipo de símbolo que se quer desenhar, colocando-o na pauta, na posição desejada. Para mudar a altura de uma nota, basta selecionar o ícone de seta e, com o *mouse*, clicar e arrastar verticalmente a cabeça da nota até a nova altura, e então soltá-la. Para apagar um símbolo (nota, pausa, texto, etc.), basta selecionar o ícone da borracha e clicar com o *mouse* no meio do símbolo a ser apagado.

Ao dar um comando clicar em uma nota, o estudante obtém a resposta sonora correspondente à nota, simultaneamente com a imagem gráfica da nota, o que, com certeza, auxilia na formação do ouvido musical do estudante.

A possibilidade de o estudante digitar, com o *mouse*, cada símbolo musical, permite a associação das imagens visuais das notas com o seu referido som, facilitando as correções de operações erradas, através do clique com o *mouse* (assim, o estudante pode corrigir, imediatamente, qualquer erro, durante o processo de criação).

Os limites impostos pelo próprio programa, como, por exemplo, se o compasso já estiver completo, ou o tempo vazio for menor do que a figura que se deseja incluir, não será possível inserir uma nota ou pausa, faz com que o estudante reflita sobre a situação e, nessa reflexão, construa o conhecimento através da prática.

O programa apresenta tutores instrumentais que permitem mudar o instrumento e seu timbre. Além disso, ressalta-se que o próprio *software* possui um manual, cujo endereço de acesso já foi explicitado.

2.4.2 Kurupira Crossword

O Kurupira Crossword é um *software* gratuito de elaboração e edição de palavras cruzadas que, assim como o MuseScore, permite fácil acesso e interface gráfica inteligível. Possui os recursos necessários para a construção de palavras cruzadas, como também a execução, visto que disponibiliza enorme gama de símbolos e funcionalidades, tanto para construir palavras cruzadas quanto para escolher um tema e jogar na própria plataforma.

A utilização das palavras cruzadas, no supracitado *software*, visa a facilitar o contato dos estudantes com os conceitos da teoria musical, fixando o conteúdo e gerando interesse pelo estudo. Segundo os idealizadores do *software*, a atividade de responder às perguntas sobre uma matéria específica pode ser uma atividade divertida, quando as letras são cruzadas e percebe-se as palavras procuradas sendo formadas aos poucos.

Quando defendemos a sugestão de trabalharmos as palavras cruzadas como suporte didático no processo de ensino/aprendizagem [...], partimos do princípio básico de que elas não exigem grandes esclarecimentos para sua resolução. Como tal, portanto, podem se tornar uma aliada do professor e constituir uma excepcional metodologia para ser aplicada, uma vez que os ganhos advindos da prática desse tipo de atividade são valiosos e a atividade se torna um desafio prazeroso. (MELO, 2018, p.13).

As pessoas que criam palavras cruzadas profissionalmente são chamadas de cruciverbalistas. Sabe-se que gerar palavras cruzadas é um desafio que exige técnica e talento, alguns diriam que é uma arte. Nesse aspecto é que o Kurupira Crossword facilita o trabalho do professor.

2.5 ESTUDOS CORRELATOS

Para a revisão de literatura, foram utilizados os princípios do Mapeamento da pesquisa educacional, tendo como fonte os trabalhos defendidos na pós-graduação (dissertações e teses) disponibilizados no Banco de Teses e Dissertações (BTD) do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

A busca foi realizada no referido portal da Capes com as seguintes palavras-chave, sem utilizar as aspas: “música matemática”, e foram encontrados 60.620 resultados. Em seguida, utilizaram-se os seguintes filtros, com seus respectivos resultados, para as palavras-chave “música matemática”: período de 2008 a 2018 e obteve-se o total de 42.818 trabalhos; grande área do conhecimento: ciências exatas e da terra, com 9.437 registros; e área de concentração: matemática, ensino de matemática, com 3.748 ocorrências.

A referida busca contemplou o período de 1º/11/2018 a 5/12/2018. Após a filtragem, foi realizada uma leitura do título e das palavras-chave dos 3.748 trabalhos, com a finalidade de selecionar apenas as pesquisas que relacionassem a Matemática com a música, totalizando 27 trabalhos. Os selecionados estão expressos no Quadro 5, enumerados de acordo com a ordem em que foram encontrados no BTD da Capes.

Quadro 5 - Apresentação das pesquisas selecionadas

Nº	Referências
1	SANTOS, Leniedson Guedes dos. Progressões geométricas e música : uma proposta de modelagem. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2014.
2	PRADO, Flavio Brito. Ensino de gráficos de funções trigonométricas e uma aplicação em música . 2013. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2013.
3	JUNIOR, Ademir Medeiros dos Santos. A importância da música como instrumento motivador para as aulas de matemática . 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto de Matemática, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015.

Nº	Referências
4	MIRITZ, José Carlos Dittgen. Matemática e música . 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto de Matemática, Estatística e Física, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2015.
5	CABRAL, Rafayane Barros. Matemática e música : Uma proposta de aprendizagem. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2015.
6	MORAES, Cleuber Divino. Resolução de problemas ao som de música clássica no ensino de matemática . 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2015.
7	MARETTI, Gabriela Baptista. A prática de iniciação científica em escolas de ensino médio : um relato de experiência na Escola Sesc de Ensino Médio. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.
8	FERREIRA, Camila Caroline. O ensino da estatística através da música . 2015. Dissertação (Mestrado em matemática) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2015.
9	OLIVEIRA, Wander de. Matemática e música : interdisciplinaridade no ensino da trigonometria e uma proposta de atividades para sala de aula. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.
10	CHAVES, Mariel de Paula. A matemática na música : divisibilidade do compasso. 2018. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.
11	PEREIRA, Marcos do Carmo. Matemática e música de Pitágoras aos dias de hoje . 2013. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
12	SANTOS, Rodovlas Fabiano dos Santos. Matemática e música : uma abordagem para explorar conceitos musicais para ensinar matemática no ensino médio e fundamental. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.
13	MISURA, Camilo. Um olhar sobre os modelos matemáticos da música . 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2016.
14	FERREIRA, Adenise Maria dos Santos. Ajustando o tom com a matemática : algumas aplicações da álgebra na música. 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016.
15	TEIXEIRA, Alexandre Carlos da Silva. Matemática na música : a escala cromática e as progressões geométricas. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, Catalão, 2015.
16	MARTINS, Daniel Francisco de Paula Sodré. Escalas, inversas e tríades : a matemática aplicada à música. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2015.
17	DEPIZOLI, Carlos Antonio. Matemática e música e o ensino de funções trigonométricas . 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
18	SOUSA, Carlos Maurício de. Aritmética, frações contínuas e aplicações à música . 2017. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2017.
19	RODRIGUES, Michelangelo dos Santos. Relacionando as funções trigonométricas com música . 2017. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.
20	SALES, Reinaldo Barros. As contribuições da escola pitagórica para a matemática . 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.

Nº	Referências
21	LIMA, Guilherme Augusto Vaz de. Um passeio pelo pensamento musical de Leonhard Euler: a leitura do mestre e seu uso em sala de aula. 2017. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
22	MARTINS, Marcos Assumpção. O gráfico dos sons. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
23	ALMEIDA, Mario Sérgio Mattos de. A matemática de alguns experimentos sonoros. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
24	FILHO, Euclides Araujo dos Santos. Alguns tópicos da escola Pitagórica. 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.
25	JUNIOR, Ivonzil José Soares. Inter-relação entre progressão geométrica e função: aplicada ao ensino médio. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
26	SILVA, Lenilson Oliveira da. Atividades lúdicas no ensino do teorema de Pitágoras. 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2016.
27	SILVA, Renato Rodrigues. Razão áurea como motivação ao estudo de conteúdos matemáticos. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, Catalão, 2014.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Biembengut (2008) apresenta como ferramenta para o aprimoramento da pesquisa no que se refere a produção de um sistema de ideias o mapa. A referida autora define quatro tipo de mapas⁷: mapa de identificação e reconhecimento, mapa teórico, mapa de campo e mapa de análise.

Dentre esses mapas, após a seleção e o estudo dos trabalhos encontrados (Quadro 5), realizou-se a análise de acordo com os procedimentos do Mapeamento – Mapa de Análise (BIEMBENGUT, 2008).

Ou seja, para entender como as pesquisas utilizaram a música e os *softwares* no ensino da álgebra, foram estabelecidos cinco critérios de análise para o estudo, definidos previamente: (a) referenciais teóricos da pesquisa; (b) problemas investigados/interesses de pesquisa; (c) metodologias utilizadas; (d) principais resultados das pesquisas; e (e) perspectivas de continuidade do estudo.

⁷ *Mapa de identificação e reconhecimento* aborda o planejamento da pesquisa guiando o pesquisador para explicitar a metodologia da pesquisa. *Mapa teórico* apresenta os processos envolvidos na conceituação e definição do tema e na identificação e estudo de pesquisas similares e recentes. *Mapa de campo* apresenta as indicações sobre levantamento, organização e classificação dos dados de pesquisa de campo e instrumentos. E por fim o *mapa de análise* apresenta as etapas para se efetuar a análise da pesquisa que requer.

Nessa etapa da pesquisa, congregam-se os resultados obtidos com o referencial utilizado com maior frequência dentre as teses e dissertações da categoria investigada. Os principais pontos emergentes dessa análise são descritos a seguir.

No que se refere ao histórico da utilização da música relacionada à Matemática, temos o trabalho de Boyer (1974, 1996 e 2012), com o livro *História da matemática*, o qual já aponta a relação entre essas duas áreas, embora, quando analisada tal relação, não houvesse registro de uma regulamentação para inserir o ensino da música nas escolas de Educação Básica no Brasil. Essa regulamentação passou a vigorar a partir da Lei n. 11.769/2008.

Foi encontrado também o livro de Abdounur (2015) intitulado *Matemática e música: Pensamento analógico na construção de significados*, o qual, dentre os 27 trabalhos analisados, foi o que teve maior predominância, tendo sido utilizado 16 vezes. Ressalta-se que essa referência já relaciona a matemática com a música, trazendo contextos históricos que apontam tal relação.

Diferentemente do livro de Med (1996), que se restringe aos conceitos apenas da teoria musical e não da relação com a Matemática, e é uma das referências de destaque dentre os teóricos musicistas, como Priolli (1968, 1980) e Lacerda (1966). Esse destaque se deve à forma de abordagem da teoria musical, pois o primeiro apresenta o contexto histórico de diversos conceitos da teoria musical, como, por exemplo, a origem das figuras musicais, enquanto os demais autores não tratam a teoria musical com esse enfoque.

Outra referência é o Método Musical Bona (1998, 2002), que apresenta diversas lições para que o músico realize a linguagem rítmica e o solfejo. Embora exista a Matemática implicitamente em tal execução, não é enfatizada a referida relação entre a Matemática e a música. Isto se dá devido ao objetivo, que é desenvolver habilidades musicais.

Dentre os trabalhos investigados notou-se predominância do estudo da relação da música com a Matemática no que diz respeito à trigonometria e ao som. E como referência, temos Henrique (2002, 2011) discutindo sobre o som, no livro intitulado *Acústica musical*; Menezes (2004, 2014), com *Acústica musical em palavras e sons*; Iazzetta (2000), com *Tutoriais de áudio e acústica*; e Machado e Indrusiak (2014) com o artigo intitulado de Parâmetros Geométricos do Timbre de um Tubo de Órgão.

Embora os diversos trabalhos analisados tenham abordado a relação das ondas dos sons com a trigonometria, mediados por *softwares* computacionais, como, por exemplo, o Geogebra, só foi apontada uma referência com predominância nos diferentes trabalhos analisados, que foi Iazzetta (2000). Esse autor possui dentre os Tutoriais de Áudio e Acústica, a Escala Pitagórica, Música e Mediação Tecnológica.

Uma das formas de envolver a Matemática com a música é verificada através da Modelagem Matemática (MM). Nesse cenário, são destacados os trabalhos de Bassanezi (2002 e 2004); Biembengut e Dorow (2008); e Biembengut e Hein (2000 e 2007).

No que se refere às dissertações e teses mais apontadas como referências dos trabalhos analisados, temos as dissertações de mestrado de Campos (2009) e Juliani (2003), como também a tese de doutorado de Souza (2012).

Dentre os livros com notoriedade, tivemos *A matemática do ensino médio*, de Carvalho (1998, 2006); *Matemática, contexto e aplicações*, de Dante (2006, 2008, 2009, 2011) e *A matemática do ensino médio*, de Lima, Carvalho, Wagner e Morgado (2006).

Fazenda (1993, 2008) aponta que, em projetos e pesquisas, é possível trabalhar a interdisciplinaridade. Nesse cenário, segundo Gardner (2002, 2007), destaca-se a música atrelada à Matemática como uma possibilidade de desenvolver as inteligências múltiplas.

Na análise, verificou-se que essas pesquisas utilizam a modelagem como fundamentação teórica, e geralmente usam o recurso de sequências de atividades para justificar a apropriação da MM como aporte teórico, em vez de propor situações-problema retiradas do cotidiano nas quais os estudantes pudessem apresentar modelos. A partir disso, verificou-se que o foco principal nos aportes teóricos de MM foi pautado em Bassanezi (2002, 2004), complementado com uma revisão de literatura sobre o tema.

Refletindo sobre minimizar as dificuldades na aprendizagem de Matemática, encontram-se autores que se apropriam das TDIC para construir conhecimento, em particular, pode-se citar a utilização dos *softwares*. Além disso, autores como Maretti (2015), Martins (2015), Oliveira (2015) e Rodrigues (2017) inserem-se em outras áreas do conhecimento, como a musical, para contextualizar a Matemática.

Conforme sugerem Ferrara, Pratt e Robutti (2006), a tecnologia é rica, em termos de interatividade, e permite ligar múltiplas representações, facilitando a construção de sentido para as expressões matemáticas. Será que a música, articulada com os *softwares*, pode contribuir para amenizar as dificuldades vivenciadas pelos estudantes em Matemática?

Marques (2015) aponta, em seus estudos, que, no cenário atual, o ensino da música nas escolas públicas brasileiras ainda está distante do ideal e emerge a necessidade de se intensificar a discussão sobre a prática dentro das instituições de Ensino Básico no país.

Segundo Ferrara, Pratt e Robutti (2006), Camargos (2010) e Kluth, Savanachi e Carneira (2015), é relevante propor atividades com outras áreas do conhecimento, como a musical, para tornar o aprendizado de Matemática significativo para o estudante, uma vez que já é prevista a

obrigatoriedade do ensino da música na Educação Básica a partir da publicação da Lei n. 11.769/2008.

Considerado esse cenário, o estudo exposto nesta dissertação está inserido em um campo de pesquisa que busca o desenvolvimento de atividades que proporcionem um aprendizado significativo.

Segundo Almeida (2020), a pesquisa pode ser classificada como uma prática pedagógica inovadora, haja vista que esse conceito de prática pedagógica inovadora surge diante da necessidade advinda tanto da sala de aula quanto das formas de aprender. Assim, no item 2.6, intitulado de Prática Pedagógica Inovadora, será descrita tal abordagem.

2.6 PRÁTICA PEDAGÓGICA INOVADORA

Almeida (2020) entende a perspectiva inovadora como as necessidades que surgem a partir de mudanças em sala de aula e na forma de aprender. E isto se dá, segundo Valente (2017), com a superação de atividades sem flexibilização da ação docente em sala de aula.

Essa não flexibilização surge, principalmente, quando o professor atua como o centro da aprendizagem, deixando o estudante como um agente passivo do processo. Essa prática é representada, em especial, pela concepção pedagógica tradicional, a qual Lopes (1991, p. 36-37) considera que:

[...] até a década de 30, aproximadamente, predominava nas escolas brasileiras a concepção pedagógica tradicional. Nessa concepção, o professor visto como centro do processo de ensino, deveria dominar os conteúdos fundamentais a serem transmitidos aos alunos. A importância dada ao papel do professor como transmissor do acervo cultural legou ao chamado ensino tradicional um caráter verbalista, autoritário e inibidor da participação do aluno [...].

Na escola tradicional, destaca-se a transmissão de informação pelo professor, em sala de aula, e também a memorização, pelos estudantes. As informações eram consideradas sem contexto, tornando-se incompreensíveis por serem desprovidas de significados. Nessa circunstância, a memorização dos conteúdos poderia ser logo esquecida, ou ignorada, por ser concebida sem compreensão.

Diferentemente da perspectiva da escola tradicional, entende-se que as atividades propostas, aliadas à prática pedagógica inovadora, podem tornar o ensino de Matemática mais

eficiente e significativo. Dias e Chaga (2017, p. 46) trazem uma compreensão clara da forma de se propor algo inovador.

Pensar em alternativas em que o acadêmico assuma postura mais participativa, em que ele resolve problemas, participa do desenvolvimento e gestão de projetos, criando mais oportunidades para a construção do conhecimento. E, sobretudo, possibilite a ele o risco de errar, de falhar e de estudar problemas que existem no ambiente corporativo.

A supracitada compreensão da forma de se propor algo inovador também se aplica para os estudantes da educação básica. Assim como na sala de aula do ensino superior, os estudantes da educação básica precisam assumir uma postura participativa e estar propícios a uma prática pedagógica inovadora.

Porém, é importante lembrar que é preciso superar a expectativa que muitos professores têm quando justificam a opção pela prática pedagógica inovadora nas aulas de Matemática, como um momento de recreação, ou, simplesmente, um fator de motivação.

Mesmo porque compreende-se que, nas atividades pedagógicas, o professor precisa ter em mente o que pretende alcançar, com a sua prática em sala de aula; estabelecer objetivos e não apenas passar o tempo e proporcionar diversão.

Partindo desse pressuposto, percebe-se que a escola deve ter como função social formar cidadãos críticos e participativos, que possam agir na sociedade da qual fazem parte, e de tal forma que o professor reflita constantemente sobre sua prática pedagógica, pensando em despertar no estudante a habilidade de aprender a aprender, a criatividade, e a pensar, por si só, em como resolver as situações-problemas estabelecidas.

Mas também é possível que o professor, mesmo estando com sua prática pedagógica inovadora bem planejada e definida, obtenha resultados negativos, pois, se os estudantes não apresentarem os conhecimentos prévios necessários esperados pelo professor, não será fácil para eles relacionarem as suas interações com a atividade proposta.

Nesse caso, provavelmente, os estudantes não interpretarão a atividade como o professor espera e tais propostas darão simplesmente origem a uma aula dinamizada. Porém, dessa forma, dificultará a estruturação do conhecimento, ou seja, os objetivos não poderão ser atingidos.

Entretanto, Souza e Dourado (2015) explicam que as experiências inovadoras são desenvolvidas a partir de práticas de ensino que obtiveram notoriedade. Nessa perspectiva, o professor deve assumir seu papel de mediador no processo de ensino e aprendizagem, auxiliando os estudantes na construção de conceitos e na busca de estratégias para a resolução

das situações apresentadas, despertando-os para a ação-reflexão, de maneira que se tornem autônomos e sujeitos da própria aprendizagem.

3 SISTEMÁTICA EDUCACIONAL DA MATEMÁTICA MUSICAL

Neste capítulo, é apresentado o procedimento metodológico definido para o desenvolvimento da pesquisa. Para tal, o capítulo foi dividido em seis seções, a fim de indicar as etapas estabelecidas, maximizando a confiabilidades dos resultados.

A primeira seção versa sobre o aspecto teórico-metodológico. Nessa seção, consta uma explicação sobre o tipo de pesquisa no qual essa dissertação se enquadra. Na segunda seção, denominada pesquisa-ação, relata-se sobre a sala de aula como lócus de reflexão e aprendizagem profissional, haja vista que a professora/pesquisadora poderá considerar criticamente suas ações.

Na terceira seção, intitulada como contexto da pesquisa, é relatado o local da realização da pesquisa e apresentados os participantes do estudo. Na quarta seção, consta uma descrição dos instrumentos definidos para a coleta de dados. Na quinta seção, há uma discussão sobre a disposição dos encontros da intervenção de ensino. E, por fim, na sexta seção, descreve-se a forma adotada para a organização dos dados produzidos.

3.1 ASPECTO TEÓRICO-METODOLÓGICO

Esta pesquisa tem uma abordagem qualitativa, segundo a perspectiva de Prodanov e Freitas (2013), por buscar analisar o processo de aprendizado da Matemática com a música, além da concepção de Gil (2002), por proporcionar familiaridade com o problema em questão,

envolvendo as expressões algébricas nos anos finais do Ensino Fundamental com a utilização de aplicativos computacionais para a construção de partituras musicais.

O foco principal da pesquisa não é representado por números, pois o que interessou foi o processo de aprendizagem e a elaboração de uma intervenção de ensino envolvendo aplicativos computacionais. Assim, foram considerados os aspectos subjetivos tanto no que se refere ao que os participantes da pesquisa apresentaram quanto na proposta de intervenção de ensino elaborada. E, segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 70), a

Pesquisa qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. [...] O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

A pesquisa foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa, foi estruturada uma intervenção de ensino articulada aos *softwares* MuseScore e Kurupira Crossword, os quais são disponibilizados gratuitamente e, na segunda etapa, o desenvolvimento de parte⁸ da referida intervenção de ensino.

A escolha desses *softwares* se deu por, além de ter download gratuito, ser disponível para vários sistemas operacionais diferentes, como Windows, macOS, Linux. Esses *softwares* são instrumentos que possibilitam abordar de forma dinâmica diversos objetos matemáticos. Ressaltando, para o primeiro *software*, outra possibilidade, que é desenvolver a arte profissional do musicista.

Por abordar uma intervenção de ensino desenvolvida na própria sala de aula da pesquisadora, entende-se que o estudo se enquadra como uma pesquisa-ação educacional. Diante disso, descreve-se sobre tal enquadramento no item a seguir, identificando a sua definição e seu objetivo.

3.2 PESQUISA-AÇÃO

⁸ Não foi possível desenvolver toda a proposta da intervenção de ensino na escola, devido ao surgimento da pandemia do covid-19. Assim, foi necessário interromper as atividades escolares por causa das determinações do Governador do Estado da Bahia (Decreto n. 19.529, de 16 de março de 2020, e Decreto n. 19.549, de 18 de março de 2020).

Destaca-se Kurt Lewin como um dos principais precursores da pesquisa-ação, considerada uma estratégia para o desenvolvimento de professores pesquisadores que utilizam suas pesquisas em sala de aula para aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem. A definição da referida metodologia é dada por Thiollent (2011, p. 20) como:

[...] um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Os estudantes participantes da pesquisa descrita nesta dissertação são considerados os sujeitos representativos do problema e estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Segundo Thiollenti (2011), a produção do conhecimento se inter-relaciona e defende que haja equilíbrio na definição de objetivos práticos, de forma que conduza da melhor maneira as ações transformadoras.

Sabe-se que nesse tipo de pesquisa o professor pesquisador é incumbido de várias atividades, desde a condução do ensino até a coleta e análise dos dados. Dessa forma, tanto a prática quanto as reações geradas a partir da prática podem ser consideradas como objeto de pesquisa.

Embora exista a definição de objetivos práticos, como também um planejamento inicial, segundo Thiollent (2011), o desenvolvimento da ação poderá se dar a partir de uma variação de estratégias. Essa variação pode ser oriunda das necessidades que surgem na própria sala de aula. Segue, no próximo item, um detalhamento do contexto da pesquisa, ou seja, da sala de aula em questão.

3.3 CONTEXTO DA PESQUISA

Nesta seção, detalha-se o lócus desta pesquisa, ou seja, o local em que ocorreu a intervenção de ensino, bem como as justificativas para essa escolha. Além disso, apontam-se as características dos estudantes participantes do estudo.

A intervenção de ensino aconteceu em um colégio estadual situado no semiárido brasileiro, mais especificamente no município de Irajuba/BA. A escola oferece as séries dos anos finais do Ensino Fundamental (8º e 9º anos), do Ensino Médio (1º, 2º e 3º anos) e a Educação de Jovens e Adultos (EJA) (Eixo VI e Eixo VII).

A instituição foi escolhida por ser local de atuação profissional da pesquisadora, portanto acessível à abordagem pretendida. Além dessas perspectivas favoráveis, outro evento que contribuiu para a escolha foi o fato de a instituição estar localizada em uma cidade que não conta com instituições de ensino com ambiente computacional e a unidade em questão possui uma sala de informática que não era utilizada antes desta investigação. Ou seja, os estudantes, quando tinham interesse em utilizar algum computador, na cidade, só era possível se a família contasse com a disponibilidade de *notebook* ou equipamento próprio.

A escola, atualmente, possui cinco salas de aula, das quais três são equipadas com ar-condicionado; um laboratório de informática, que divide espaço com uma biblioteca; uma cozinha; uma sala da direção de ensino com a respectiva secretaria; uma sala de professores, que divide espaço com o almoxarifado; e seis banheiros (três femininos e três masculinos).

O corpo docente é composto por dez professores, dos quais oito com formação em nível superior, na área em que lecionam. O corpo diretivo é formado pela diretora-geral e uma vice-diretora. A escola conta também com 11 funcionários.

Essa instituição de ensino, embora de pequeno porte, é a única que oferece o Ensino Médio na cidade. No momento atual, o colégio oferece cursos nos três turnos. No primeiro turno, o matutino, o colégio conta com uma turma dos seguintes anos: 8º e 9º ano dos anos finais do Ensino Fundamental e o 1º e 2º anos do Ensino Médio. No turno vespertino, o colégio conta com o 8º ano do Ensino Fundamental e o 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio. E no turno da noite, a escola conta com a EJA em duas turmas, uma do Eixo VI e outra do Eixo VII.

A pesquisa foi direcionada aos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, no turno vespertino, por ser uma turma de atuação da pesquisadora e por ser um período escolar em que a unidade temática “álgebra”, da BNCC de 2017, possui destaque dentre os objetos de conhecimento abordados nesta dissertação.

Os objetos de conhecimento, como a linguagem algébrica: variável e incógnita; equivalência de expressões algébricas; identificação da regularidade de uma sequência numérica; problemas envolvendo grandezas diretamente proporcionais e grandezas inversamente proporcionais, discutidos nesta dissertação, são destacadas tanto no 7º ano quanto no 8º ano.

Foram considerados como participantes desta investigação 20 estudantes, com idades a partir de 12 anos, dos quais 9 residentes na zona urbana e 11 residentes na zona rural, conforme ilustrado no Quadro 6.

Quadro 6 - Distribuição dos sujeitos quanto ao gênero e local de residência

Gênero	Zona Urbana	Zona Rural	Total
Feminino	6	7	13
Masculino	3	4	7

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Na próxima seção, faz-se uma descrição geral dos instrumentos aderidos na investigação.

3.4 INSTRUMENTOS DA COLETA DE DADOS

Os instrumentos para a coleta de dados foram produzidos para serem utilizados antes, durante e depois da fase de intervenção de ensino. Os Instrumentos Diagnósticos I e II, são compostos de pré-teste e pós-teste, respectivamente, com seis problemas cada, que podiam ser solucionados com expressões algébricas.

Durante a intervenção de ensino (fator experimental), como instrumento de coleta de dados, utilizamos um Questionário Inicial (Apêndice C) e outro Final (Apêndice D), uma Atividade (Apêndice G) e a captura de tela, a partir da utilização dos *softwares* Kurupira Crossword e do MuseScore. Para todo o transcorrer da pesquisa, ainda contamos com o diário de campo e a observação da pesquisadora.

Nos subitens a seguir serão apresentados detalhadamente os supracitados instrumentos de coleta de dados: Instrumento Diagnóstico I e II; Questionários Inicial e Final; a Atividade; os *softwares* Kurupira Crossword e do MuseScore; a observação; e o diário de campo.

3.4.1 Instrumentos diagnósticos I e II

Nesta subseção, apresentam-se os Instrumentos Diagnósticos I e II (Apêndices A e B, respectivamente); seus objetivos; as características; a análise de suas questões; os procedimentos de aplicação; e a análise dos dados.

Com os Instrumentos Diagnóstico I – Pré-teste e Instrumento Diagnóstico II – Pós-teste, objetivou-se averiguar o conhecimento dos estudantes acerca das operações com outros

símbolos além dos algoritmos. Esses instrumentos foram elaborados com seis situações-problema, para serem respondidas. A ordem de cada questão foi determinada por sorteio.

O Instrumento Diagnóstico II foi composto pelas mesmas questões do Instrumento Diagnóstico I, porém, com ordem de questões determinada por novo sorteio. O Pós-teste foi elaborado para ser aplicado 15 dias após a intervenção de ensino e 30 dias após a aplicação do Instrumento Diagnóstico I.

Esse instrumento tinha como finalidade avaliar o desempenho dos estudantes na resolução de situações que envolvem expressões algébricas após a intervenção, e, por meio de comparação com os resultados obtidos no pré-teste, verificar se esse desempenho melhorou ou não. Assim, todas as vezes em que uma questão foi mencionada, tomou-se como referência seu posicionamento no pré-teste. O Quadro 7 apresenta como ficou esse posicionamento após o sorteio.

Quadro 7 – Posicionamento das questões nos instrumentos diagnósticos

Pré-teste	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6
Pós-teste	Questão 3	Questão 5	Questão 2	Questão 1	Questão 6	Questão 4

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Para verificar se os Instrumentos Diagnósticos I e II estavam compatíveis com a compreensão dos estudantes linguística e semanticamente, e, ainda, de estimar o tempo médio gasto para a resolução das suas questões, foi elaborado e aplicado um teste piloto, segundo as etapas:

- a) elaboração das atividades;
- b) apreciação e ajustes provenientes das discussões com a orientadora;
- c) diagramação e impressão de uma matriz; e
- d) aplicação do instrumento com 10 estudantes do 7^o ano, voluntários, não participantes da pesquisa no 1^o semestre de 2020.

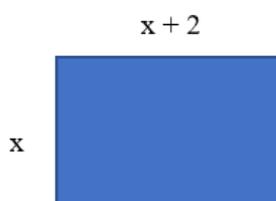
Ao final da última etapa (d), os estudantes foram questionados em relação à escrita e elaboração das questões, de modo a melhorar a qualidade para a aplicação do instrumento. Desse questionamento, o instrumento passou por ajustes, pois foi detectada a necessidade de adaptações nas questões elaboradas. Após esses ajustes, foram definidos os instrumentos finais. Assim, para melhor compreender as possíveis resoluções dos testes diagnósticos, foi desenvolvida uma análise, *a priori*, de cada situação-problema.

Para tanto, as situações são agora apresentadas, seguidas por uma explicação do que trata a questão; quais possíveis conceitos contêm; qual relação mantém com a música; e qual a intenção relacionada à música. Por conveniência, foi escolhido o Instrumento Diagnóstico I. Portanto, as questões são discutidas na ordem em que aparecem nesse instrumento.

Questão 1

Sabendo que $x = 4$, determine o perímetro do polígono abaixo considerando as medidas dos lados dados:

Figura 10 - Retângulo



Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

- a) 20
- b) 21
- c) 22
- d) 23

Fonte: Adaptada pelas autoras. Disponível em: <https://brainly.com.br/tarefa/21109881>. Acesso em: 17 abr. 2020.

Trata-se de uma questão de medidas de perímetros utilizando unidades de medidas padronizadas, como a dos números naturais, que é um objetivo de aprendizagem do 4º ano, logo, o estudante que está cursando o 8º ano, deveria ter desenvolvido essa habilidade.

De acordo com Brasil (2018, p. 291), o estudante tem como objetivo de aprendizagem, no 4º ano “Medir e estimar comprimentos (incluindo perímetros), massas e capacidades, utilizando unidades de medida padronizadas mais usuais, valorizando e respeitando a cultura local”.

No que se refere a medir o perímetro, julga-se necessário verificar se o estudante desenvolveu o referido objetivo de aprendizagem. A principal finalidade da questão exposta é encontrar o perímetro. E, para encontrar o perímetro, é necessário estabelecer uma regra que é a soma de todos os lados, representados por variável (letra x) que tem um valor determinado na questão.

Essa questão foi escolhida por relacionar-se com a composição dos compassos musicais. Cabe ao músico identificar e/ou reconhecer os valores das figuras musicais dentro do compasso, realizando a operação de soma, assim como acontece com a supracitada questão. Ou seja, ambas as áreas do conhecimento (Matemática e música) estão propendendo para um valor numérico que, no caso da partitura musical, é a fórmula de compasso e, da matemática, é o perímetro.

Uma vez interpretada corretamente, a situação-problema pode ser rapidamente resolvida, sem a necessidade de fórmulas matemáticas ou cálculos muito sofisticados, mas apenas a operação de adição. Existem três possibilidades de resolução da questão. A primeira, basta substituir o valor de x por 4, assim obtêm-se um lado do retângulo equivalente a 4 e o outro lado equivalente a 6. Somando os quatro lados: $4 + 6 + 4 + 6 = 20$.

A segunda possibilidade é somar os lados e substituir o valor do x no final da operação. Ou seja, proceder da seguinte maneira: $x + x + 2 + x + x + 2 = 4x + 4$. Substituindo o valor de x por 4, temos: $4(4) + 4 = 16 + 4 = 20$. E a terceira possibilidade é reconhecer que o retângulo possui dois lados iguais. Assim, temos $2(\text{lados paralelos } 1) + 2(\text{lados paralelos } 2) = 2x + 2(x+2) = 2(x+x+2) = 2(2x+2) = 4x + 4$. Substituindo o valor de x por 4, temos: $4(4) + 4 = 16 + 4 = 20$.

Questão 2

Represente os números abaixo de três formas diferentes.

Obs.:

✓ Utilize na decomposição apenas os seguintes números: $1/2$, $1/4$, $1/8$, $1/32$, 2, 4, 8 e 32.

✓ É permitido a utilização de todas as operações: +, -, x e \div .

✓ Ex.:

$$4 = 2+2 \text{ ou}$$

$$4 = 8 - 4 \text{ ou}$$

$$4 = 4 \times 4 \div 4 \text{ ou}$$

a) $16 =$ _____

b) $12 =$ _____

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

A supracitada questão está inserida na unidade temática números. O objeto de conhecimento é a composição e decomposição de números naturais. Nesse ínterim, o estudante desenvolve parte da seguinte habilidade “Ler, escrever e ordenar números racionais na forma decimal com compreensão das principais características do sistema de numeração decimal,

utilizando, como recursos, a composição e decomposição e a reta numérica” (BRASIL, 2018, p. 293).

No que se refere à área musical, se tratando de partitura musical, o musicista precisa reconhecer o valor das figuras musicais. Nesse contexto, para execução da música, é crucial o reconhecimento da figura que vale um tempo dentro do compasso, pois é a partir desse reconhecimento que a execução dos valores das figuras contidas na partitura pode se dar com perfeição.

Questão 3

Isaque pode jogar vídeo game por $\frac{5}{3}$ de hora por dia. Ele já jogou $\frac{4}{3}$ por hora hoje.

Figura 11 - Relógio



Fonte: Disponível em: <https://www.castronaves.com.br/relogio-de-parede-26cm-plastico-cor-preto-ref--6126-34-herweg-10470/p>. Acesso em: 16 jun. 2020.

Qual fração de hora Isaque ainda tem para jogar vídeo game hoje? _____

Fonte: Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/math/arithmetic/fraction-arithmetic/arith-review-add-sub-frac-word-probs/e/adding-and-subtracting-fractions-with-like-denominators-word-problems>.

Acesso em: 16 jun. 2020.

Essa questão envolve a subtração de frações com denominadores comuns. E, de acordo com Brasil (2018, p. 299), esse tipo de questão poderá favorecer a seguinte habilidade: “Resolver e elaborar problemas que envolvam adição ou subtração com números racionais positivos na representação fracionária”.

Na Questão 3, o estudante estará resolvendo um problema que envolve subtração com os números racionais positivos na representação fracionária. Também está inserida na unidade temática números.

Assim como na questão anterior pode-se pensar na decomposição dos números, mas agora envolvendo os números fracionários. Nesse íterim, o estudante desenvolve parte da seguinte habilidade: “Ler, escrever e ordenar números racionais na forma decimal com compreensão das principais características do sistema de numeração decimal, utilizando, como recursos, a composição e decomposição e a reta numérica” (BRASIL, 2018, p. 293).

No que se refere à área musical, se tratando de partitura musical, o musicista precisa reconhecer o valor das figuras musicais. Nesse contexto, para a execução da música, é crucial o reconhecimento da figura que vale um tempo dentro do compasso, pois é a partir desse reconhecimento que a execução dos valores das figuras contidas na partitura pode se dar com perfeição.

Questão 4

João e Elisabete estavam jogando um vídeo game no qual tinham que tentar pegar todo o tesouro.

Figura 12 – Jogo Freefire



Fonte: Disponível em: https://aminoapps.com/c/freefireeliteonebrasil/page/blog/mapa-do-tesouro/wKgo_qnntouB3d4KGdg0YDjq1WLYDakW3qd. Acesso em: 16 jun. 2020.

João pegou $\frac{1}{3}$ do tesouro. Elisabete pegou $\frac{5}{9}$ do tesouro. Juntos, que fração do tesouro João e Elisabete pegaram?

Fonte: Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/math/arithmetic/fraction-arithmetic/arith-review-add-sub-frac-word-probs/e/adding-and-subtracting-fractions-with-unlike-denominators-word-problems>. Acesso em: 16 jun. 2020.

Essa questão diferencia-se da questão anterior por envolver soma de frações. Ressalta-se que a habilidade para a resolução da supracitada questão, também é necessária para execução de partituras musicais.

Questão 5

Qual é o número de CDs do 32º termo?

Figura 13 – Sequência de CDs



Fonte: Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/385002996/teorias-e-praticas-ensino-algebra-1-pdf>. Acesso em: 16 jun. 2020.

Essa questão envolve o conceito de proporcionalidade. É possível que o estudante perceba que a cada figura aumenta um CD abaixo do CD central. Desse modo, podem responder à pergunta corretamente completando com uma bolinha a cada nova figura. Todavia, esse método não garante a compreensão da situação-problema nem a resposta correta no último item.

Espera-se que o estudante responda que o 32º termo terá 36 CDs. Será possível calcular a quantidade (Q) de CDs para um número (n) qualquer de figura através da relação $Q(n) = n + 4$. Já é sabido que a decomposição de um termo de uma sequência pictórica permite, muitas vezes, identificar o seu processo de construção, possibilitando a determinação de termos de ordem distantes.

Assim, tal questão pode possibilitar que o estudante utilize a estratégia de decomposição dos termos, a partir do momento em que percebe que a figura pode ser subdividida em duas partes, uma que se repete e outra que se altera, a depender da ordem em que está inserida.

Questão 6

(Saresp/SP) Uma locadora cobra R\$ 20,00 por dia pelo aluguel de uma bicicleta. Além disso, ela também cobra, apenas no primeiro dia, uma taxa de R\$ 30,00. Chamando de x o número de dias que a bicicleta permanece alugada e de y o valor total do aluguel, é correto afirmar que

- a) $y = 600x$
- b) $y = 50x$
- c) $y = 30x + 20$
- d) $y = 20x + 30$

Fonte: Disponível em: <https://profraffa.files.wordpress.com>. Acesso em: 17 abr. 2020.

Para resolver essa questão é preciso ler, interpretar a situação e retirar os dados necessários para isso. Sua resolução pode ser apresentada da seguinte forma: analisar dia a dia o que acontece e testar a quantidade de dias nas alternativas, para fazer a verificação.

Considerando o primeiro dia de aluguel de uma bicicleta, a locadora cobrará R\$ 20,00 do aluguel do dia, mais uma taxa de R\$ 30,00, que é obrigatória para o primeiro dia, chegando a uma quantia de R\$ 50,00.

Com essa informação, de que será gasto R\$ 50,00 no primeiro dia, já podemos eliminar a alternativa a) $y = 600x$, pois, caso substituíssemos a variável x por 1, teríamos um valor diferente de 50. Fazendo a mesma análise para as demais alternativas, estas não poderiam ser eliminadas, pois teríamos um valor igual a 50.

Considerando o gasto de dois dias de aluguel, teríamos um acréscimo de R\$ 20,00, logo, o gasto total seria de R\$ 70,00. Assim sendo, poderíamos eliminar a alternativa b) $y = 50x$, pois, se substituíssemos o valor de x por 2, que seria equivalente a 2 dias, teríamos um resultado igual a 100, portanto, diferente de 70.

Seguindo o mesmo raciocínio, poderíamos eliminar também a alternativa c) $y = 30x + 20$ pois, se substituíssemos o valor de x por 2, resultaria no valor igual a 80. Restando apenas a alternativa d) $y = 20x + 30$, que chegaria a 70, caso substituíssemos o valor de x por 2.

Assim é finalizado o detalhamento das questões que compõem tanto o Instrumento Diagnóstico I quanto o Instrumento Diagnóstico II. No próximo item, segue o detalhamento dos questionários elaborados para serem aplicados na intervenção de ensino. Ainda são descritos os dois questionários classificados como: Questionário Inicial e Questionário Final.

3.4.2 Questionários

Nesta subseção, apresentam-se o Questionário Inicial e o Questionário Final (Apêndices C e D); seus objetivos; suas características; a análise de suas questões; os procedimentos de aplicação; e a análise dos dados. O objetivo do Questionário Inicial é verificar a relação do participante com a música.

Esse questionário contém sete perguntas destinadas a sondar se os participantes percebem alguma relação entre a Matemática e a música; entendem sobre educação musical;

tocam algum instrumento; leem partitura musical; gostariam de aprender teoria musical. Também foi indagado sobre o que o participante espera do projeto.

O Questionário Final contém quinze perguntas, destinadas a sondar dos estudantes o grau de satisfação com a pesquisa; da conexão da Matemática com a música; dos *softwares* Kurupira Crossword e MuseScore. Além disso, com esse questionário, procurou-se verificar se os participantes imaginavam a conexão da Matemática com a música da forma como foi exposta; se seriam capazes de identificar notas musicais e se sentiam motivados para aprender a tocar algum instrumento com base nos estudos da teoria musical.

Por que escolher o questionário como método de coleta de dados para esta pesquisa? Segundo Vergara (2009, p. 39), o questionário “é um método de coletar dados no campo, de interagir com o campo composto por uma série ordenada de questões a respeito de variáveis e situações que o pesquisador deseja investigar”.

Segundo o mesmo autor, “o questionário ainda é considerado como um caminho para aproximar o pesquisador de seu objeto de estudo, sendo utilizado em investigações de abordagem qualitativa, nas quais a estatística não é privilegiada” (VERGARA, 2009, p. 39). Diante disso, optou-se também por esse método de coleta de dados, visto que a investigação, exposta nesta dissertação, se enquadrava numa abordagem qualitativa.

A escolha para a aplicação de questionário impresso norteou-se por Vergara (2009, p. 39) que indica: “a escolha do meio é sempre do pesquisador”. A pesquisadora optou, portanto, por reservar um encontro específico da intervenção de ensino para os participantes responderem ao questionário inicial e ao Instrumento Diagnóstico I. Assim foi disponibilizado um Questionário Inicial impresso para cada participante.

Ressalta-se que essa forma de aplicação deu-se também por ser uma maneira de facilitar o retorno do questionário respondido. Além disso, na aplicação dos questionários, não foi exigida a identificação dos participantes da pesquisa que responderam aos questionários propostos, para que fosse possível garantir o anonimato deles.

Os questionários aplicados foram classificados como mistos. Segundo Vergara (2009, p. 42), “apresentam questões abertas e fechadas e sua escolha depende da sua pertinência ao que o pesquisador deseja investigar”. E no que diz respeito ao objetivo desta dissertação, os questionários propostos abarcaram os dois tipos de questões, as abertas e fechadas.

As questões abertas foram necessárias para provocar respostas livres, sem interferências da pesquisadora, levantando respostas iniciais. E as questões fechadas foram necessárias para proporcionar a padronização das respostas, e possibilitar a comparação entre elas.

Segundo Vergara (2009, p. 43), “no questionário fechado as questões e as respostas são padronizadas e são úteis quando se quer comparar as respostas”. O questionário contou com alguns tipos específicos de questões, segundo a perspectiva de Vergara (2009, p. 43):

Questões fechadas dicotômicas: que são aquelas nas quais o respondente escolhe sua resposta entre duas opções, como: sim e não. E as *questões fechadas de múltipla escolha:* que são aquelas nas quais é apresentada ao respondente uma série de possíveis respostas, geralmente quatro ou cinco, para que ele faça sua escolha. As respostas estão, portanto, limitadas às opções (grifos do autor).

Ressalta-se que houve o cuidado em abrir espaço, ao final das questões fechadas, para que os estudantes escrevessem, se considerassem necessário ou importante, como, por exemplo, pontos positivos e pontos negativos, em relação à intervenção de ensino executada.

3.4.3 Atividade

A atividade proposta para os estudantes, na intervenção de ensino, era composta por seis questões. Nessas questões, os estudantes deveriam fazer cálculos matemáticos que envolviam expressões algébricas com números naturais e números fracionários, fundamentados na teoria musical, no que se refere aos valores relativos das figuras musicais. Dentre essas questões, contávamos com uma questão do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que abarcava a relação entre Matemática e música, especificamente envolvendo os valores das figuras musicais.

Na primeira questão da Atividade apresentam-se figuras musicais objetivando, a partir das expressões algébricas que elas representam, encontrar o valor numérico. Na segunda, busca-se o processo inverso da primeira questão, pois os estudantes foram incentivados a construir expressões algébricas a partir da representação dos números por figuras musicais. Para tanto, os estudantes deveriam considerar a regularidade que a música rege a partir das fórmulas de compassos.

Na terceira questão, dadas as figuras musicais, objetivava-se particionar trecho de uma partitura musical em várias expressões algébricas. Ressalta-se que esse particionamento deveria considerar a expressão algébrica que representa a fórmula de compasso apresentada.

Na quarta questão, foi proposto ao estudante que encontrasse o valor numérico de cada compasso. A partir disso, deveria fazer uma verificação da regularidade apresentada na partitura

musical a partir da relação entre a fórmula de compasso apresentada na partitura e o valor numérico de cada compasso.

Na quinta questão, foi proposto que os estudantes relacionassem números com figuras musicais, a partir dos valores relativos das figuras de notas, e, então, a realização de operações matemáticas, especificamente a adição com números racionais.

Na sexta e última questão, reproduziu-se uma questão do ENEM (2009) que afirma a relação entre música e matemática. Relação essa que pode ocorrer a partir da representação dos tempos das notas musicais. Para tanto, propôs-se a construção de uma expressão algébrica, dada uma fórmula de compasso e a quantidade de compasso.

3.4.4 Softwares Kurupira Crossword e MuseScore

Os dados produzidos com utilização dos *softwares* Kurupira Crossword e MuseScore podem ser obtidos por meio da captura de tela. Ressalta-se que a criação das palavras cruzadas e das partituras musicais, nos referidos *softwares*, respectivamente, pode ser salva em uma pasta do computador. Além disso, o que for desenvolvido nesses *softwares* podem ser convertidos em um arquivo no formato PDF e também serem salvos e impressos posteriormente.

O Kurupira Crossword utiliza técnicas de inteligência artificial para selecionar a melhor palavra cruzada naquele conjunto de palavras inserido no programa. Além disso, é possível, com tal *software*, gerar "dicas" sozinho, embora seja possível o usuário elaborá-las.

Esse *software* tenta utilizar o máximo possível de palavras, porém, nem sempre consegue utilizar todas. Quanto maior a quantidade de palavras disponíveis, melhor é o resultado. Para tanto, sugere-se gerar uma lista com dicas e palavras balanceadas, ou seja, algumas fáceis e outras difíceis.

Enquanto que o MuseScore não sugere figuras musicais, para a construção de uma partitura. Nesse aspecto, existe uma garantia de que todo o desenvolvimento seja do compositor que utiliza o *software*. Para garantir a autenticidade do compositor na partitura construída propõe-se que não seja utilizada nenhuma fonte de pesquisa.

3.4.5 Observação e diário de campo

Segundo Marconi (2013, p. 76), a “observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações”. Assim, foi escolhida tal técnica de coleta de dados durante a intervenção de ensino para que fosse possível verificar as contribuições da educação musical para o aprendizado de expressões algébricas. Marconi (2013, p. 76) relata que

A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não tem consciência, mas que orientam seus comportamentos. Desempenha papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade.

A observação enquadra-se no propósito desta pesquisa, na medida em que objetivou analisar as reações e falas dos participantes durante a intervenção de ensino. Outro instrumento utilizado nesta pesquisa foi o diário de campo, por ser um instrumento que contribui também para registrar os dados identificados durante a intervenção de ensino.

3.5 INTERVENÇÃO

A intervenção de ensino é composta por doze encontros. O primeiro encontro destina-se à aplicação do Questionário Inicial e, em seguida, o Instrumento Diagnóstico I, para os estudantes participantes da pesquisa. Nos segundo e terceiro encontros, a proposta é explorar o contexto da teoria musical que se relaciona com a Matemática, especificamente com as expressões algébricas.

O objetivo é apresentar situações que possibilitem aos estudantes identificar as relações existentes entre Matemática e música. Além disso, para correlacionar a teoria musical com a prática propõe-se utilizar um instrumento musical (o teclado). No quarto encontro, a Atividade envolveu principalmente os valores das figuras musicais e a correção da referida Atividade é prevista para o quinto encontro.

Para o sexto encontro, sugere-se apresentar o Jogo Nadi⁹ (Anexo B) para ser utilizado com os estudantes. No sétimo encontro, o *software* Kurupira Crossword, disponível no *link*:

⁹ O Jogo Nadi é renomeado a partir de um jogo composto por algumas cartas, contendo o nome das notas musicais. Esse material foi adaptado pela pesquisadora a partir do Baralho das Notas Musicais de “Dó” a “Si”, produzido por Marina Souza, para o Estágio Curricular Supervisionado do PROCICEMMUS/UFRGS, em 2011. Renomeado como Jogo Nadi (notas ascendentes, descendentes e intervalos), foi adaptado para permitir o reconhecimento da localização das notas no teclado, informando o intervalo entre as notas propostas pelo jogo. É composto por 14

<http://Kurupira.net/pt/>, é apresentado para que os próprios estudantes elaborem as palavras cruzadas envolvendo as figuras de notas musicais e seu valor no compasso 4/4. Além disso, os estudantes podem escolher músicas, para realizar uma análise das suas partituras.

Sugere-se que seja analisado, pela proponente da intervenção de ensino, se as palavras construídas pelos estudantes no encontro anterior estão coerentes. A partir disso, no encontro seguinte, que é o oitavo, aplicar as atividades cruzadas antes elaboradas.

Ressalta-se que os estudantes precisam receber as palavras cruzadas impressas, mas elaboradas por um colega, para assim responder às questões. Correlacionado a isso, sugere-se realizar um estudo das partituras musicais a partir de versões impressas escolhidas pelos estudantes em encontro anterior.

Nos nono e décimo encontros, sugere-se a construção de partituras no *software* MuseScore. Para o nono encontro, é necessário apresentar alguns exemplos norteadores, com a devida explicação lógica do *software* MuseScore, como o significado de cada tecla e as regras de utilização. A partir disso, inicia-se a construção da partitura da música escolhida tanto para o nono quanto para o décimo encontro.

No décimo primeiro encontro, devem ser formalizados os conceitos matemáticos com os estudantes, a partir das partituras que construíram. E, finalmente, no décimo segundo encontro, faz-se a apresentação das partituras construídas, assim como a aplicação do Questionário Final. No Quadro 8, são apresentados o propósito de cada encontro como também os recursos necessários para tal desenvolvimento.

Quadro 8 - Encontros de intervenção

Encontros	Propósito	Recursos Necessários
1º ENCONTRO	Aplicar o Questionário Inicial e o Instrumento Diagnóstico I	Questionário Inicial e Instrumento Diagnóstico I
2º ENCONTRO	Abordar e discutir sobre a teoria musical	Quadro, Pilotos, Data <i>show</i> , Teclado (instrumento musical), Vídeo de Sandy e Júnior cantando a música da partitura de <i>Titanic</i> ¹⁰ , Caixa de som e Partitura impressa
3º ENCONTRO	Abordar e discutir sobre a teoria musical. Prática no teclado	Reapresentação do vídeo de Sandy e Júnior cantando a música da partitura de <i>Titanic</i> ; Quadro, Pilotos, Data <i>show</i> , Teclado (instrumento musical), Caixa de som, Partitura impressa; e Divisão

cartas, semelhantes à de um baralho, mas cada carta contém o nome de uma nota musical, com duas cartas de cada nota: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si. (Disponível em <https://docero.com.br/doc/nxexves>. Acesso em: 20 jan. 2020.)

¹⁰ Vídeo de Sandy e Júnior cantando a música Em Cada Sonho - O Amor Feito Flecha. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sWyf2QMOfoI>. Acesso em: 7 maio 2020).

Encontros	Propósito	Recursos Necessários
		proporcional dos valores relativos das figuras musicais
4º ENCONTRO	Atividade	Atividade impressa, lápis e borracha
5º ENCONTRO	Correção da Atividade e apresentação do vídeo	Vídeo de Harpa de vidro ¹¹ ; Atividade impressa; lápis, borracha, quadro e piloto
6º ENCONTRO	Apresentar o jogo Nadi e utilizá-lo	Jogo Nadi
7º ENCONTRO	Apresentar o <i>software</i> Kurupira Crossword. Propor aos estudantes elaborar palavras cruzadas envolvendo as figuras de notas musicais e seu valor no compasso 4/4	<i>Software</i> Kurupira Crossword
8º ENCONTRO	Aplicar as atividades cruzadas elaboradas pelos estudantes e estudar partituras musicais	Palavras cruzadas impressas e Partituras impressas
9º ENCONTRO	Construção de partituras	MuseScore
10º ENCONTRO	Construção de partituras	MuseScore
11º ENCONTRO	Formalizou os conceitos matemáticos com os estudantes	Partituras construídas pelos estudantes
12º ENCONTRO	Apresentação das partituras construídas. Aplicação do Questionário final	Questionário final

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Ressalta-se que o Instrumento Diagnóstico II foi composto pelas mesmas questões do Instrumento Diagnóstico I, porém, com ordem de questões determinada por novo sorteio. O pós-teste foi elaborado para ser aplicado 15 dias após a intervenção de ensino e 30 dias após a aplicação do Instrumento Diagnóstico I. No próximo item é apresentado de que forma foram organizados os dados tanto da intervenção de ensino realizada quanto da sequência sugerida.

3.6 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

As categorias estabelecidas para organizar os dados foram sistematizadas concomitantemente com a estruturação/ criação dos questionários, além dos instrumentos diagnósticos e da elaboração da intervenção de ensino. A partir da coleta dos dados, a análise foi apoiada em categorias predefinidas. Assim, foi adotada uma abordagem qualitativa, no que

¹¹ Vídeo de Harpa de vidro no qual o musicista toca uma Toccata e fuga em Ré menor de Bach. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XKRj-T4l-e8>. Acesso em: 7 maio 2020).

se refere às contribuições da proposta de intervenção de ensino, tanto em sua organização quanto em seu desenvolvimento, para o aprendizado das expressões algébricas.

Os dados foram organizados conforme as seis categorias, a seguir detalhadas, que emergiram tanto dos objetivos da pesquisa quanto do Questionário Inicial, do Instrumento Diagnóstico I e da Atividade. Tais categorias serão enfatizadas obedecendo a uma sequência lógica da intervenção de ensino, ou seja, obedecerá à ordem dos encontros.

Na Categoria 1, Matemática e música, insere-se a interpretação do Questionário Inicial, disposta obedecendo à ordem das questões. Pondera-se o que os participantes perceberam de relação entre Matemática e música e o que entendem sobre educação musical. Além disso, investigou-se se havia estudantes que: a) tocam algum instrumento; b) liam partitura musical; c) gostariam de aprender teoria musical; e d) tinham interesse em sanar as dificuldades em Matemática a partir da intervenção de ensino aqui descrita.

Na Categoria 2, Conhecimento das Operações, foi analisado o conhecimento dos estudantes acerca das operações com outros símbolos, além dos algorismos que estão correlacionados com a música. Para tanto, foram apreciadas as resoluções dos estudantes nas seis situações-problema que compõem o Instrumento Diagnóstico I. Além disso, também foram analisadas as situações práticas propostas aos estudantes a partir da execução da partitura no instrumento musical (teclado) que apontam relação com a referida categoria em questão.

Na Categoria 3, Educação Musical e Prática no Instrumento musical, foi analisado tanto se os estudantes compreenderam os conceitos da teoria musical quanto se representaram de forma correta tais conceitos da teoria musical no instrumento musical (teclado). Essa categoria foi formulada a partir da análise da observação realizada durante a prática dos estudantes no teclado. Dessa observação destacou-se de que forma os estudantes agiram diante das inferências realizadas pela pesquisadora.

Na Categoria 4, Educação Musical e Expressões Algébricas, foram discutidas as contribuições da educação musical na aprendizagem de expressões algébrica através das respostas dos estudantes na Atividade. Essa categoria foi formulada a partir da análise da correlação existente entre a partitura musical e as expressões algébricas. Para tanto, foram considerados: a) a substituição das figuras musicais por seu valor relativo; b) o valor numérico de um compasso da partitura musical; c) a soma de números racionais; e a d) soma de figuras musicais (valores relativos/números) semelhantes.

Na Categoria 5, Contribuições do Jogo Nade e do *Software* Kurupira Crossword para o Aprendizado da Teoria Musical, discutiu-se sobre o favorecimento do aprendizado do estudante a partir da utilização de tais recursos didáticos. Essa categoria foi formulada a partir do

planejamento dos encontros que abarcavam o Jogo Nade e o *software* Kurupira Crossword. Para tanto, considerou-se o supracitado planejamento.

Por fim, na Categoria 6, Contribuições das TDIC para o Aprendizado das Expressões Algébricas, identificaram-se as relações existentes na proposta de intervenção de ensino no que se refere à utilização do *software* MuseScore para o aprendizado de expressões algébricas e numéricas e a construção das partituras musicais. Essa categoria foi formulada a partir da descrição da proposta de intervenção de ensino que abarca o supracitado *software*. Nisso, serão consideradas as respostas almejadas dos participantes analisados à luz da perspectiva de Valente (2005).

4 PERFORMANCE MATEMÁTICA

A performance é tida como o elemento essencial para a existência da música e que permite que ouvintes possam apreciá-la de acordo com Iazzetta (2011). Para se obter uma boa performance musical os cantores usam técnicas e estilos para obter o máximo de desempenho durante sua apresentação. Aqui, intitula-se esse capítulo como performance matemática por se tratar do desenvolvimento da pesquisa. Nesse desenvolvimento apresenta-se a execução de uma intervenção de ensino para obter o máximo de desempenho dos estudantes na matemática através da música e de *softwares*.

Assim, neste capítulo, apresenta-se a execução de cada encontro da intervenção de ensino, que foi composta de 12 encontros. Foi possível desenvolver os cinco primeiros encontros, haja vista que os demais ficaram comprometidos devido à paralização das aulas em decorrência da pandemia causada pelo covid 19.

A pesquisa ficou comprometida apenas por não ter sido desenvolvida, na prática, a parte final da intervenção de ensino planejada. Em contrapartida, foi possível analisar todos os encontros não aplicados a partir do planejamento da intervenção de ensino.

A intervenção de ensino foi iniciada a partir da aprovação de um projeto de pesquisa, que deu origem a esta dissertação, no Comitê de Ética. Iniciada no primeiro semestre do ano letivo de 2020, contou com cinco encontros, dos quais dois encontros de 1 hora-aula e três encontros de 2 horas-aula, totalizando 8 horas, no período de três semanas.

Depois da aprovação do referido projeto de pesquisa, no Comitê de Ética e antes da intervenção, a pesquisadora/professora da turma apresentou a proposta da dissertação à diretora e vice-diretora da unidade escolar em questão. Posteriormente, foi agendada uma reunião com os referidos estudantes e seus respectivos responsáveis. No primeiro momento da reunião, foi apresentada a proposta da pesquisa e, em seguida, feito o convite aos possíveis participantes da pesquisa.

Como houve interesse de participação na pesquisa, foram apresentados os documentos que autorizam o uso dos dados para fins de pesquisa, que são o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice I) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice H)¹².

¹² TCLE e TALE com protocolo aprovado conforme Parecer n. 3.088.280 do CEP-Uesc; CAAE: 03681818.0.0000.5526

Somente após a coleta de assinatura em ambos os documentos, é que a intervenção foi iniciada. Todos os estudantes da turma em questão decidiram participar da pesquisa. Dessa forma, os interessados, com seus respectivos responsáveis, assinaram os supracitados termos. Os estudantes permaneceram até o final da intervenção de ensino.

Essa intervenção foi realizada no turno vespertino, nos horários das aulas de Matemática, nos dias de quarta-feira, quinta-feira e sexta-feira, haja vista que as aulas de Matemática da respectiva turma aconteciam nesses dias da semana. No Quadro 9 apresenta-se uma síntese do desenvolvimento e dos recursos utilizados, com data e horário dos cinco primeiros encontros.

Quadro 9 – Desenvolvimento da intervenção de ensino

Encontros	Desenvolvimento	Recursos	Data	Horário
1º	Aplicado o Questionário Inicial e o Instrumento Diagnóstico I	Questionário Inicial e Instrumento Diagnóstico I	4/3/2020	15:45 às 17:25
2º	Abordado e discutido sobre a teoria musical	Quadro, Pilotos, Data show, Teclado (instrumento musical), Vídeo de Sandy e Júnior cantando a música da partitura de <i>Titanic</i> ¹³ , Caixa de som e Partitura impressa	11/3/2020	15:45 às 16:35
3º	Abordado e discutido sobre a teoria musical. Prática no teclado	Reapresentação do vídeo de Sandy e Júnior cantando a música da partitura de <i>Titanic</i> , Quadro, Pilotos, Data show, Teclado (instrumento musical), Caixa de som, Partitura impressa e Divisão proporcional dos valores relativos das figuras musicais	12/3/2020	13:00 às 13:50
4º	Aplicação da Atividade	Atividade impressa Lápis e Borracha	13/3/2020	15:45 às 17:25
5º	Correção da Atividade e apresentação do vídeo	Vídeo de Harpa de vidro ¹⁴ , Quadro,	18/3/2020	15:45 às 17:25

¹³ Vídeo de Sandy e Júnior cantando a música Em Cada Sonho - O Amor Feito Flecha. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sWyf2QMOfoI>. Acesso em: 7 maio 2020.)

¹⁴ Vídeo de Harpa de vidro no qual o musicista toca uma Toccata e fuga em Ré menor de Bach. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XKRj-T4I-e8>. Acesso em: 7 maio 2020.)

Encontros	Desenvolvimento	Recursos	Data	Horário
		Pilotos, Atividade impressa, Lápis e Borracha		

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

Do primeiro ao quinto encontro aconteceram na sala de aula do próprio ambiente escolar dos participantes, no CEPIA. Os demais encontros que compõem a intervenção de ensino, ou seja, do sexto ao décimo segundo encontro, ficou como proposta de continuidade da intervenção, haja vista que, para desenvolvê-lo com os estudantes é necessário que todos tenham um conhecimento introdutório de teoria musical.

Desta forma, neste capítulo, descreve-se apenas o planejamento da intervenção de ensino do sexto ao décimo segundo encontro. Ressalta-se que tal proposta de continuidade seja realizada com os estudantes em um laboratório de informática, haja vista a necessidade de computadores para a execução dos aplicativos computacionais. Nos itens seguintes, consta o desencadeamento de cada encontro, tanto os realizados quanto os que foram apenas planejados.

4.1 PRIMEIRO ENCONTRO

Realizado no dia 4 de março de 2020, das 15:45 às 17:25, tempo relativo a duas horas-aula de 50 minutos, com o propósito de aplicar o Questionário Inicial e o Instrumento Diagnóstico I. Inicialmente, a professora-pesquisadora agradeceu a presença de todos e explicou, mais uma vez a importância, da pesquisa e como seria desenvolvida essa aplicação, sempre procurando deixar os estudantes tranquilos.

Para isso, foram dados alguns informes aos participantes, como: dia e horário dos demais encontros, e explicitado o agradecimento aos participantes pela colaboração com a pesquisa que deu origem a esta dissertação.

Posteriormente, iniciou a apresentação do Questionário Inicial e, em seguida, do Instrumento Diagnóstico I, para os estudantes que decidiram participar da pesquisa. Na Figura 14, visualiza-se o momento em que a pesquisadora apresenta os instrumentos de coleta de dados.

Figura 14 – Apresentação do questionário inicial e o instrumento diagnóstico I



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Também foi ressaltada a não obrigatoriedade da resolução de todas as questões, caso os participantes não soubessem respondê-las. Após tal apresentação, foi distribuído o primeiro Questionário Inicial e, à medida que os estudantes finalizavam o seu preenchimento, a pesquisadora disponibilizava o Instrumento Diagnóstico I.

Durante o preenchimento do Questionário Inicial, os estudantes permaneceram sentados em suas cadeiras, enquanto que na resolução do Instrumento Diagnóstico I ficaram inquietos, buscando orientação para resolver as questões. Foi notória a dificuldade apresentada para resolver tal instrumento. Por isso, foi reafirmado que deveriam resolver as questões da forma como a compreendiam, sem a interferência da pesquisadora, visto que o objetivo era verificar o desenvolvimento dos estudantes nas questões que apresentavam relação com as expressões algébricas.

Os estudantes deram, então, sequência à leitura das questões do Instrumento Diagnóstico I de forma tranquila, ou seja, permaneceram sentados em suas cadeiras concentrados na leitura e resolução das questões. Finalizado o preenchimento desses dois instrumentos de coleta de dados, o Questionário Inicial e o Instrumento Diagnóstico I, foi encerrado o encontro.

4.2 SEGUNDO ENCONTRO

Ocorrido no dia 11 de março de 2020, das 15:45 às 16:35, tempo correspondente a uma hora-aula de 50 minutos. Os recursos metodológicos utilizados para a condução desse encontro

foram: Um quadro; dois pilotos; um projetor (data *show*); um teclado (instrumento musical); caixa de som; partitura da música de *Titanic* (Apêndice E) e a divisão proporcional dos valores relativos das figuras musicais (Apêndice F).

Nesse encontro, foi explorado o contexto da teoria musical que se relaciona com a Matemática, especificadamente com as expressões algébricas. O objetivo foi apresentar situações que possibilitassem aos estudantes identificar ou reconhecer as relações entre a Matemática e a música, além dos benefícios dessa conexão. Para isso, foi correlacionada a teoria musical com a prática no instrumento musical (teclado).

Inicialmente, foi rerepresentada a proposta do projeto de pesquisa. Em seguida, disponibilizada uma partitura da música *Titanic* para cada participante. A proposta inicial, com tal partitura, era que os estudantes tentassem correlacioná-la com o vídeo da música *Em Cada Sonho - O Amor Feito Flecha*, apresentado com a participação dos cantores Sandy e Júnior.

Essa prática pedagógica objetivou despertar o interesse dos participantes não alfabetizados musicalmente, pela busca de conhecimento para tal interpretação. Na Figura 15, está representado o momento da apresentação do vídeo da música já citada.

Figura 15 – Apresentação do vídeo da música *Em Cada Sonho – O Amor Feito Flecha*



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

A partir de tal prática, foi questionado aos participantes se conseguiam perceber alguma relação entre a partitura e a música cantada. Segundo eles, não conseguiam perceber nenhuma relação. E assim iniciou-se a explicação da teoria musical, com algumas definições, como: O que é música, som e suas propriedades.

A explicação deu-se de forma investigativa, ou seja, buscava-se analisar o que os estudantes compreendiam sobre cada conceito da teoria musical. Inicialmente, foi questionado aos estudantes o que é uma música. Eles responderam que música é “uma canção”, “uma partitura”, “se tivesse ritmo”, aquilo que é “falado cantando”.

A partir dos questionamentos relativos aos conceitos da teoria musical, a pesquisadora buscava confrontar os relatos apresentados pelos estudantes com a teoria musical. Além disso, a explicação dos conceitos da teoria musical dava-se com exemplificação no instrumento musical (teclado). Ressalta-se que, posteriormente, foi solicitado aos estudantes que exemplificassem tais conceitos da teoria musical no instrumento (teclado). A participação se deu de forma individual e os estudantes ficaram curiosos e inquietos, à espera da própria vez para manusear o teclado.

Para que todos os estudantes tivessem a oportunidade de manusear o instrumento, a partir das supracitadas solicitações, era alternado o tipo de conceito da teoria musical para evitar que copiassem a execução do participante anterior. Além disso, era solicitado um conceito da teoria musical de cada vez e, no final, vários conceitos da teoria musical, de forma alternada, com o objetivo de verificar se de fato os estudantes se apropriaram do conhecimento.

Na proposta da execução de vários conceitos da teoria musical ao mesmo tempo, era proposto, por exemplo, que o estudante escolhesse uma nota no teclado e classificasse todas as propriedades dos sons. Para isso, quando escolhida uma nota, o estudante deveria dizer: a) se a altura era de som grave ou agudo; b) se a duração era longa ou curta; c) se a intensidade era forte ou fraca; e d) quanto ao timbre: de onde estava surgindo o som? De qual instrumento?

Assim, cada estudante escolheu uma nota e a classificou no que se refere às propriedades do som. Depois, foi proposto, a um de cada vez, que escolhesse um determinado som a partir do relato das suas propriedades para que o estudante seguinte pudesse representar no teclado o som apontado. Na Figura 16, apresenta-se o momento em que os estudantes põem em prática os conceitos da teoria musical no teclado.

Figura 16 – Momento da prática dos conceitos da teoria musical no teclado



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Nessa prática, os estudantes ficaram entusiasmados querendo tocar no teclado. Notou-se que queriam ultrapassar a vez do colega para atender às solicitações postas pela pesquisadora e executá-las no instrumento musical. Neste encontro, foi possível abordar parte dos conceitos introdutórios da teoria musical, e a outra parte ficou para ser discutida no encontro seguinte.

4.3 TERCEIRO ENCONTRO

Foi realizado no dia 12 de março de 2020, das 13:00 às 13:50, perfazendo uma hora-aula de 50 minutos. Nesse encontro, foi dada continuidade à discussão relativa aos conceitos da teoria musical correlacionados com a prática no teclado (instrumento musical) iniciada no encontro anterior.

Finalizada a apresentação dos conceitos da teoria musical, foi reapresentado o vídeo introdutório (de Sandy e Júnior cantando a música da partitura de *Titanic*), o qual foi proposto no segundo encontro para os estudantes tentarem correlacionar com a partitura da música.

Em seguida, realizados alguns questionamentos relativos à teoria musical. Além disso, foi solicitada a prática no instrumento musical, com a partitura da música de *Titanic*. Assim, foi possível verificar, tanto com os questionamentos realizados como a partir da prática da partitura, que a maioria dos participantes/estudantes conseguiu apropriar-se de conceitos da teoria musical.

Desta forma, continuamos desenvolvendo situações que possibilitassem aos estudantes identificar ou reconhecer as relações existentes entre a Matemática e a música, além dos benefícios dessa conexão. Em todo o transcorrer da abordagem dos conceitos introdutórios da teoria musical, os estudantes ficavam ansiosos para manusear o instrumento musical (teclado).

Apenas uma das alunas apresentou resistência e desinteresse em tocar no instrumento musical. O motivo da resistência possa ser que foi o medo de não saber em executar o que estava sendo proposto, mas, com a ajuda dos demais colegas, seu interesse surgiu, a partir das falas dos colegas, que afirmaram: “Somos capazes de aprender e não é um bicho de sete cabeças”; “Você consegue também, olha como se faz”.

Os colegas, além de enfatizar que não era difícil tocar no teclado a música proposta (da partitura de *Titanic*), também apresentavam no instrumento como era possível executá-la. A partir disso, a aluna, timidamente, foi até o instrumento e percebeu que também era capaz de executar a partitura musical, pois conseguiu apresentar a música em questão.

4.4 QUARTO ENCONTRO

Foi realizado no dia 13 de março de 2020, das 15:45 às 17:25 minutos, perfazendo a duração de duas horas-aula. Dando continuidade à intervenção de ensino, iniciou-se a explicação da Atividade proposta para os participantes/estudantes. Nessa Atividade, os estudantes deveriam fazer cálculos matemáticos envolvendo números naturais e números fracionários, fundamentados na teoria musical, no que se refere aos valores relativos das figuras musicais.

Além disso, essa Atividade contava com uma questão do ENEM, que abarcava a relação entre Matemática e música. Assim, depois da apresentação da Atividade, foi disponibilizada uma cópia da proposta para cada estudante.

A partir dessa sistematização, os estudantes começaram a resolver a atividade. Vale ressaltar que os próprios participantes/estudantes, por si só, socializavam concepções adquiridas durante a intervenção sobre as questões. Isso aconteceu principalmente no que se refere à questão do ENEM, inserida na Atividade proposta.

Os estudantes não recordavam a forma de realizar as operações contendo frações matemáticas, mas, a partir do conceito da regularidade existente dos valores das figuras musicais, eles puderam solucionar as atividades que envolviam tal questão. Durante a atividade, a maioria dos estudantes ficou dispersa, embora alguns buscassem treinar no instrumento musical (teclado).

4.5 QUINTO ENCONTRO

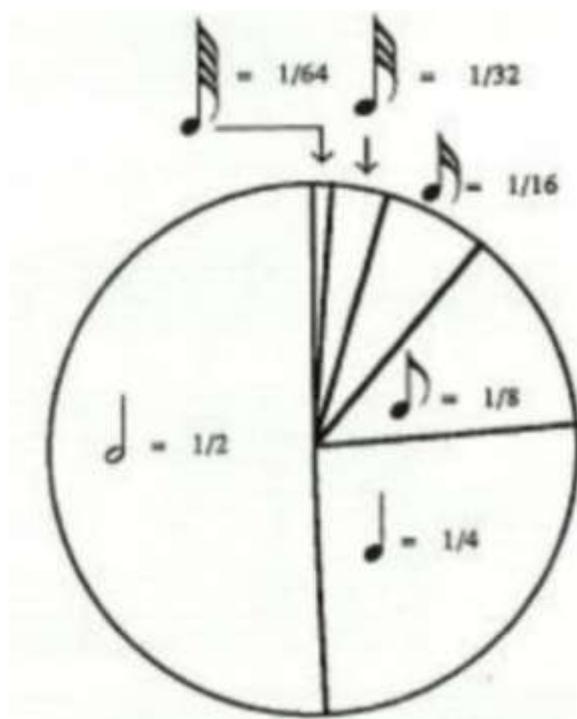
O quinto encontro ocorreu no dia 18 de março de 2020, das 15:45 às 17:25, perfazendo uma duração de duas horas-aula. O objetivo foi realizar a correção da Atividade, sanar as dúvidas apresentadas e apresentar o vídeo Taças com Água, uma música originada a partir do toque das mãos do musicista em taças com água.

Inicialmente, foi devolvida uma cópia (xerox) das atividades dos estudantes para que verificassem como resolveram as questões. Em seguida, foi aberta uma discussão sobre a

resolução de cada ponto. Nessa discussão, os estudantes apresentavam, no quadro, as suas respostas. Notou-se que os estudantes encontraram dificuldade nas questões que contavam com operações das figuras musicais envolvendo números fracionários.

A partir disso, foram feitas comparações, no quadro, tanto com a Matemática quanto com simbologias do cotidiano, como barra de chocolate, melancia e pizza. Na Figura 17, consta uma representação das frações matemáticas com figuras musicais em formato de pizza, como realizada com os estudantes.

Figura 17 – Representação da fração matemática no formato de pizza



Fonte: Med (1996).

Além das supracitadas comparações para sanar a dificuldade dos estudantes com as operações envolvendo figuras musicais e números fracionários, foi possível executar as figuras musicais no teclado (instrumento musical). Nesse encontro, foi possível finalizar a correção da atividade.

4.6 SEXTO ENCONTRO

A partir desse encontro, registra-se o planejamento para execução de tal proposta. O objetivo desse encontro foi trabalhar uma regularidade musical, que é a sucessão dos sons, para quando o participante vier a manusear o aplicativo MuseScore e venha a perceber tal regularidade na posição das notas, tanto no instrumento musical (teclado) quanto na partitura.

Para atender a tal objetivo, propõe-se, aqui, utilizar com os estudantes o Jogo Notas Ascendentes, Descendentes e Intervalos (NADI). Esse material foi adaptado pela pesquisadora a partir do Baralho das Notas Musicais de “Dó” a “Si”, produzido por Marina Souza, para o Estágio Curricular Supervisionado do PROCICEMMUS, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 2011. Esse Baralho das Notas Musicais passou a ser denominado, pela pesquisadora, como Jogo NADI.

Adaptado para trabalhar o reconhecimento da localização das notas, tanto no teclado quanto na partitura musical, informa o intervalo entre as notas propostas pelo jogo. É composto por 14 cartas semelhantes à de um baralho, em que cada carta contém o nome de uma nota musical, com duas cartas de cada nota: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si. Na Figura 18, consta o modelo de uma das cartas do Jogo Nadi.

Figura 18 - Modelo da carta do Jogo Nadi



Fonte: Adaptado pelas autoras (2020).

A sugestão é que se formem grupos de, no máximo, cinco componentes. No grupo, cada estudante deverá receber igual quantidade de cartas. As cartas restantes devem ser descartadas na mesa. Ressalta-se que seja exemplificado, inicialmente, o conceito de intervalos em um instrumento musical (teclado). Para exemplificar o intervalo musical, pode ser trabalhado com a própria partitura da música *Titanic*. Orienta-se que sejam abordados os intervalos musicais de acordo com o que foi exposto no item 2.1.9 Intervalos¹⁵.

¹⁵ Ver o item 2.1.9 Intervalos.

No que se refere ao jogo, um dos participantes deve iniciar a jogada posicionando na mesa uma carta e solicitando ao colega do sentido anti-horário uma carta ascendente (ou descendente) e a informação sobre qual é o intervalo entre a nota que está posta e a que será apresentada pelo próximo jogador.

Assim, o segundo jogador deverá jogar uma carta e indicar qual o intervalo entre a carta que jogará e a carta que está posta na mesa. Se acertar a classificação do intervalo existente, continuará a jogada de forma semelhante; caso erre, deverá resgatar da mesa todas as cartas descartadas da jogada de todos.

O jogo deverá ser desenvolvido de forma semelhante pelos demais jogadores (participantes). O acerto ou erro deverá ser validado pelo participante anterior. Tanto o jogador seguinte quanto o jogador anterior deverão, portanto, ficar atentos à classificação dos intervalos. Infere-se que isso implicará a efetivação do aprendizado de ambos os participantes do jogo. Com o final do jogo, propõe-se que seja encerrado esse encontro.

4.7 SÉTIMO ENCONTRO

Objetiva-se propor, aos estudantes, a apropriação de conceitos da teoria musical, especificamente das figuras musicais e seu valor no compasso 4/4. Com esse fim, propõe-se, nesse encontro, apresentar a forma de utilização do *software* Kurupira Crossword, para que os estudantes possam elaborar palavras cruzadas e, no encontro seguinte, utilizá-las.

Para isso, segue uma sugestão do passo a passo, no que se refere à apresentação do supracitado *software* para os estudantes. Propõe-se que o professor realize o *download* do referido *software* antes de iniciar a apresentação para os estudantes, pois, à medida que for realizando tal apresentação, os estudantes já poderão manuseá-lo.

A apresentação do Kurupira Crossword pode ser realizada pela professora regente, ou pela exibição de um vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=W1guUZIIJmw>. Para iniciar o Kurupira Crossword, basta clicar no ícone do referido *software*, que exibirá uma janela, como consta na Figura 19.

Figura 19 – Janela inicial do *software* Kurupira Crossword

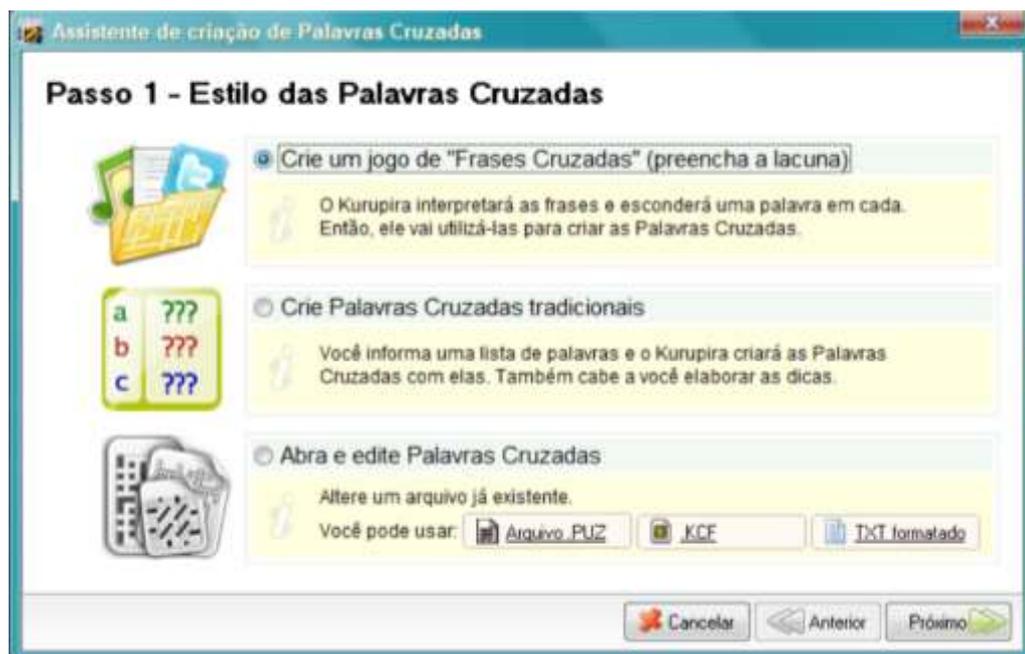


Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Na janela apresentada na Figura 19 constam três possibilidades: jogue, crie e socialize. Inicialmente, o interesse foi criar palavras cruzadas, embora exista a primeira possibilidade em jogar palavras cruzadas disponíveis no próprio *software* e a terceira possibilidade em socializar palavras cruzadas.

No que se refere a segunda possibilidade, de criação da palavra cruzada; para iniciar a criação, basta clicar no ícone em vermelho denominado Crie, da Figura 19. Feito isso, em seguida, será aberta outra janela, como mostrado na Figura 20. Essa nova janela, denominada Passo 1 – Estilo das Palavras Cruzadas, contém mais três opções.

Figura 20 – Estilo das palavras cruzadas



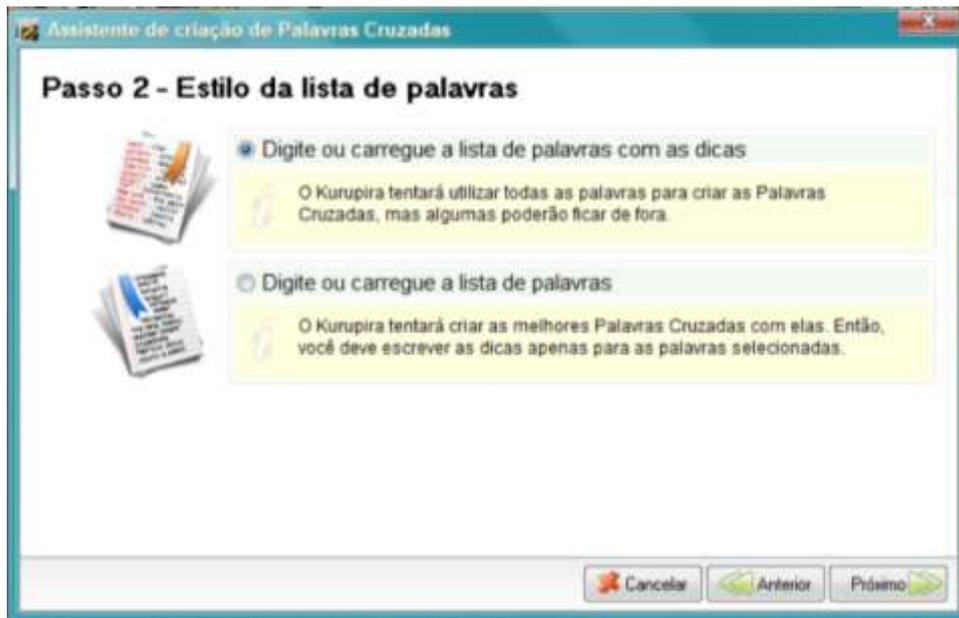
Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

A primeira opção de estilo das palavras cruzadas objetiva criar um jogo de Frases Cruzadas, em que o próprio *software* interpretará as frases e esconderá uma palavra de cada frase. Dessa forma, a palavra que estiver escondida comporá o jogo das palavras cruzadas.

A segunda opção de estilo das palavras cruzadas objetiva criar palavras cruzadas da forma tradicional. Nessa opção, as palavras cruzadas são criadas a partir do momento em que a pessoa informa uma lista de palavras. A terceira opção de estilo das palavras cruzadas destina-se a abrir e editar palavras cruzadas que foram criadas anteriormente.

Dentre essas três opções, orienta-se a construção das palavras cruzadas da forma tradicional. Assim, deve ser selecionada a segunda opção e clicado no ícone próximo. Com isso, aparecerá uma nova janela, como apresentada na Figura 21.

Figura 21 – Estilo da lista de palavras

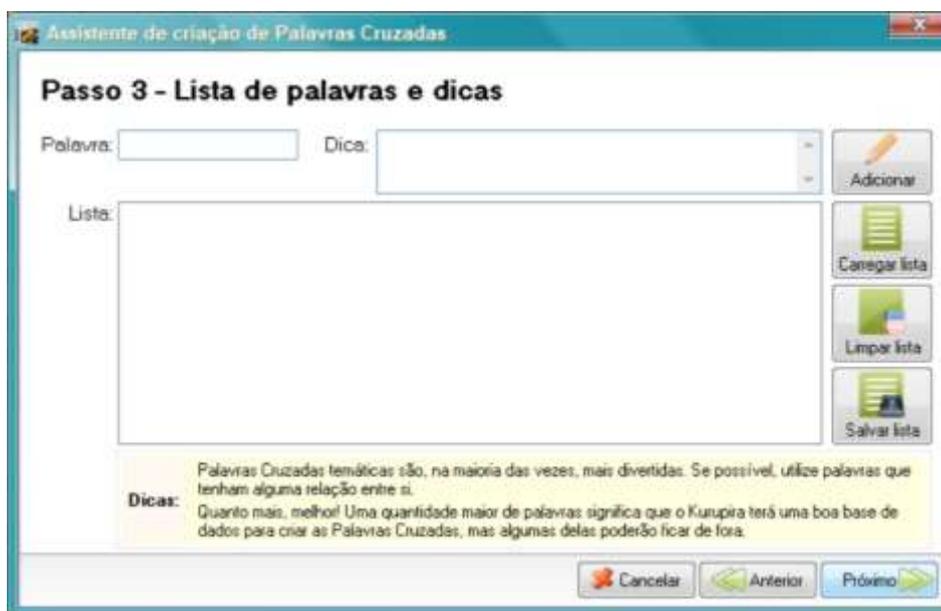


Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Sugere-se que seja escolhida a primeira opção apresentada na Figura 21, haja vista que tentará utilizar todas as palavras previamente definidas para criar as palavras cruzadas. Essa escolha é indicada embora algumas das palavras definidas possam ficar de fora, caso não exista a possibilidade de encontrar letras em comum entre todas as palavras.

Assim, deve-se selecionar a primeira opção e clicar no ícone próximo. Em seguida, será aberta uma nova janela, denominada Passo 3 – Lista de palavras e dicas. Na Figura 22, apresenta-se a referida janela.

Figura 22 – Lista de palavras e dicas



Fonte: arquivo pessoal das autoras (2020).

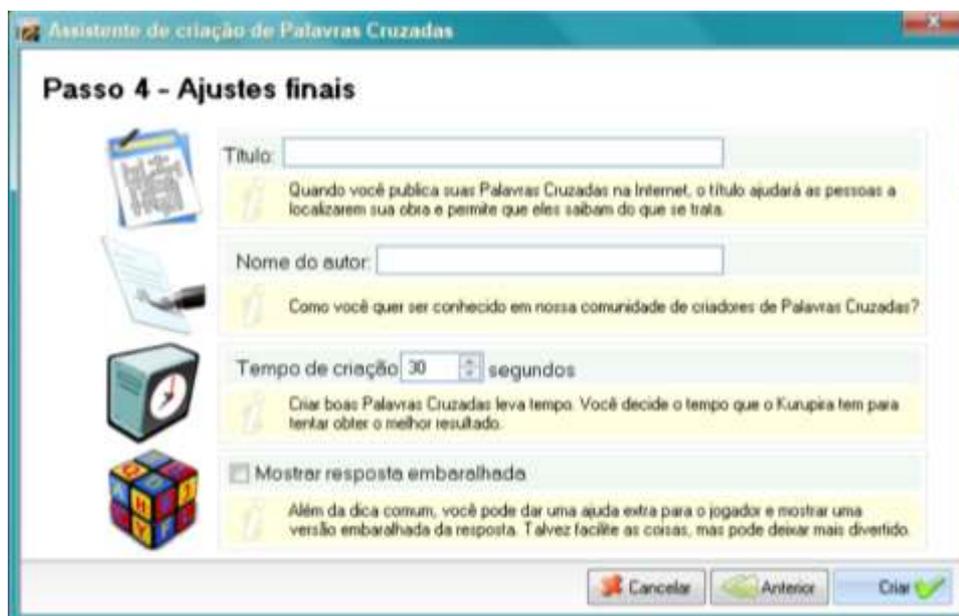
Nesse passo, inicia-se o momento de criação das palavras cruzadas. Para tanto, propõe-se que os estudantes escolham alternativas para compor as palavras cruzadas. Para cada palavra, o estudante deverá pensar em uma dica. Nessa janela, existem duas possibilidades para preenchimento das palavras com suas respectivas dicas, no *software* Kurupira Crossword.

Na primeira possibilidade, o estudante poderá digitar as palavras escolhidas, com suas respectivas dicas, em um bloco de notas. Logo após, deverá clicar no ícone Carregar lista. Assim, as palavras com as dicas aparecerão no quadro intitulado como Lista. Na segunda possibilidade, a lista de palavras com as dicas poderá ser criada preenchendo as devidas informações no espaço destinado tanto para as palavras quanto para as dicas e clicado posteriormente em Adicionar.

Existem também, na janela apresentada na Figura 22, dois outros ícones: Limpar lista e Salvar lista. O primeiro ícone é destinado a limpar a lista de palavras, enquanto o segundo ícone destina-se a salvar a respectiva lista no próprio *software*.

Depois de completar a lista das palavras cruzadas, pode-se clicar em próximo. Assim aparecerá o Passo 4 – Ajustes finais, como mostra a Figura 23.

Figura 23 – Ajustes finais



Assistente de criação de Palavras Cruzadas

Passo 4 - Ajustes finais

Título:
Quando você publica suas Palavras Cruzadas na Internet, o título ajudará as pessoas a localizarem sua obra e permite que eles saibam do que se trata.

Nome do autor:
Como você quer ser conhecido em nossa comunidade de criadores de Palavras Cruzadas?

Tempo de criação: 30 segundos
Criar boas Palavras Cruzadas leva tempo. Você decide o tempo que o Kurupira tem para tentar obter o melhor resultado.

Mostrar resposta embaralhada
Além da dica comum, você pode dar uma ajuda extra para o jogador e mostrar uma versão embaralhada da resposta. Talvez facilite as coisas, mas pode deixar mais divertido.

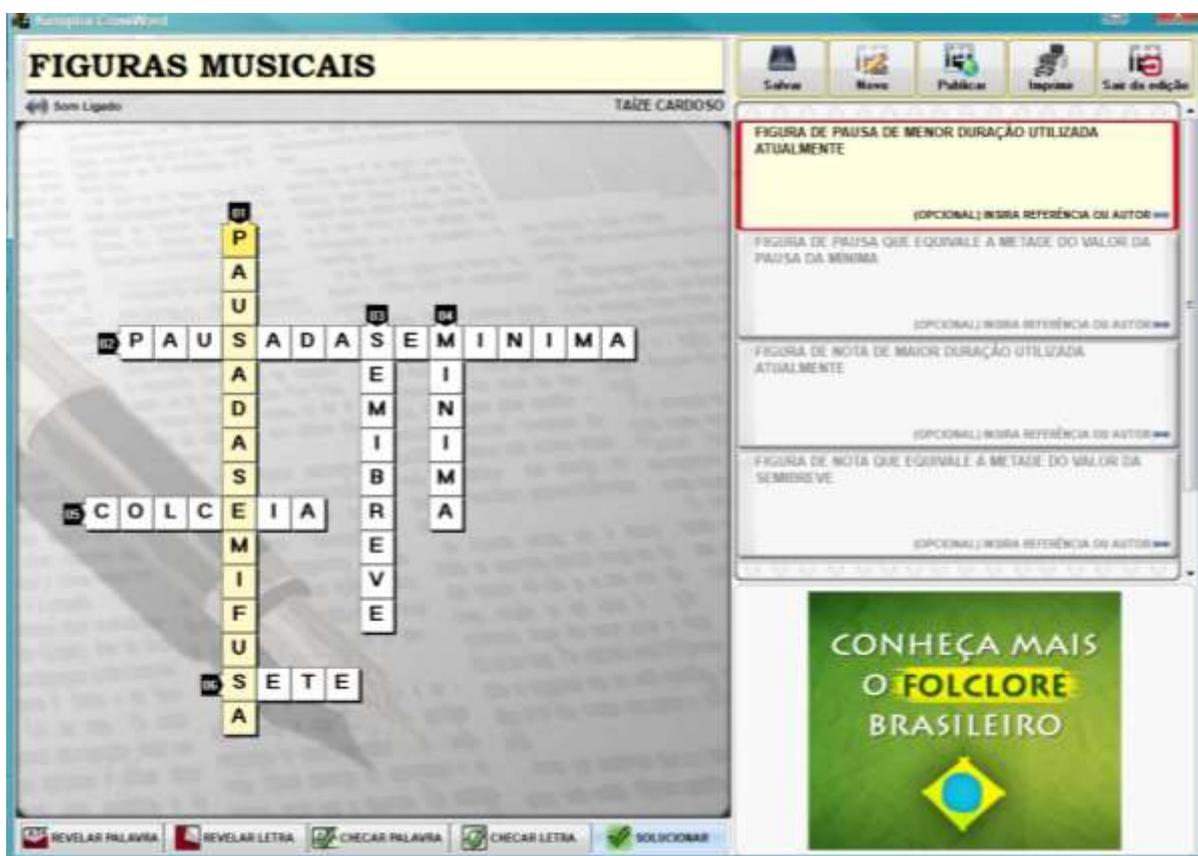
Cancelar Anterior Citar

Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Nessa janela, o estudante poderá definir alguns itens para criar as palavras cruzadas. O primeiro item refere-se à definição do título. O segundo item possibilita o registro do nome do autor. O terceiro item determina o tempo que o *software* disporá para a criação da palavra cruzada. Por fim, existe a possibilidade de mostrar uma versão embaralhada das respostas na própria palavra cruzada.

Finalizando o preenchimento dos dados, o estudante poderá clicar em Criar. Feito isso, o *software* embaralhará as palavras que foram definidas anteriormente e apresentará a palavra-cruzada de acordo com o exemplo da Figura 24.

Figura 24 – Palavras cruzadas



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Nas partes superior e direita da Figura 24 aparecem cinco ícones: Salvar, Novo, Publicar, Imprimir e Sair da edição. O ícone Salvar possibilita que o estudante salve o arquivo em algum lugar do computador. No ícone Novo, pode criar uma nova cruzadinha. O ícone Publicar possibilita a publicação da cruzadinha construída e, por fim, Sair da edição, viabiliza a saída do *software*.

Duas propostas podem ser escolhidas pelo professor para serem desenvolvidas no próximo encontro: Jogar a cruzadinha no próprio computador; ou jogar a cruzadinha em um arquivo impresso. No que se refere à primeira proposta, o estudante deverá salvar a cruzadinha na área de trabalho do computador. E, na segunda proposta, o estudante poderá salvar a cruzadinha e o professor, posteriormente, imprimi-la.

4.8 OITAVO ENCONTRO

O objetivo desse encontro é propor aos estudantes para jogar a cruzadinha elaborada por seus colegas no encontro anterior. Para tanto, sugere-se que os estudantes recebam as palavras cruzadas elaboradas por seus colegas.

Depois que os estudantes recebem as palavras cruzadas elaboradas por seus colegas e as preenchem é interessante realizar uma socialização entre todos os participantes do encontro. Nesse encontro, propõe-se também correlacionar os conceitos da teoria musical abordados na cruzadinha com partituras impressas.

4.9 NONO ENCONTRO

Nesse encontro, propõe-se apresentar o *software* MuseScore e já possibilitar, ao participante, tanto o manuseio quanto a criação de uma partitura. Primeiramente, deve ser apresentado ao participante o MuseScore. Para isso, segue aqui uma sugestão do passo a passo no que se refere à apresentação do MuseScore.

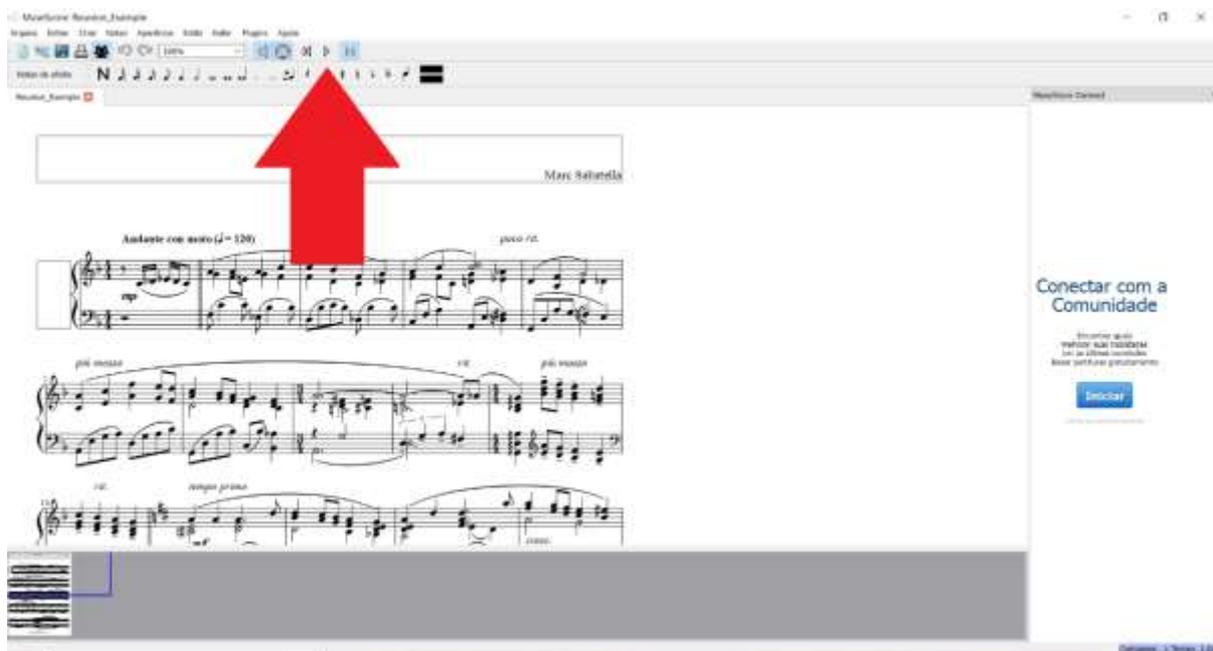
Esse passo a passo pode ser desencadeado pelo monitor da referida proposta ao participante/estudante. Nesse desencadear, será retomada a partitura da música intitulada *Titanic*, cantada por Sandy e Junior - mencionada no item 1.4, para exemplificar a construção da partitura.

O *software* MuseScore favorece a interatividade do estudante, uma vez que possibilita a liberdade de experimentação. Isso pode se tornar cada vez mais complexo, tendo em vista o domínio das ferramentas do programa pelo estudante. Além desse fator, a versão do programa

MuseScore em português pode facilitar o processo durante a intervenção de ensino para aqueles estudantes que não possuem fluência na língua inglesa.

Para abrir o MuseScore, deve-se selecionar Iniciar → Todos os programas → *MuseScore* → *MuseScore*. Depois de alguns segundos, o MuseScore vai se abrir com uma partitura de exemplo. Sugere-se que seja proposto aos participantes experimentar essa partitura de exemplo a partir do clique no ícone apontado na Figura 25.

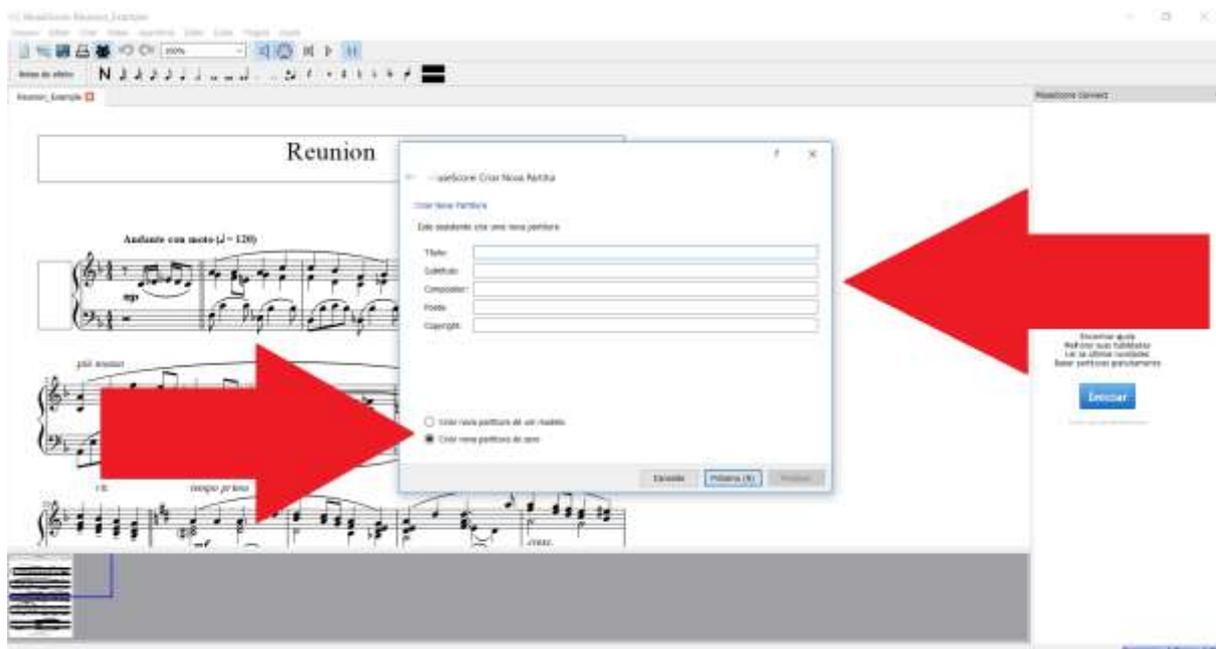
Figura 25 – Indicação do ícone que executa a partitura de exemplo do *MuseScore*



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Para criar nova partitura, deve-se selecionar Arquivo e depois Novo. Isso abrirá o assistente de nova partitura. Nessa parte o participante deverá preencher informações relativas à partitura, como o título e o compositor. Além disso, tem-se a possibilidade de escolher a criação de uma partitura a partir de um modelo ou de uma partitura sem nenhuma informação predefinida. Tal local de preenchimento e escolha está indicado na Figura 26.

Figura 26 – Indicação do local de preenchimento das informações iniciais da partitura

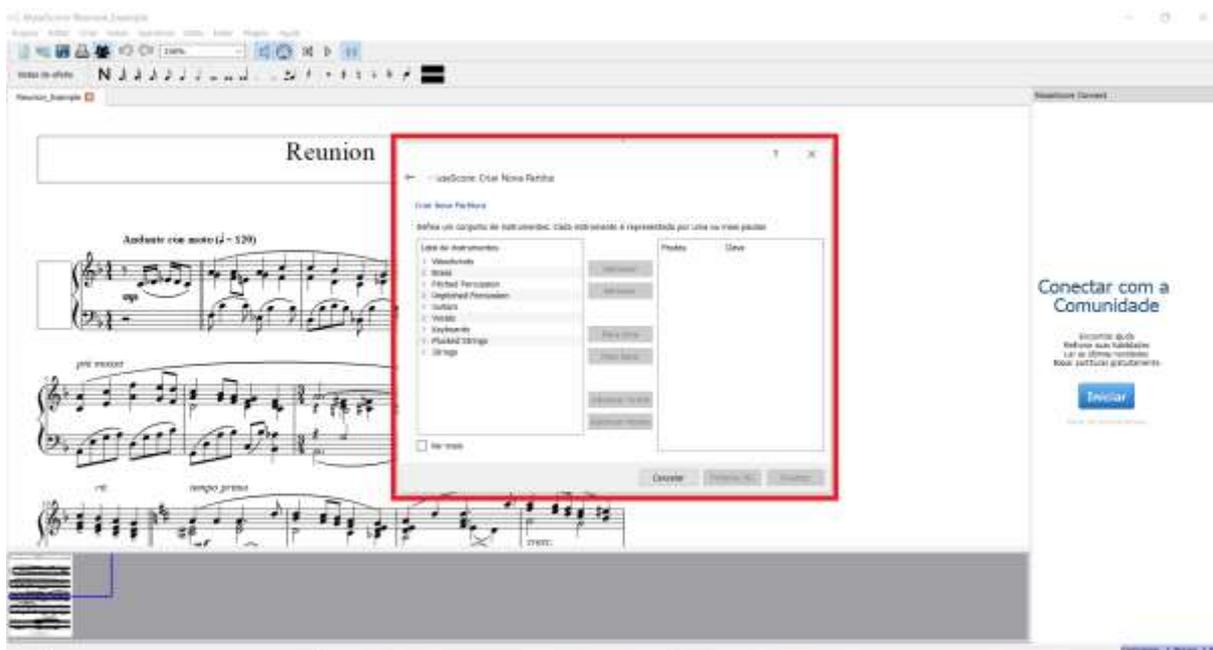


Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Como já mencionado, na Figura 26 apresentam-se duas opções no rodapé: criar nova partitura de um modelo ou criar nova partitura do zero. A primeira oferece uma lista de partituras prontas na tela seguinte. A segunda opção dá a lista completa de instrumentos para escolha.

Sugere-se que seja selecionado Criar Nova Partitura do Zero, preenchidos os dados solicitados e posteriormente clicar em Próximo, para prosseguir. Ao fazer isso, aparecerá uma janela, como o destaque em vermelho na Figura 27, na qual será possível escolher o som do instrumento que executará a partitura que será construída.

Figura 27 – Indicação do local de escolha dos instrumentos



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

A janela realçada na Figura 27 é dividida em duas colunas. A primeira coluna apresenta um rol de instrumentos ou vozes disponíveis; enquanto que a segunda coluna fica vazia, antes que seja selecionado o instrumento da nova partitura.

A lista de instrumentos, na primeira coluna, é dividida em famílias de instrumentos. Na medida em que o participante dá um duplo clique em um item, será apresentada a lista completa de instrumentos pertencentes a cada família. Neste interim, seria interessante o mediador aproveitar a oportunidade e apresentar em um *slide* tanto a imagem quanto o som de alguns dos instrumentos listados para os participantes/estudante.

Existem duas opções para selecionar o instrumento da nova partitura. Pode ser dado um duplo clique no instrumento escolhido, ou selecionado o instrumento com um clique em Adicionar. A partir disso, o instrumento selecionado aparece na segunda coluna.

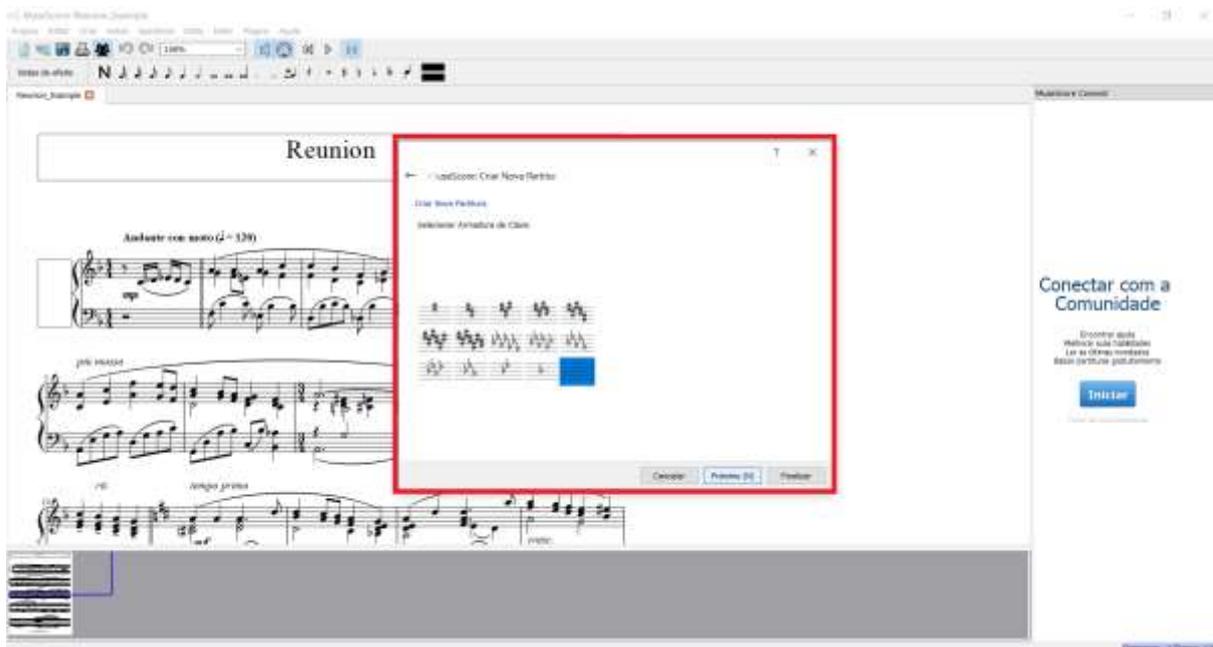
Sugere-se, aqui, a escolha da família instrumental Keyboards e o instrumento Piano por ser possível compor uma partitura simplificada, conforme a proposta desta dissertação. Destaca-se, ainda, a possibilidade de escolha de mais instrumentos e vozes.

Caso isso ocorra, a ordem dos instrumentos, na segunda coluna, determina a ordem em que eles aparecerão na partitura. Para trocar a ordem, é necessário clicar no nome de um instrumento e usar os botões Para cima ou Para baixo, para movê-lo. Essa escolha não é indicada para participante que nunca construiu partitura nesse *software*.

Ressalta-se que o *software* apresenta tutores instrumentais que permitem a modificação do instrumento musical escolhido inicialmente e isso pode despertar no estudante o interesse na exploração de novas possibilidades sonoras.

A partir da escolha dos instrumentos, e clicado no ícone Próximo, surge uma nova janela, que está indicada a partir da seleção vermelha na Figura 28 e se refere à opção de escolha da armadura de clave.

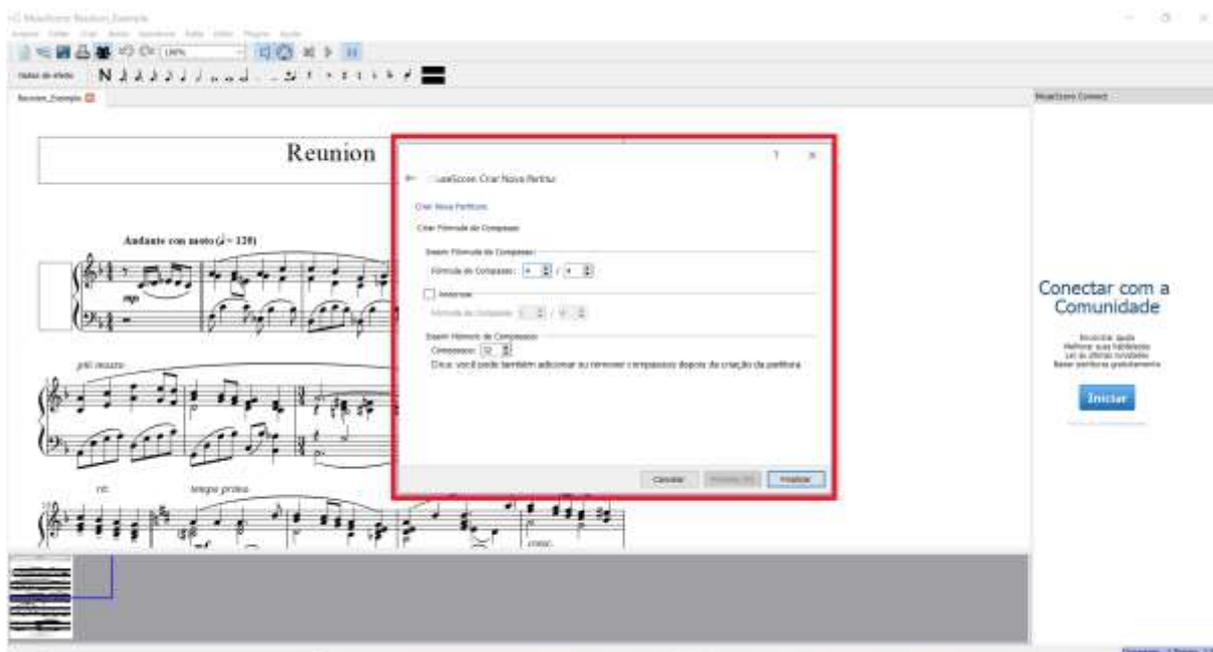
Figura 28 – Indicação do local de escolha da armadura de clave



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

As opções apresentadas na Figura 28 sugerem a escolha da armadura de clave que contém um si bemol, ou seja, a penúltima opção e, em seguida, que seja clicado em Próximo. Logo surgirá uma nova janela, como está selecionado na Figura 29. Nessa janela, é possível escolher tanto a fórmula de compasso quanto a quantidade de compasso.

Figura 29 – Indicação do local de escolha da fórmula de compasso e quantidade de compasso

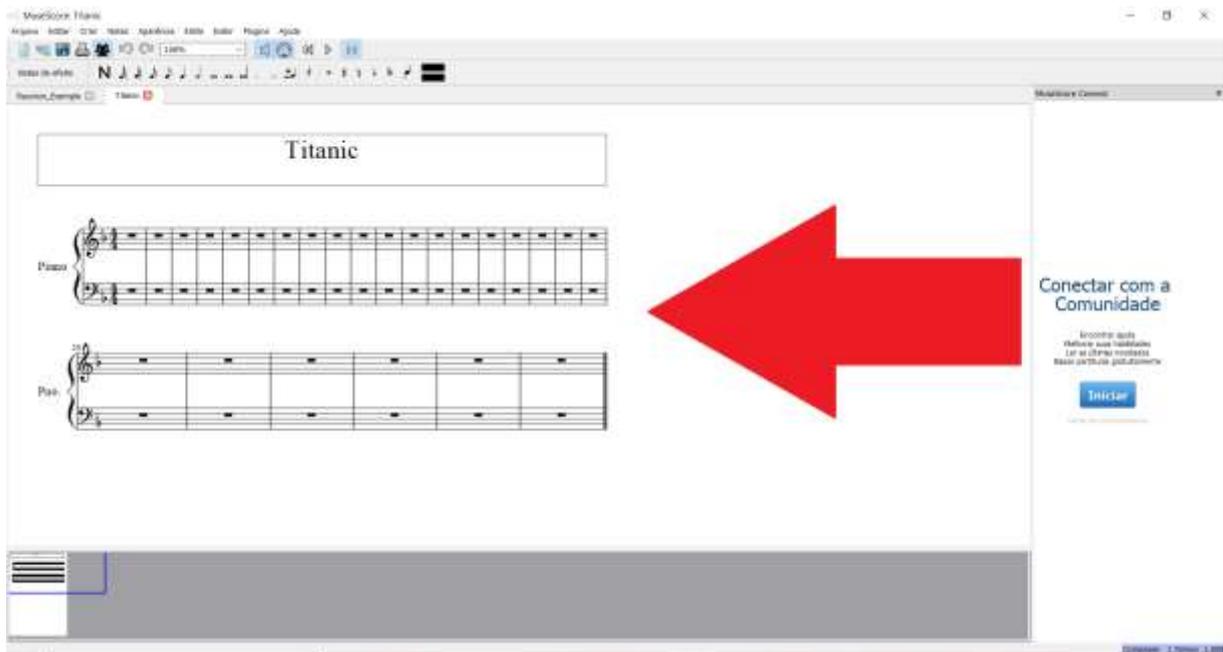


Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Nesse passo, surge a possibilidade de escolha de uma peça começando com uma anacruse, a partir da seleção da caixa Anacruse e ajuste do valor que indicará a real duração do primeiro compasso. Mas essa escolha não será aplicada neste momento.

Sugere o ajuste da fórmula de compasso para o compasso quaternário, especificadamente o compasso 4/4. E para o preenchimento do número de compassos, sugere-se escolher o número 25, pois a música em questão possui essa quantidade de compassos. Finalmente, após esse preenchimento, poderá ser clicado em Finalizar, para, então, ser exibida a estrutura da partitura, como mostra a Figura 30.

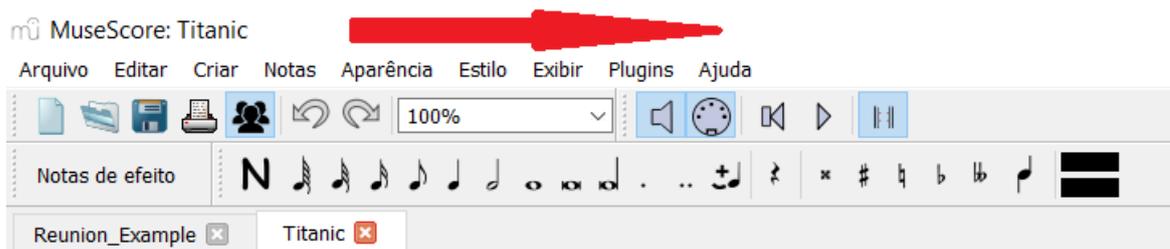
Figura 30 – Partitura estruturada sem as figuras musicais



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Ajustes da partitura poderão ser realizados mesmo depois de finalizar o preenchimento da estrutura da nova partitura e durante o trabalho com ela. Segue, agora, o significado de cada item de formatação da partitura. Consideramos apenas os itens que estão localizados na parte superior, partindo, a explicação, sempre da esquerda para a direita, como representado na Figura 31.

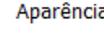
Figura 31 – Ícones do *Musescore*



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

No Quadro 10 consta um detalhamento das funções de cada ícone apresentado na Figura 31.

Quadro 10 - Função dos ícones do MuseScore

Ícone	Função
	Direcionar o compositor para algumas opções como: a) abrir outros arquivos de construção de partitura; b) salvar o arquivo construído; c) fechar o arquivo em aberto; ou d) sair
	Possibilitar a edição da partitura: colar, selecionar, apagar compassos
	Possibilitar a edição da partitura: instrumento, compassos, barra de compassos, claves, armadura de clave, fórmula de compasso, linhas, colchetes de sistema, articulações e ornamentos, acidentes, texto, símbolos
	Possibilitar a edição da partitura: adicionar notas, corrigir acidentes, adicionar intervalos, quáteras, transposição e notas de efeito
	Possibilitar a configuração da página, restaurar posições, aumentar espaçamento, diminuir espaçamento, restaurar espaçamento, restaurar modo de exibição das barras de ligação, quebras e espaçamentos
	Possibilitar a edição do estilo geral e do estilo do texto. Além disso, pode ser carregado um estilo e salvar o estilo escolhido
	Exibir: paleta, painel de reprodução, navegador, <i>mixer</i> , sintetizador, MuseScore <i>connect</i> , aumentar <i>zoom</i> , diminuir <i>zoom</i> , barra de reprodução, inserir nota, barra de <i>status</i> , documentos lado a lado, documentos empilhados, exibir elementos invisíveis e exibir molduras
	Direcionar para o: <i>ABC Import</i> , <i>Break Every X Measures</i> , <i>Lead Sheet</i> , <i>color notes</i> , <i>note names</i> , <i>remove notes</i>
	Direcionar para: manual local, manual <i>on-line</i> , sobre o Qt, verifica atualizações e habilita depurador de <i>script</i>
	Criar uma nova partitura
	Abrir a partitura que está salva em um arquivo
	Salvar a partitura construída para um arquivo
	Imprimir a partitura
	MuseScore <i>connect</i> : conectar a outros criadores de partituras musicais
	Desfazer a última alteração
	Refazer o último desfazer
	Aproximação: aumentar ou diminuir a fonte da partitura
	Habilitar som na edição
	Habilitar a entrada MIDI
	Retornar à posição inicial
	Iniciar ou parar a reprodução (Barra de Espaços)
	Tocar repetições ligado/desligado
	Possibilitar a exibição da parte superior e esquerda do MuseScore: paletas, MuseScore <i>connect</i> , operações de arquivo, ferramentas de transporte, notas de efeito, inserção de notas
	Permite a inserção das figuras de notas
	Semifusa
	Fusa
	Semicolcheia
	Colcheia

Ícone	Função
	Semínima
	Mínima
	Semibreve
	Breve
	Longa
	Ponto de aumento
	Duplo ponto de aumento
	Ligadura
	Pausa da semínima: Ativar as pausas relacionadas a cada figura de nota. Para utilizar tais pausas, basta clicar na pausa da semínima e depois escolher a pausa a partir do clique na figura de nota que tem valor condizente com a pausa almejada
	Dobrado sustenido
	Sustenido
	Bequadro
	Bemol
	Dobrado bemol
	Inverter direção
	Voz 2
	Permitir o fechamento da janela referente a partitura disponibilizada pelo próprio <i>software</i>
	Permite o fechamento da janela da partitura que está sendo trabalhada (Titanic é o título dado à partitura que estava sendo trabalhada pela pesquisadora)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2020).

A partir da apresentação das ferramentas do Musescore, propõe-se aqui deixar um momento (10 minutos) para que os participantes explorem as ferramentas e depois conduzi-los para a construção da partitura da música de *Titanic*.

Sugere-se que seja posto o vídeo da música Em cada sonho - O Amor Feito flecha com a participação dos cantores Sandy e Júnior e então apresentadas as notas que compõem a partitura para que seja possível construir a referida partitura, com os participantes, no aplicativo *Musescore*.

Esse encontro pode ser finalizado com uma solicitação da escolha de duas músicas por participante. O objetivo é que, no encontro seguinte, seja construída uma das músicas escolhidas pelos participantes.

4.10 DÉCIMO ENCONTRO

Objetiva-se, com esse encontro, propor aos participantes a construção de uma das partituras escolhidas no encontro anterior, no aplicativo Musescore. Para tanto, é interessante disponibilizar tanto as notas que compõem a partitura em sequência quanto um vídeo contendo a música escolhida cantada. A partir disso, sugere-se que o participante ouça o vídeo da música escolhida e, posteriormente, inicie a criação da partitura no supracitado aplicativo.

4.11 DÉCIMO PRIMEIRO ENCONTRO

Nesse encontro, propõe-se formalizar os conceitos matemáticos com os estudantes, a partir da exposição dos valores das figuras musicais representadas na própria partitura construída pelos estudantes no encontro anterior. Além disso, sugere-se que seja avaliada a produção de cada estudante.

Assim o professor estará corroborando com Valente, Freire e Arantes (2018) quando afirmam que os professores devem dominar os conteúdos específicos de sua área e trabalhá-los utilizando como ferramenta a tecnologia.

4.12 DÉCIMO SEGUNDO ENCONTRO

Propõe-se que, neste encontro, os participantes socializem as partituras que foram construídas, finalizando com a aplicação do questionário de fechamento. No próximo item, será apresentada a análise dessa intervenção de ensino que abrange tanto a parte prática quanto a proposta de intervenção de ensino.

5 ANÁLISE DA PERFORMANCE

Antes da análise, é importante levantar algumas observações acerca da amostra. Uma delas é que foram considerados, para compor a amostra, apenas os estudantes que participaram da aplicação do Questionário Inicial, do Instrumento Diagnóstico I, da Atividade, e de todos os Encontros da Intervenção de Ensino.

Assim, após excluídos alguns estudantes da amostra, o número de participantes/estudantes passou para 14. No decorrer da análise dos resultados, esses estudantes serão referenciados de P1 até P14, obedecendo à ordem alfabética da caderneta de chamada da turma para que seja resguardada a identidade dos participantes.

Já no que diz respeito à representatividade da amostra, por entender que o universo de estudo é pequeno, não há pretensão de extrapolar os resultados para além desse universo, haja vista que em um estudo qualitativo essa preocupação não precisa ser presente. Isso acontecendo, acredita-se que, ao término desta análise, algumas pistas significativas acerca do processo de ensino e aprendizagem das expressões algébricas possam ser apontadas.

A análise dos dados deu-se a partir das categorias estruturadas na subseção 3.6 Organização dos dados e considerou os instrumentos de coleta utilizados na pesquisa. Os dados coletados através de observação, aplicação do Questionário Inicial, do Instrumento Diagnóstico I e da Atividade, foram analisados sequencialmente, de acordo com seu desenvolvimento.

A análise foi realizada com base em seis categorias, estruturadas de forma descritiva e interpretativa: Matemática e música; Conhecimento das operações; Educação musical e prática no instrumento musical; Educação musical e expressões algébricas; Contribuições do jogo Nade e do *software* Kurupira Crossword para o aprendizado da teoria musical; e Contribuições das TDIC para o aprendizado das expressões algébricas.

5.1 CATEGORIA 1: MÚSICA E MATEMÁTICA

Nesta categoria, foram analisadas as respostas provindas do Questionário Inicial, a partir do que os participantes evidenciaram da relação entre Matemática e música, como também o que entenderam sobre educação musical. Para tanto, foi investigado se existem estudantes que:

(a) tocam algum instrumento; (b) leem partitura musical; (c) gostariam de aprender teoria musical; e (d) tenham interesse em sanar as dificuldades em Matemática a partir do desenvolvimento da intervenção de ensino aqui descrita.

Como essa categoria faz referência à Matemática relacionada com a música, destacamos que a Matemática já faz parte do currículo escolar, especificadamente do 8º ano da instituição em que foi desenvolvida a intervenção de ensino.

Destacamos, ainda, que, embora a Lei n. 11.769/2008 tenha tornado obrigatório o ensino de música tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio, a recomendação não é aplicada na instituição em que foi desenvolvida a intervenção de ensino. Identificou-se que, na turma investigada, os estudantes não entendem o que é educação musical ou tem uma concepção equivocada a respeito. Foi possível determinar essa situação a partir da resposta à questão dois do Questionário Inicial: O que você entende sobre educação musical?

Dez estudantes responderam que não entendem o que é educação musical, enquanto apenas três participantes apresentam alguma concepção, embora ainda superficial, sobre essa área do conhecimento. O participante P8 relatou que educação musical “*Ensina como compõe uma música*” e o participante P10 disse que “*Nos ensina a trabalhar com a música, a ler partituras*”. Enquanto que a participante P13 relatou que a educação musical, segundo sua opinião, “*É aprender alguma coisa ouvindo música*”.

Com a aplicação do Questionário Inicial, verificou-se que a maioria dos participantes, ou seja, 12 estudantes, dentre os 14 que participaram da intervenção de ensino, não percebiam ligações entre a Matemática e a música. Além de não perceber nenhuma ligação entre tais áreas do conhecimento, o participante P1 ressaltou que essas áreas não têm nada em comum por serem totalmente diferentes. Na Figura 32, encontra-se a resposta do referido participante.

Figura 32 – Resposta do participante P1 à primeira questão do Questionário Inicial

1. Você percebe ligações entre a matemática e a música?
() Sim (X) Não
Caso sim, quais?
Para não acho que eles não tem nada em comum por ser totalmente diferentes

Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Embora a Matemática seja uma disciplina temida, ao questionar o que os participantes esperavam do projeto, foi encantador verificar que desejavam que o projeto contribuísse para o

aprendizado de Matemática e tinham interesse em tocar algum instrumento. Apenas três estudantes tocavam instrumentos musicais, entretanto, nenhum sabia ler partitura musical.

Segundo Ferrara, Pratt e Robutti (2006); Camargo (2010); e Kluth, Savanachi e Carneira (2015), é relevante buscar desenvolver atividades com outras áreas do conhecimento, como a musical, para tornar o aprendizado de Matemática significativo para o estudante, uma vez que já é prevista a obrigatoriedade do ensino da música na educação básica a partir da publicação da Lei n. 11.769/2008.

E saber do interesse dos participantes pode ser crucial para o desenvolvimento de inteligências múltiplas, haja vista que, segundo Gardner (2002, 2007), a música atrelada à Matemática pode ser uma possibilidade nesse sentido.

5.2 CATEGORIA 2: CONHECIMENTO DAS OPERAÇÕES

Nesta categoria, foi analisado o conhecimento dos estudantes acerca das operações matemáticas que apresentam relação com a música. Para tanto, foram apreciadas as resoluções dos estudantes nas seis situações-problema que compõem o Instrumento Diagnóstico I. Além disso, também foram analisadas as situações práticas propostas aos estudantes a partir da execução da partitura no instrumento musical (teclado) que sinalizava relação com a referida categoria.

Observou-se que apenas três participantes resolveram a questão 1 do Instrumento Diagnóstico I. Essa questão abordava as medidas de perímetros utilizando unidades de medidas padronizadas, como a dos números naturais, que é um objetivo de aprendizagem do 4º ano, logo, o estudante que está cursando o 8º ano deveria ter desenvolvido essa habilidade, além das incógnitas.

Mas isso não aconteceu, pois a maioria dos estudantes não soube respondê-la. E dos que responderam, apenas dois assinalaram a alternativa correta, embora não tenha sido possível analisar o raciocínio lógico dos participantes, uma vez que o participante P7 só assinalou a resposta correta e o participante P9 não apresentou um raciocínio lógico. Na Figura 33, está apresentada a resolução da questão 1 pelo participante P9.

Figura 33 – Resposta do participante P9 à primeira questão do Instrumento Diagnóstico I

Questão 1

Sabendo que $x = 4$, determine o perímetro do polígono:

$x + 2$



x

a) 20
b) 21
c) 22
d) 23

$$\begin{array}{r} x \\ + 3 \\ \hline 20 \end{array}$$

Fonte: adaptada do <https://brainly.com.br/tarefa/21109881>

Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Já o participante P13 não teve êxito nem na resposta final e nem nos cálculos. A partir de sua resposta (Fig. 34), foi possível identificar que o raciocínio utilizado inicialmente ($4+4=8$) poderia levar ao resultado final, haja vista que seria a soma das medidas dos lados verticais e paralelos da figura.

Figura 34 – Resposta do participante P13 à primeira questão do Instrumento Diagnóstico I

Questão 1

Sabendo que $x = 4$, determine o perímetro do polígono:

$x + 2$



x

a) 20
b) 21
c) 22
d) 23

$$\begin{array}{r} 4 \\ + 4 \\ \hline 8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8 \\ + 4 \\ \hline 12 \end{array} \quad \begin{array}{r} 12 \\ + 10 \\ \hline 22 \end{array}$$

Fonte: adaptada do <https://brainly.com.br/tarefa/21109881>

Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

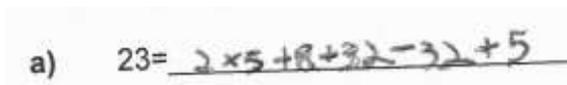
Apesar de terem sido mencionadas, aqui nesta dissertação três possibilidades de resolução¹⁶ da supracitada questão, foi possível verificar que os participantes não estabeleceram a regra de somar todos os lados, que foram representados por variável (letra x) e tem um valor determinado na questão.

Diferentemente da primeira questão, a questão 2 indicou melhor aproveitamento dos participantes, dado que desenvolveram a composição e decomposição de números naturais, atendendo à parte da habilidade em: “Ler, escrever e ordenar números racionais na forma decimal com compreensão das principais características do sistema de numeração decimal, utilizando, como recursos, a composição e decomposição e a reta numérica” (BRASIL, 2018, p. 293).

A questão¹⁷ solicitava que os participantes representassem os números 12 e 16 a partir de algumas operações com diferentes números.

No que se refere à letra (a) da questão 2, onde está solicitada a construção do número 23, cinco construções foram realizadas de forma correta. Essa classificação foi adotada pois o participante utilizou as operações e o número disponibilizados pela questão adequadamente. Para entender tal classificação, apresenta-se, na Figura 35, a resposta de um participante.

Figura 35 – Resposta do participante P3 à segunda questão do Instrumento Diagnóstico I



a) $23 = 2 \times 5 + 8 + 32 - 32 + 5$

Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Além disso, três construções do número 23 foram realizadas por participantes que não atentaram para o requisito da questão, que era utilizar apenas os números que estavam postos. Classificou-se esse tipo de resolução como correta parcialmente. Na Figura 36 reproduz-se a resposta do participante P7 sobre a questão 2 do Instrumento Diagnóstico I, classificada como correta parcialmente.

¹⁶ A primeira possibilidade é substituir o valor de x por 4, assim um lado do retângulo equivaleria a 4 e o outro lado a 6. Somando os quatro lados: $4 + 6 + 4 + 6 = 20$. A segunda possibilidade é realizar a soma dos lados e substituir o valor de x no final da operação. Ou seja, proceder da seguinte maneira: $x + x + 2 + x + x + 2 = 4x + x$. Substituindo o valor de x por 4, temos: $4(4) + 4 = 16 + 4 = 20$. E a terceira possibilidade é reconhecer que o retângulo possui dois lados iguais. Assim, temos $2(\text{lados paralelos } 1) + 2(\text{lados paralelos } 2) = 2x + 2(x+2) = 2(x+x+2) = 2(2x+2) = 4x + 4$. Substituindo o valor de x por 4, temos: $4(4) + 4 = 16 + 4 = 20$.

¹⁷ Ver a questão 2 na página 91 desta dissertação.

Figura 36 – Resposta do participante P7 à segunda questão do Instrumento Diagnóstico I

a) $23 = 10 + 11$ ou
 23×1 ou
 $46 - 23$ ou

Fonte: arquivo pessoal das autoras (2020).

O interessante do supracitado participante foi que, embora não tenha se atentado para a regra da questão, ele construiu o número 23 de forma correta. Mas cinco participantes erraram a resposta para a referida questão por não considerarem tanto a construção do número quanto a regra para utilizar apenas os números que estavam postos. Na Figura 37, segue um exemplo de resposta classificada como errada do participante P4.

Figura 37 – Resposta do participante P4 à segunda questão do Instrumento Diagnóstico I

a) $23 = 32 - 5 - 9$

Fonte: arquivo pessoal das autoras (2020).

O participante P4, na construção do número 23, registrou de uma forma que resultaria na construção do número 18. Ressalta-se que um dos participantes não respondeu à referida questão.

A questão 3¹⁸ envolvia a subtração de frações com denominadores comuns. De acordo com Brasil (2018), apenas o participante P8 desenvolveu a habilidade requerida, mas os demais participantes deveriam ter resolvido a questão por ser um problema que envolve “subtração com números racionais positivos na representação fracionária” (BRASIL, 2018, p. 299).

Constatou-se, assim, que a prática pedagógica utilizada nas séries anteriores, especificadamente no 7^o ano, de forma expositiva, em que a pesquisadora atuou como professora dos referidos participantes/estudante, não conduziu a um aprendizado significativo.

Pois, se analisada a questão 3 da mesma forma como foram analisadas as possíveis soluções para a questão 2, pode-se resolvê-la a partir da decomposição dos números, mas agora envolvendo os números fracionários. Pode-se afirmar que o participante também não

¹⁸ Ver a questão 3 na página 91 desta dissertação.

desenvolveu as seguintes habilidades: “Ler, escrever e ordenar números racionais na forma decimal com compreensão das principais características do sistema de numeração decimal, utilizando, como recursos, a composição e decomposição e a reta numérica.” (BRASIL, 2018, p. 293).

Entretanto, no que se refere à habilidade em resolver problemas envolvendo adição com números racionais positivos na representação fracionária, a abordagem com as partituras musicais contribuiu para o desenvolvimento da referida habilidade.

Isto se deu a partir da associação entre as frações e sua representação dentro da partitura musical, exprimindo o som no instrumento musical. A partir da referida associação, os participantes puderam reconhecer tanto o valor das figuras musicais no instrumento musical quanto realizar a adição dos números racionais.

A proposta da questão 4 diferencia-se da questão 3, por envolver a soma de frações. Ressalta-se que a habilidade necessária para a resolução da referida questão também é necessária para a execução de partituras musicais. Nesse caso, com a contribuição de quatro estudantes para realizar a soma das seguintes frações: $\frac{1}{3} + \frac{5}{9}$.

O participante P7 apresentou o seguinte resultado: $\frac{6}{5}$. Como não apresentou nenhum cálculo, não foi possível inferir o seu raciocínio durante a resolução da questão mencionada. Os demais participantes, P8, P9 e P13, apresentaram resoluções iguais a $\frac{1}{3} + \frac{5}{9} = \frac{6}{12}$.

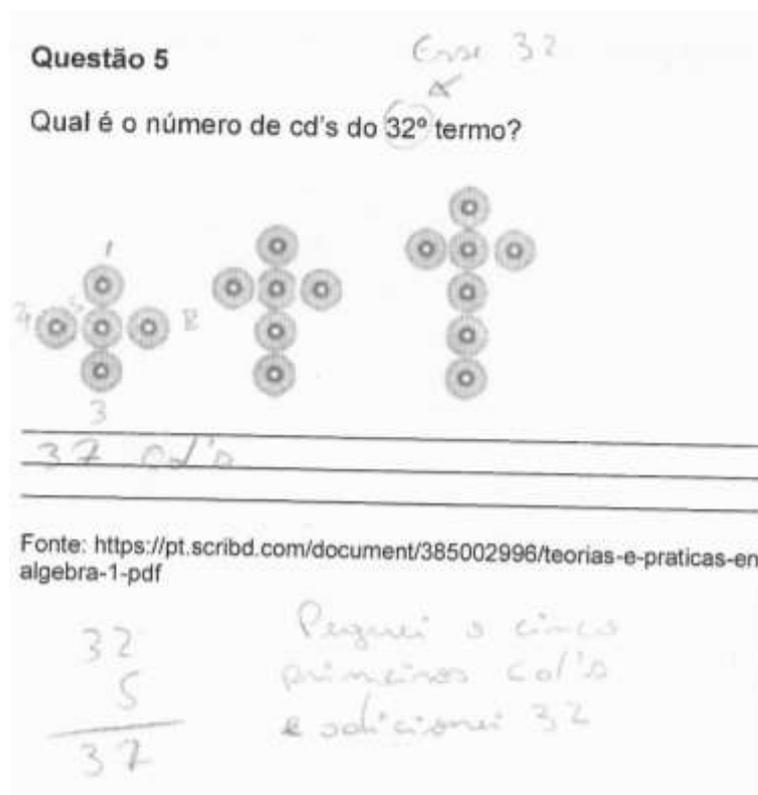
Inferiu-se que esses participantes não compreenderam como somar frações com denominadores diferentes, pois realizaram apenas a soma do numerador 1 da primeira fração com o numerador 5 da segunda fração, o que resultou em 6, sendo outro o numerador. Procedendo da mesma forma para a soma dos denominadores, somando o denominador 3 da primeira fração com o denominador 9 da segunda fração, o resultado foi 12 como denominador de outra fração.

Já a questão 5 envolvia o conceito de proporcionalidade. Apenas o participante P10 percebeu a regularidade existente na figura. Embora esse participante não tenha analisado a primeira figura de forma adequada, isso foi considerado, uma vez que, na resposta apresentada, o participante relata o seu raciocínio da seguinte forma: “*Peguei os cinco primeiros CDs e adicionei 32*”.

Logo, como demonstrado na Figura 38, o participante P10 não observou que se considerasse o grupo de cinco CDs que se repetiam em todas as posições, precisaria também considerar que os CDs estavam sendo acrescentados nesse grupo de cinco CDs a partir da

segunda figura localizada na segunda posição. Na Figura 38 reproduz-se a resposta do participante P10 à questão 5 do Instrumento Diagnóstico I.

Figura 38 – Resposta do participante P10 à questão 5 do Instrumento Diagnóstico I



Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Desse modo, o referido participante, para responder à pergunta corretamente, precisaria ter adicionado apenas 31 aos cinco CDs ou, da forma como foi resolvida, descartar posteriormente um CD. Interessante identificar que o participante P10 utilizou a estratégia de decomposição dos termos, a partir do momento em que percebe que a figura pode ser subdividida em duas partes: uma que se repete e outra que se altera, a depender da ordem em que está inserida. Essa estratégia de decomposição foi prevista inicialmente.

Os demais participantes não apresentaram uma resolução de forma que fosse possível inferir qual o raciocínio lógico utilizado. Além disso, dentre as respostas, não foi possível encontrar registros que identificassem a utilização das expressões algébricas, a partir de uma relação como $Q(n) = n + 4$, sendo (Q) a quantidade de CDs e (n) um número qualquer da posição da figura.

Para a questão 6, última do Instrumento Diagnóstico I, não foi possível encontrar nenhuma resolução coerente. É possível destacar que tanto o participante P9 quanto o participante P12 ficaram reclusos nas soluções de problemas com estrutura aditiva. Isso foi admissível afirmar a partir da resposta do participante P9 à questão 6 do Instrumento Diagnóstico I apresentada na Figura 39.

Figura 39 – Resposta do participante P9 à questão 6 do Instrumento Diagnóstico I

Questão 6

(SARESP - SP) Uma locadora cobra R\$ 20,00 por dia pelo aluguel de uma bicicleta. Além disso, ela também cobra, apenas no primeiro dia, uma taxa de R\$ 30,00. Chamando de x o número de dias que a bicicleta permanece alugada e de y o valor total do aluguel, é correto afirmar que

a) $y = 600x$
b) $y = 50x$
c) $y = 30x + 20$
d) $y = 20x + 30$

Handwritten calculations next to option b:
$$\begin{array}{r} 30 \\ + 20 \\ \hline 50 \end{array}$$

Fonte: <https://profracffra.files.wordpress.com>

Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

Assim como na questão 5, na última questão alguns participantes não apresentaram uma resolução de tal forma que pudéssemos inferir qual foi o raciocínio lógico utilizado.

5.3 CATEGORIA 3: EDUCAÇÃO MUSICAL E PRÁTICA NO INSTRUMENTO MUSICAL

Nessa categoria, foi analisado se os estudantes compreenderam os conceitos da teoria musical como também se conseguiram representar, no instrumento (teclado), os conceitos da teoria musical de forma correta.

Na proposta de disponibilizar a partitura musical da música *Titanic* para cada participante e propor aos estudantes que tentassem correlacionar a referida partitura musical com o vídeo da música *Em Cada Sonho - O Amor Feito Flecha* foi possível identificar que os participantes não conseguiram perceber tal relação.

Ao escolher uma nota para tocar no teclado, os estudantes identificavam as propriedades dos sons de forma isolada e não conjuntamente (altura, duração, intensidade e timbre). Quando questionado o significado da altura do som, os estudantes conseguiram desmistificar a unanimidade do conceito inicialmente adotado.

Os estudantes compreendiam que a altura do som estava associada ao volume. Quando o som estava no volume mínimo, era classificado como som baixo, e quando estava no último volume, era classificado como alto ou altíssimo.

Posteriormente, conseguiram perceber que a altura do som não estava associada ao volume, mas à quantidade de vibrações do som, e dividindo-se basicamente em três categorias: grave, médio e agudo. A partir dessa nova concepção, os estudantes passaram a conseguir representar essas três categorias no instrumento musical (teclado). Desta forma, as notas que estavam à esquerda do teclado, passaram a ser consideradas como graves; as que estavam alocadas no meio, como notas médias; e as que estavam alocadas à direita, consideradas como agudas.

Quando questionado o significado das demais propriedades dos sons (duração, intensidade e timbre), os estudantes conseguiram responder de forma segura e, além disso, representar cada propriedade do som individualmente no teclado. Conseguiram, ainda, representar todas as propriedades dos sons de forma isolada, ou seja, partindo de uma propriedade do som representá-lo no teclado e vice-versa.

Quando foi realizado um exercício em que se sincronizavam todas as propriedades dos sons, partindo da escolha de um som (nota) para então definir todas as propriedades dos sons, ou vice-versa, os estudantes apresentaram dificuldade.

Nesse exercício, era proposto ao estudante que escolhesse uma nota no teclado e classificasse todas as propriedades dos sons requeridos para o estudante seguinte representá-los no teclado, foi possível perceber que a dificuldade inicialmente apresentada foi sanada.

Segundo Barbosa (2012, p. 9), “trabalhar com a música é um desafio para muitas instituições de ensino, por falta de preparo e de profissionais qualificados, formados nessa área”. De fato, trabalhar com a música e a Matemática foi um desafio para a professora de Matemática/pesquisadora, haja vista que não pode contar com a colaboração de outros

professores no colégio em que foi desenvolvida esta intervenção de ensino, pois a instituição não contava com profissionais qualificados e nem formados na área musical.

5.4 CATEGORIA 4: EDUCAÇÃO MUSICAL E EXPRESSÕES ALGÉBRICAS

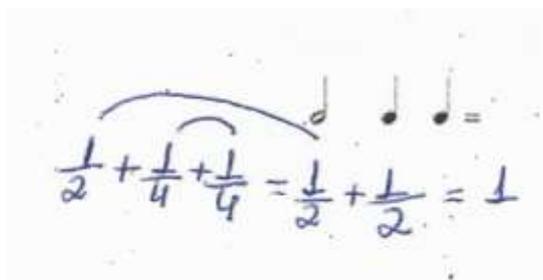
Nesta categoria, foram analisadas as contribuições da educação musical na aprendizagem de expressões algébricas a partir das respostas dos estudantes na Atividade. Sabe-se que a música pode colaborar com o aprendizado da Matemática, pois existe uma correlação entre elas. Isso foi notado a partir da resolução das questões da Atividade, uma vez que o participante que toca instrumento apresentou mais desenvoltura na resolução das atividades.

Quiçá podemos mensurar se o melhor desenvolvimento das questões de Matemática seja consequência da habilidade em tocar um instrumento. Mas é possível afirmar que a música pode colaborar com tal aprendizado, visto que, segundo Abdounur (2015), existe relação entre a música e a Matemática. E de fato foi possível notar que a música colaborou com o aprendizado da Matemática pelos estudantes.

Nesse aspecto, pode-se destacar inicialmente tal colaboração a partir das respostas dos estudantes. Esses puderam determinar o fator comum a partir da associação das figuras de mesmo valor na primeira questão da Atividade. Também foi possível trabalhar na mesma questão o valor numérico de uma expressão algébrica.

Na primeira questão da Atividade, solicitava-se que, através dos valores relativos das figuras de notas, os estudantes pudessem agrupar as figuras musicais num valor unitário (figura única). Na Figura 40, consta a resposta do participante P10.

Figura 40 – Resposta do participante P10 na primeira questão da Atividade



The image shows a handwritten mathematical equation on a white background. The equation is $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$. Above the first three fractions, there are musical notes: a half note above $\frac{1}{2}$, a quarter note above $\frac{1}{4}$, and another quarter note above $\frac{1}{4}$. A curved line (a slur) is drawn over the first three terms. To the right of the equation, there are three more musical notes: a quarter note, a quarter note, and a quarter note, followed by an equals sign.

Fonte: Arquivo pessoal das autoras (2020).

No que se refere à determinação do fator comum das figuras musicais a partir da associação de figuras do mesmo valor, foi possível notar, na Figura 40, que o participante P10 associou dois fatores comuns representados pelas semínimas. Segundo Domingues, Bento e Silva (2016), quando um fator for comum aos termos de uma expressão inteira, nesse caso, duas semínimas, pode ser colocado em evidência.

A associação das figuras musicais, quando subtende a existência de um fator em evidência, apresenta apenas o fator comum representado pelo número 1 de forma implícita. Na Figura 40, temos a construção realizada pelo participante P10 em que ele, inicialmente, substituiu cada figura musical por um valor numérico. Para isso, a mínima foi representada por $\frac{1}{2}$ e as semínimas representadas por $\frac{1}{4}$ cada.

Posteriormente, depois da igualdade, a mínima continuou sendo representada pelo valor $\frac{1}{2}$, enquanto as semínimas foram associadas, tendo como termo comum o número 1 que está posto implicitamente. Assim, a partir da associação das duas semínimas, surgiu o valor $\frac{1}{2}$.

Para o surgimento deste valor $\frac{1}{2}$, pode-se pensar da seguinte forma: Dado $\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ colocando em evidência, tem-se: $\frac{1}{4}(1+1)$. Realizando a operação, que é a adição, gera-se $\frac{1}{4}(2)$. Multiplicando essa expressão numérica, tem-se $\frac{2}{4}$. Simplificando esse valor, obtém-se $\frac{1}{2}$. Em seguida, da mesma forma, foi realizada uma nova associação, tendo posto a adição entre $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$, e gerando, assim, o número 1.

Durante a resolução da primeira questão da atividade, foi possível notar que os estudantes buscavam resgatar os conceitos trabalhados com frações das aulas anteriores ao início do desenvolvimento da proposta desta dissertação. Segue a representação da estratégia adotada por um dos participantes para encontrar a solução buscando resgatar os conceitos trabalhados anteriormente:

$$\begin{array}{c} \text{♪} \quad \text{♪} \\ \hline = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \text{tirou o m. m. c} = \frac{2}{2} = \text{simplificava por 2} = \frac{1}{1} = \text{realizavam a divisão} = 1 \end{array}$$

A partir da apresentação da associação realizada pelos músicos para a leitura de partitura, os estudantes optaram por solucionar a primeira questão da Atividade aderindo a associação realizada pelos músicos, deixando, assim, a estratégia de resgatar os conceitos trabalhados anteriores a essa pesquisa. Segundo os participantes, a estratégia “*adotada pelos musicistas era mais fácil e rápida*” (Participante P8).

No que se refere ao valor numérico representado como resgate dos conceitos trabalhados em matemática, foi possível encontrar, a partir da “expressão algébrica” representada por três figuras musicais, uma mínima e duas semínimas. Esse valor numérico foi obtido depois de

“substituir as variáveis de uma expressão algébrica por números específicos, onde essa expressão esteja definida”. (DOMINGUES; BENTO; SILVA, 2016, p. 90).

A definição da expressão algébrica, representada por números específicos, foi dada a partir dos valores relativos das figuras de notas partindo da semibreve como valor 1. Assim, depois de “efetuar as operações indicadas”, que, no caso da representação do resgate dos conceitos trabalhados em matemática, foi a adição, “o valor obtido é denominado valor numérico da expressão para aqueles valores” (DOMINGUES; BENTO; SILVA, 2016, p. 90).

Notou-se que os estudantes não recordaram como realizar as operações contendo frações matemáticas, mas, a partir do conceito da regularidade existente dos valores das figuras musicais, eles puderam solucionar as atividades que envolviam tal questão.

Durante a atividade, a maioria dos estudantes ficou dispersa, embora demonstrando interesse em manusear o instrumento musical (teclado). Isso mostrou que, embora na atividade existisse a abordagem da Matemática com a música, não foi considerada atraente, diferentemente da abordagem da Matemática, a partir da prática no teclado. Nesse sentido, foi possível exemplificar algumas das questões propostas na atividade no próprio instrumento musical.

5.5 CATEGORIA 5: CONTRIBUIÇÕES DO JOGO NADE E DO *SOFTWARE* KURUPIRA CROSSWORD PARA O APRENDIZADO DA TEORIA MUSICAL

Nessa categoria, foi analisado o favorecimento do aprendizado do estudante a partir do planejamento de encontros utilizando tais recursos didáticos. Para tanto foi analisada a elaboração dos referidos planejamentos.

Segundo Farias (2008), as experiências vividas pelos professores em seus processos de formação, quer inicial, quer continuada, interferem em seus saberes pedagógicos e também em seus saberes de experiência, fazendo-os apoiar ou refutar as teorias e as práticas. Essa interferência foi dada a partir do dinamismo da elaboração do sexto encontro da intervenção de ensino, o qual proporcionou um aguçamento das percepções pedagógicas da pesquisadora.

Tal aguçamento se deu ao verificar a possibilidade de os estudantes utilizarem o Jogo Nade e conseguir associar as posições das notas no teclado e, conseqüentemente, a posição e o

significado dos intervalos das notas postas em uma partitura musical. Nesse cenário, pode ser correlacionada a sequência das notas com uma sequência numérica, haja vista que existe regularidade na composição de tais sequências.

Além disso, destaca-se que a proposta que abarca o *software* Kurupira Crossword envolve uma tecnologia educacional. Isso se dá, pois a proposta contempla um conjunto de procedimentos que visam a facilitar os processos de aprendizado da teoria musical. E, segundo Reis (2009), a tecnologia educacional objetiva tal aprendizado.

Ressalta-se que a potencialidade do *software* Kurupira Crossword pode facilitar a vida dos estudantes por constituir um agente de transformação da sociedade no que se refere ao direcionando do estudante para a construção do seu conhecimento. E, de acordo com Brasil (2001, p. 46), “as tecnologias, em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas modificações que exercem no cotidiano das pessoas”.

Depreende-se, daí, que o supracitado *software* pode beneficiar não só a área da educação musical, mas também outras áreas do conhecimento. Nesse aspecto, podemos destacar que o estudante passará a ter um papel ativo dentro da sala de aula, com a elaboração de questões que envolvam determinado assunto.

Na elaboração de questões para produção de palavras cruzadas, no *software* Kurupira Crossword, o estudante poderá tanto resumir conceitos como também testar e memorizar relações entre os conceitos e seus significados. Em ambos os momentos, seja de criação das palavras cruzadas, ou na sua resolução, o estudante estará testando sua memória e seu raciocínio sobre o assunto.

Destaca-se que, depois da elaboração da proposta envolvendo o referido *software*, foi possível vislumbrar outras possibilidades de abordagem das palavras cruzadas construídas, tanto em sala de aula ou como uma proposta de atividade domiciliar.

Na abordagem em sala de aula, a disponibilização das palavras cruzadas poderá se dar via *e-mail*; aplicativo de celular; em um *blog* destinado à disciplina trabalhada; fotocopiá-las e distribuir entre os estudantes na sala; ou exibi-las no quadro com o *data show* e preenchê-las com uma dinâmica de participação com os estudantes. Na abordagem domiciliar, descarta-se apenas a última opção supracitada.

5.6 CATEGORIA 6: CONTRIBUIÇÕES DO MUESCORE PARA O APRENDIZADO DAS EXPRESSÕES ALGÉBRICAS

Nesta categoria, foram identificadas as relações existentes na proposta de intervenção de ensino no que se refere à utilização do *software* Musescore para proporcionar o aprendizado de expressões algébricas e numéricas e a construção das partituras musicais. Para tanto, os dados considerados foram as respostas almejadas dos participantes analisadas à luz da perspectiva de Valente (2005).

Na proposta para os estudantes construírem no Musescore a partitura de uma música escolhida previamente, nota-se a existência da espiral da aprendizagem de Valente (2005), sugerida para ser realizada no décimo encontro da intervenção de ensino. Para tanto, a construção da música no supracitado *software* foi considerada como um possível problema a ser solucionado pelos estudantes. Assim, quando os estudantes iniciam o aplicativo para apresentar a primeira solução, terão essa ação classificada por Valente (2005) como **descrição 1**. Nessa fase, os comandos são acionados com o nível de conhecimento que os estudantes dispõem tanto no que se refere ao problema, aos recursos técnicos do computador, às estratégias de aplicação dos conceitos teóricos quanto sobre os recursos técnicos do aplicativo.

Todos os dados inseridos na supracitada fase passarão por um processo realizado pelo computador. Esse processo, segundo Valente (2005), é classificado como **execução 1**.

O interessante é que, no Musescore, o estudante, a qualquer momento, poderá clicar no ícone Iniciar ou Parar reprodução (na barra de Espaços). A partir do clique no supracitado ícone, o estudante poderá refletir se a construção da partitura representa ou não a música almejada. Fase representada por Valente (2005) como resultado R1, que provocará a **reflexão 1**.

Quando os estudantes clicarem no ícone para iniciar a reprodução da partitura musical construída, poderão ouvir a música. A execução possibilitará ao estudante avaliar se a partitura construída representa ou não a música escolhida. Se perceber que as figuras musicais escolhidas para a composição da partitura não estão gerando uma melodia adequada, poderá iniciar a **depuração 1**.

Segundo Valente (2005), a depuração 1 dará origem a um novo problema. No caso desta proposta, o novo problema sempre será o mesmo, haja vista que se almeja construir uma partitura musical com os tempos precisos, de acordo com a música apresentada no vídeo proposto para o estudante assistir antes de partir para a construção da partitura no Musescore.

Cada uma das ações, seja ela de descrição¹, execução 1, reflexão 1 e depuração 1, etc., proveniente da interação entre estudante e computador, pode ser apresentada de modo independente e sequencial. Embora os passos descritos contribuam para a formação de uma espiral crescente de conhecimento, na prática, essas ações podem ocorrer simultaneamente. Isso se aplica porque o Musescore possibilita, além de ir construindo, já testar se a partitura está ficando adequada ou não.

Na execução da proposta do décimo encontro, com a construção da partitura no supracitado *software*, será notório a inovação, ressignificação da ação pedagógica sinalizada por D'Ambrósio (2001, p. 20) quando afirma que “O mundo atual está a exigir [...] outras metodologias, para que se atinjam os objetivos maiores de criatividade e cidadania plena”. Essa notoriedade se deu a partir do planejamento do referido encontro, quando o professor, a partir das partituras escolhidas pelos estudantes, retirou delas as notas musicais.

Nesse sentido, tanto o ensino quanto o aprendizado das expressões algébricas serão ressignificados e inovadores. Ressignificados porque as expressões algébricas já abordadas na série anterior (7^o ano), da forma comumente utilizada pelos professores de Matemática, agora serão abordadas de uma forma diferente.

E inovadores porque, segundo o significado do verbete: “que realiza algo novo ou que nunca tinha sido feito antes; que carrega consigo inovações, novidades” (DICIO, 2020, p.1); assim, a ressignificação das expressões algébricas, com a construção de uma partitura musical no aplicativo Musescore, será considerada uma forma inovadora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência concretizada nos encontros que foram propostos no decorrer da pesquisa interferiu em meu (mestranda) processo de formação complementar como professora, modificando algumas concepções de ensino. Antes de ser ministrante das atividades aqui propostas, auxiliava no ensino da Educação Musical em determinada igreja evangélica. Nesse processo de ensino, observava que a metodologia utilizada era meramente expositiva.

Com isso, valorizava apenas a exposição dos conceitos da teoria musical, sem dar lugar a um aprendizado, de forma que os estudantes relacionassem a teoria musical com a prática. Isso gerava um aprendizado de conceitos introdutórios da teoria musical de forma decorada, sem a compreensão do que as palavras representavam dentro dos conceitos teóricos musicais. A partir do desenvolvimento da pesquisa aqui apresentada, foi possível perceber a necessidade de modificar a minha prática docente.

Segundo Farias (2008, p. 154), “as experiências vividas pelos professores em seus processos de formação, quer inicial, quer continuada, interferem nos seus saberes pedagógicos e também nos seus saberes experienciais, fazendo-os apoiar ou refutar teorias e práticas”. Com a experiência dos encontros desenvolvidos no decorrer da pesquisa, foi possível não só adaptar estratégias metodológicas de ensino como também criar outras, sempre fazendo correlações interdisciplinares, e, assim, facilitando o processo de ensino e aprendizagem.

No que se refere ao aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem, pode-se dizer que essa pesquisa deverá contribuir positivamente para a área de Educação Matemática, uma vez que não identificamos, dentre os trabalhos correlatos apresentados nesta dissertação, qualquer um que abordasse a utilização do aplicativo Musescore como ferramenta para o ensino de Matemática, especificamente para o ensino das expressões algébricas nos anos finais do Ensino Fundamental.

A abordagem apresentada nesta dissertação deve contribuir com o campo da Educação Matemática no que concerne à proposta de uso da tecnologia e da educação musical para a aprendizagem da Matemática. Desse modo, aponta possíveis contribuições para os professores de Matemática de como desenvolver a aprendizagem de conceitos matemáticos abordados a partir da utilização dos aplicativos computacionais e da música.

Dessa forma, a intervenção de ensino apresentada nessa dissertação é promissora por ser considerada inovadora quando detalha os elementos musicais para um ensino de álgebra, de uma forma que auxilia no melhor alcance dessas compreensões.

Como as partituras musicais e os aplicativos computacionais podem contribuir para o aprendizado de expressões algébricas dos estudantes que estão nos anos finais do Ensino Fundamental e não foi identificado dentre os seis livros didáticos analisados (Teláres, A conquista da matemática, Matemática compreensão e prática, Matemática, Araribá mais matemática, Matemática Bianchini), todos do ano 2018, sugere-se que a abordagem da expressão algébrica com a música seja contemplada nos futuros livros didáticos de matemática tanto do 7º, 8º ou 9º ano do referido nível de ensino.

Em tal contexto, vislumbra uma proposta de tendência matemática denominada Educação Matemática Musical. Isso é exposto pois a matemática e a música se entrelaçam na educação a partir do desenvolvimento de habilidades da matemática, tais como EF07MA16, EF08MA06 e EF09MA09 referenciadas na BNCC (BRASIL (2018)), com a Lei n. 11.769/2008.

A partir da construção de partitura no MuseScore, é possível mostrar, caso o compositor conheça a melodia da música, se as expressões algébricas foram estruturadas adequadamente ou não. A habilidade algébrica alcançada pelos estudantes deixa claro que a música só é estruturada como deve ser, se ocorrer a compreensão matemática.

Verificou-se que, mesmo o estudante não sabendo tocar um instrumento, a proposta deste estudo pode ser desenvolvida. Para tanto caberá ao professor da disciplina de Matemática estudar os conceitos da teoria musical, no que se refere à organização de uma partitura musical, e o aplicativo Musescore. Em relação a tal estudo, é possível iniciá-lo tomando como base o que é descrito nesta dissertação e prosseguir a partir das referências aqui utilizadas.

A disciplina de música não pode ser orientada pelo professor de Matemática, haja vista que esse profissional não tem formação específica em música. Caso o professor de Matemática ensine música, deixará de atender ao que a Lei 11.769/2008 propõe. Esta pesquisa, portanto, é específica para o ensino das expressões algébricas, a partir da utilização de aplicativos computacionais que necessitam da apropriação de conceitos da teoria musical e não o inverso.

Entretanto, até o presente momento, não se constata a inserção do ensino de música na maioria das escolas estaduais da Bahia; por isso, ratificamos a necessidade do cumprimento da Lei 11.769/2008, que trata do ensino de música nas escolas.

Nesse aspecto, a escola da rede estadual, lócus desta pesquisa, estava com duas carências. Uma refere-se ao não cumprimento da supracitada lei e, outra, tanto à quantidade de computadores na sala de informática quanto à facilidade de utilização pelos estudantes.

No que se refere à última carência supracitada, pode-se dizer que, no atual momento, registra-se um ganho significativo, que se refere à efetivação da manutenção dos demais computadores que compunham o laboratório de informática da referida escola. Dessa forma, dois fatores contribuíram para esse benefício: a necessidade da manutenção dos demais computadores para finalização deste projeto de pesquisa; como também o atual momento de restrição de convívio decorrente da pandemia causada pelo coronavírus.

Por fim, conclui-se que este estudo abre um leque para pesquisas relativas à aprendizagem de conceitos matemáticos, sobretudo, para ampliar o trabalho realizado com a utilização de aplicativos computacionais para o aprendizado das expressões algébricas.

REFERÊNCIAS

ABDOUNUR, Oscar João. **Matemática e música**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

ALMEIDA, Alisandra Cavalcante Fernandes de *et al.* Práticas inovadoras em sala: um estudo no ensino superior. In: COSTA, Gercimar Martins Cabral (Org.). **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI**. Quirinópolis: Editora IGM, 2020, p. 49-62.

ALMEIDA, Mario Sérgio Mattos de. **A matemática de alguns experimentos sonoros**. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2313478. Acesso em: 18 nov. 2018.

BARBOSA, Aparecida. A música como um instrumento lúdico de transformação. **Revista Revela**, São Paulo, ano VI, p. 15, dez. 2012. Disponível em: http://www.fals.com.br/revela2020/REVELA%20XVII/art_exp04_14.pdf. Acesso em: 2 fev. 2020.

BARNABÉ, Fernando Moreira. **A melodia das razões e proporções: a música sob o olhar interdisciplinar do professor de matemática**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-07022012-152052/pt-br.php>. Acesso em: 18 nov. 2019.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino e aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Editora Contexto, 2004.

BIANCHINI, Edwaldo. **Matemática Bianchini**. 9. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

BIEMBENGUT, Maria Salett; DOROW, Kelli Cristina. Mapeamento das pesquisas sobre modelagem matemática no ensino brasileiro: análise das dissertações e teses desenvolvidas no Brasil. **Revista Dynamis**, v. 14, n. 1, p. 54 - 61, 2008. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/651>. Acesso em: 6 set. 2020.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. Sobre a modelagem matemática do saber e seus limites. *Modelagem matemática na educação matemática brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. **SBEM**, p. 33-47, Recife, 2007.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2000.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Mapeamento na pesquisa educacional**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

BONA, Paschoal. **Método musical**. São Paulo: Igal, 1998.

BONA, Paschoal. **Método musical**. São Paulo: Augusto, 2002.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática**: sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autentica, 2014.

BOYER, Carl Benjamin. **História da matemática**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1996.

BOYER, Carl Benjamin. **História da matemática**. Tradução: Elza F. Gomide. São Paulo: Edgard Blucher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974.

BOYER, Carl Benjamin; MERZBACH, Uta C. **História da matemática**. Tradução: Elza F. Gomide. 3. ed. 4 reimp. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2012.

BRASIL. **Base nacional comum curricular – BNCC, 2018**. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 1º out. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Exame nacional do ensino médio**. 2009. Disponível em: http://public.inep.gov.br/enem/2009/dia2_caderno7.pdf. Acesso em: 9 out. 2014.

BRASIL. MEC/INEP. **Press kit do sistema de avaliação da educação básica (Saeb) 2017**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2018/documentos/presskit_saeb2017.pdf. Acesso em: 10 out. 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. 3. ed. Brasília, DF: MEC, 2001.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 248, 23/12/1996.

CABRAL, Rafayane Barros. **Matemática e música**: uma proposta de aprendizagem. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4106869. Acesso em: 5 nov. 2018.

CAMARGOS, Chrisley Bruno Ribeiro. **Música e matemática**: a harmonia dos números revelada em uma estratégia de modelagem. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2497>. Acesso em: 1º fev. 2020.

CAMPOS, Gean Pierre da Silva. **Matemática e música**: práticas pedagógicas em oficinas interdisciplinares. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do

Espírito Santo, Vitória, 2009. Disponível em: http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/nometese_165_GEAN%20PIERRE%20DA%20SILVA%20CAMPOS.pdf>. Acesso em: 3 out. 2018.

CARDIA, Luciana Simonetti Ferreira. **Integrando a geometria com a álgebra na construção de expressões algébricas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). 2007. Disponível em: www.semanticscholar.org. pdf. Acesso em: 2 abr. 2020.

CARVALHO, P. C. P. *et al.* **A matemática do ensino médio**. 3. ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 1998.

CARVALHO, P. C. P. *et al.* **A matemática do ensino médio**. 3. ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2006.

CHAVES, Mariel de Paula. **A matemática na música: divisibilidade do compasso**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6295822. Acesso em: 9 nov. 2018.

CRUZ, Antonio Messias Lopes. **Matemática e música: compondo um cenário educacional com harmonia**. 2013. 61f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2010. Disponível em: <http://www.biblioteca.uesc.br/biblioteca/bdtd/201160264D.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2020.

CUNHA, Glória; MARTINS, Maria Cecília. **Tecnologia, produção & educação musical descompassos e desafinos**. IV CONGRESSO RIBIE, Brasília 1998. Disponível em: http://www.niee.ufrgs.br/eventos/RIBIE/1998/pdf/com_pos_dem/235.pdf. Acesso em: 3 fev. 2020.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação para uma sociedade em transição**. 2. ed. Campinas: Papirus, 2001.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática contexto e aplicações**. v. 1, 3. ed. São Paulo: Editora Ática, 2006.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática contexto e aplicações**. São Paulo: Editora Ática, 2008.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática contexto e aplicações**. São Paulo: Editora Ática, 2011.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

DANTE, Luiz Roberto. **Teláres**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2018.

DEPIZOLI, Carlos Antonio. **Matemática e música e o ensino de funções trigonométricas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Curitiba, 2015. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2398246. Acesso em: 15 nov. 2018.

DIAS, Simone Regina; CHAGA, Marco Maschio. Aprendizagem baseada em problema: um relato de experiência. *In*: DIAS, Simone Regina; VOLPATO, Arceloni Neusa (Orgs.).

Práticas inovadoras em metodologias ativas. Florianópolis: Contexto Digital, 2017, p. 36-48.

DICIO. **Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em:

<https://www.dicio.com.br/inovadora/>. Acesso em: 14 jul. 2020.

DOMINGUES, José Sérgio; BENTO, Francielly dos Santos; SILVA, Tabatha Helena da.

Introdução à álgebra elementar. Departamento de Matemática, IFMG, *campus* Formiga. 2016. Disponível em:

<https://www.formiga.ifmg.edu.br/documents/2017/DirecaoDeEnsino/Livro-Introducao--lgebra.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2019.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Tradução: Hygino H. Domingues, Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

FAZENDA, I. C. **Interdisciplinaridade**: definição, projetos, pesquisa. 2. ed. [S.l.]: Cortês, 1993.

FAZENDA, I. C. A Interdisciplinaridade-transdisciplinaridade: visões culturais e epistemológicas. *In*: FAZENDA, Ivani (Org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez Editora, 2008.

FARIAS, I. M. S.; SALES, J. O. C. B.; BRAGA, M. M. S.C.; FRANÇA, M. S. L. M.

Didática e docência: aprendendo a profissão. Fortaleza: Líber Livros, 2008.

FERRARA, F.; PRATT, D.; ROBUTTI O. The role and uses of technologies for the teaching of algebra and calculus. *In*: GUTIÉRREZ, A.; BOERO, P. (Orgs.). **Handbook of research on the psychology of mathematics education**: Past, present and future (p. 237-273). Rotterdam: Sense, 2006.

FERREIRA, Adenise Maria dos Santos. **Ajustando o tom com a matemática**: algumas aplicações da álgebra na música. 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2016. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3647211. Acesso em: 12 nov. 2018.

FERREIRA, Camila Caroline. **O ensino da estatística através da música**. 2015. Dissertação (Mestrado em matemática) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional. Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2015. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4105591. Acesso em: 8 jan. 2020.

FILHO, Euclides Araujo dos Santos. **Alguns tópicos da escola pitagórica**. 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2016. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4061069. Acesso em: 19 nov. 2018.

FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2007.

FIorentini, Dario; Miorim, Maria Ângela; Miguel, Antonio. A contribuição para repensar a educação algébrica elementar. **Pro-Posições**, v. 4, n. 1, mar./1993[10], 4(1), 78-91. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8644384>. Acesso em: 7 jan. 2020.

Freire, P. **Pedagogia da autonomia** - saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

Gardner, H. **Estruturas da mente**: a teoria das inteligências múltiplas. Editora Artes Médicas Sul, 2002.

Gardner, H. **Inteligências múltiplas**: a teoria na prática. Porto Alegre: Artmed, 1995, reimpr. 2007.

Gay, Mara Regina Garcia; Silva, Willian Raphael. **Araribá mais matemática**. São Paulo: Moderna, 2018.

Gil, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Giraffa, L. M. M. Uma odisséia no ciberespaço: o *software* educacional dos tutoriais aos mundos virtuais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 20-30, 2009. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/viewFile/3/3>. Acesso em: 10 ago. 2018.

Giovanni Júnior, José Ruy; Castrucci, Benedicto **A conquista da matemática**. 4. ed. São Paulo: FTD, 2018.

Groenwald, Claudia L. O.; Silva, Carmen K.; Mora, Castor D. Perspectivas em educação matemática. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 6, n. 1, p. 37-55, jan./jun. 2004. Disponível em: <http://www.eriocicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/129/117>. Acesso em: 4 fev. 2020.

Henrique, L. L. **Acústica musical**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

Henrique, L. L. **Acústica musical**. [S.l.]: Serviço de Educação e Bolsas, 2011.

Iazzetta, Fernando Henrique de Oliveira. **Performance na música experimental**. Performa '11 – Encontros de Investigação em Performance Universidade de Aveiro, 2011. Universidade de São Paulo. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/mobile/portal/publicacoes/iazzetta_performa2011.pdf. Acesso em: 23 nov. 2020.

IAZZETTA, Fernando Henrique de Oliveira. **Tutoriais de áudio e acústica**. Universidade de São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/index.html>. Acesso em: 6 set. 2020.

JULIANI, J. P. **Matemática e música**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, 2003. Disponível em: <http://www.dm.ufscar.br/~dplm/TGMatematicaMusica.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2018.

JUNIOR, Ademir Medeiros dos Santos. **A importância da música como instrumento motivador para as aulas de matemática**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto de Matemática, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2228932. Acesso em: 3 nov. 2018.

JUNIOR, Ivonzil J. S. **Inter-relação entre progressão geométrica e função: aplicada ao ensino médio**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2315522. Acesso em: 19 nov. 2018.

KLUTH, V. S. K.; SAVANACHI, C. S.; CARDEIRA, F. A. Matemática e música em sintonia: uma proposta educacional. **SBEM – Educação Matemática em Revista**, ano 20, n 44. p. 14-20, 2015. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/revista/index.php/emr/article/view/428/pdf>. Acesso em: 15 set. 2018.

LACERDA, Osvaldo Costa de. **Compêndio de teoria elementar da música**. 3. ed. São Paulo: Ricordi Brasileira, 1966.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 1999. Disponível em: http://www.giulianobici.com/site/fundamentos_da_musica_files/cibercultura.pdf. Acesso em: 10 abr. 2020.

LIMA, E. L.; CARVALHO, P. C. P.; WAGNER, E.; MORGADO, A. C. **A matemática do ensino médio**. v.1 e v. 2, 2006.

LIMA, Guilherme A. Vaz de. **Um passeio pelo pensamento musical de Leonhard Euler: a leitura do mestre e seu uso em sala de aula**. 2017. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2017. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6342007. Acesso em: 17 nov. 2018.

LOPES, A. O. Aula expositiva: Superando o Tradicional. *In: VEIGA, A. (Org.) Técnicas de ensino: por que não?* Campinas: Papirus, 1991. p. 35-47.

MACHADO, N. J. e INDRUSIAK, M. L. S. Parâmetros geométricos do timbre de um tubo de órgão. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 15, n. 23, p. 1-104, jan./jun., 2014. Disponível em: http://revista.liberato.com.br/ojs_lib/. Acesso em: 6 set. 2020.

MARETTI, Gabriela Baptista. **A prática de iniciação científica em escolas de ensino médio** um relato de experiência na Escola Sesc de Ensino Médio. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3567065. Acesso em: 7 nov. 2018.

MARQUES, Marila Cristine Sales. **O ensino de música em escolas municipais de Salvador – Bahia e a visão dos professores de música pós - Lei 11.769/2008**. 2015. Tese (Doutorado em Música) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2015. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3281179. Acesso em: 17 out. 2018.

MARTINS, Daniel Francisco de Paula Sodré. **Escalas, inversas e tríades: a matemática aplicada à música**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2536178. Acesso em: 14 nov. 2018.

MARTINS, Marcos Assumpção. **O gráfico dos sons**. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2165534. Acesso em: 18 nov. 2018.

MELO, Vilmar Lourenço de. **O uso das palavras cruzadas como elemento facilitador para ampliação do léxico**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional) - Programa de Pós-graduação em Letras (ProfLetras), Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21454/5/UsoPalavrasCruzadas.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

MIRITZ, José Carlos Dittgen. **Matemática e música**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto de Matemática, Estatística e Física, Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2015. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2415290. Acesso em: 4 nov. 2018.

MORAES, Cleuber Divino. **Resolução de problemas ao som de música clássica no ensino de matemática**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2015. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4092973. Acesso em: 6 nov. 2018.

MISURA, Camilo. **Um olhar sobre os modelos matemáticos da música**. 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do ABC. Santo André, 2016. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3289311. Acesso em: 12 nov. 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7. ed. 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2013.

MED, Bohumil. **Teoria da música**. 4. ed. rev. e ampl. Brasília/DF: Musimed, 1996.

MENEZES, F. **A acústica musical em palavras e sons**. Cotia: Ateliê Editorial, 2004.

MENEZES, F. **A acústica musical em palavras a sons**. 2. ed. [S.l.]: Ateliê, 2014.

MOURA, Anna Regina Lanner de; SOUSA, Maria do Carmo de. O lógico-histórico da álgebra não simbólica e da álgebra simbólica: dois olhares diferentes. **Zetetike**, 13(2), 11-46 – Cempem-FE-Unicamp, v. 13, n. 24, jul./dez. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/zet.v13i24.8646987>. Acesso em: 15 nov. 2019.

OLIVEIRA, Carlos N. C. de; FUGITA, Felipe. **Matemática**. 2. ed. São Paulo: Geração Alpha, 2018.

OLIVEIRA, Wander de. **Matemática e música: interdisciplinaridade no ensino da trigonometria e uma proposta de atividades para sala de aula**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Mestrado em Matemática em Rede Nacional, Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2015. Disponível em: https://sca.proformat-sbm.org.br/sca_v2/get_tcc3.php?id=1546. Acesso em: 10 fev. 2020.

PEREIRA, Marcos do Carmo. **Matemática e música de Pitágoras aos dias de hoje**. 2013. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=94231. Acesso em: 10 nov. 2018.

POCHO, Cláudia Lopes; AGUIAR, Márcia de Medeiros; SAMPAIO, Marisa Narcizo Sampaio; LEITE, Lígia Silva (Coord.). **Tecnologia educacional: descubra suas possibilidades na sala de aula**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

PONTE, João Pedro da; BRANCO, Neusa; MATTOS, Ana. **Álgebra no ensino básico**. 2009. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7105/1/Ponte-Branco-Matos%20%28Brochura_Algebra%29%20Set%202009.pdf. Acesso em: 1º nov. 2019.

PRADO, Flavio Brito. **Ensino de gráficos de funções trigonométricas e uma aplicação em música**. 2013. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://impa.br/wp-content/uploads/2016/12/flavio_brito_prado.pdf. Acesso em: 2 nov. 2018.

PRIOLLI, Maria Luísa de Mattos. **Princípios básicos da música para a juventude**. 1. v., 8 ed. rev. e melhorada. Rio de Janeiro: Editora Casa Oliveira de Música, 1968.

PRIOLLI, Maria Luísa de Mattos. **Princípios básicos da música para a juventude**. 2. v., 10 ed. rev. e melhorada. Rio de Janeiro: Editora Casa Oliveira de Música, 1980.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo – RS: Editora Feevale, 2. ed., 2013. *E-book*. Disponível em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2018.

REIS, J. B. A. O conceito de tecnologia e tecnologia educacional para alunos do ensino médio e superior. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL. **Anais [...]**. 17. ed., Campinas, 2009. Disponível em: http://alb.com.br/arquivomorto/edicoes_anteriores/anais17/txtcompletos/sem16/COLE_932.pdf. Acesso em: 5 mar. 2015.

RODRIGUES, Hélio Oliveira. Aprendizagem significativa de sistemas lineares através dos coeficientes angular e linear da reta utilizando como recurso didático o geoplano. **Revista Conapesc**, 2018. Disponível em: https://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV107_MD1_SA10_ID216_01042018150508.pdf. Acesso em: 5 out. 2019.

RODRIGUES, Michelangelo dos Santos. **Relacionando as funções trigonométricas com música**. 2017. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2017. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5121585. Acesso em: 17 nov. 2018.

SADIE, Stanley. **Dicionário Grove de Música**. Edição concisa: Zahar. 1994.

SALES, Reinaldo Barros. **As contribuições da escola pitagórica para a matemática**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2571859. Acesso em: 18 nov. 2018.

SANTANA, Agnaldo Silva. **Iniciação do estudo da álgebra no ensino fundamental por meio da resolução de problemas**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Estadual de Santa Cruz (Uesc), Ilhéus, Bahia, 2019.

SANTOS, Leniedson Guedes dos. **Progressões geométricas e música**: uma proposta de modelagem. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal do Tocantins. Palmas, 2014. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2267907. Acesso em: 1º nov. 2018.

SANTOS, Rodovlas Fabiano dos Santos. **Matemática e música**: uma abordagem para explorar conceitos musicais para ensinar matemática no ensino médio e fundamental. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2015. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3457226. Acesso em: 10 nov. 2018.

SILVA, Flaviana dos Santos. **A formação de educadores em serviço no contexto escolar: mídias digitais e projetos de trabalho**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Presidente Prudente, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/92385>. Acesso em: 6 set. 2020.

SILVA, Lenilson Oliveira da. **Atividades lúdicas no ensino do teorema de Pitágoras**. 2016. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2016. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3623955. Acesso em: 20 nov. 2018.

SILVA, Renato Rodrigues. **Razão áurea como motivação ao estudo de conteúdos matemáticos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, Catalão, 2014. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2315351. Acesso em: 21 nov. 2018.

SILVEIRA, Ênio. **Matemática: compreensão e prática**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2015.

SILVEIRA, Ênio. **Matemática compreensão e prática**. 5. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

SOUSA, Carlos Maurício de. **Aritmética, frações contínuas e aplicações à música**. 2017. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2017. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5135076. Acesso em: 16 nov. 2018.

SOUZA, Eliane Reame de; DINIZ, Maria Ignez de S. V. **Álgebra: seu significado e suas funções**. São Paulo: Departamento de Educação. Caem-IME-USP, 1994.

SOUZA, L. G. S. **Uma abordagem didático-pedagógica da racionalidade matemática na criação musical**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **Holos**, Ano 31, v. 5, p. 182-200, set. 2015.

TEIXEIRA, Alexandre Carlos da Silva. **Matemática na música: a escala cromática e as progressões geométricas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, Catalão, 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4092434. Acesso em: 13 nov. 2018.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. de; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba,

v. 17, n. 52, p. 455-478, abr./jun. 2017. Disponível em:
<http://www.redalyc.org/pdf/1891/189154955008.pdf>. Acesso em: 28 out. 2018.

VALENTE, José Armando. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. 2005. Tese (Livre-Docência) - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2005. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/284458>. Acesso em: 4 nov. 2018.

VALENTE, José Armando; ARANTES, Flavia Linhalis; FREIRE, Fernanda (Org.). **Tecnologia e educação**: passado, presente e o que está por vir. Campinas: Nied/Unicamp, 2018. Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/biblioteca/tecnologia-e-educacao-passado-presente-e-o-que-esta-por-vir/>. Acesso em: 14 fev. 2020.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO I



The cover features a musical staff with notes on the left and a grid of red dots on the right. The title 'INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO I' is at the top right, and 'MUESCORE' is in the center. A cartoon character with glasses and a boombox is on the right. Logos for UFPA, FPGEM, and fapesb are at the bottom left. The researcher's name 'Taíge Cardoso de Sousa' and supervisor's name 'Dra. Flávia dos Santos Silva' are at the bottom right.

INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO I

MUESCORE

Pesquisadora
Taíge Cardoso de Sousa

Orientadora
Dra. Flávia dos Santos Silva

UFPA FPGEM fapesb

Nome: _____

Curso: Anos Finais do Ensino Fundamental

Série: 7º ano Turma: _____

Instruções:

Caro aluno,

- ❖ Identifique este caderno com seu nome e a sua turma.
- ❖ Leia atentamente cada questão e responda com calma. Lembre-se você não está sendo avaliado.
- ❖ Não esqueça de explicar através dos cálculos, de desenhos ou escreva com suas palavras como você encontrou a resposta. Entender seu raciocínio em cada questão é muito importante para nós.

Obrigada por sua participação!

UESC - PPGEA - FAPESB INSTRUMENTO I UESC - PPGEA - FAPESB INSTRUMENTO I

Questão 1

Sabendo que $x = 4$, determine o perímetro do polígono:



- a) 20
- b) 21
- c) 22
- d) 23

Fonte: adaptada de <https://brainly.com.br/tarefa/21109881>

UESC - PPQEM - FAPESB

INSTRUMENTO I

Questão 2

Represente os números abaixo de três formas diferentes.

OBS.:

- ✓ Utilize na decomposição apenas os seguintes números: $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{32}$, 2, 4, 5, 8 e 32.
- ✓ É permitido a utilização de todas as operações: +, -, x e ÷.
- ✓ Ex.:
 $4 = 2+2$ ou
 $4 = 8 - 4$ ou
 $4 = 4 \times 4 - 4$ ou

a) 23 = _____

b) 12 = _____

Fonte: as autoras

UESC - PPQEM - FAPESB

INSTRUMENTO I

Questão 3

Isaque pode jogar video game por $\frac{5}{6}$ de hora por dia. Ele já jogou $\frac{4}{9}$ por de hora hoje.



Fonte: <https://www.casimirovies.com.br/relogio-de-parede-26cm-plastico-cel-preto-est-4126-34-bering-10470p>

Qual fração de hora Isaque ainda tem para jogar video game hoje?

Fonte: <https://pt.khanacademy.org/math/arithmetic/fraction-arithmetic/arithmetic-review-add-sub-fac-word-probs/a/adding-and-subtracting-fractions-with-like-denominators-word-problems>

UESC - PPQEM - FAPESB

INSTRUMENTO I

Questão 4

João e Elisabete estavam jogando um video game no qual tinham que tentar pegar todo o tesouro.



Fonte:

https://aminoapps.com/c/freefreelifeonlinebrasil/page/blog/mapa-do-tesouro/wfkgc_gentou6Jd4KGdg/YDq1WLYDakVJgd

João pegou $\frac{1}{3}$ do tesouro. Elisabete pegou $\frac{2}{5}$ do tesouro. Juntos, que fração do tesouro João e Elisabete pegaram?

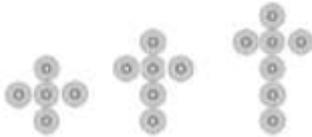
Fonte: <https://pt.khanacademy.org/math/arithmetic/fraction-arithmetic/arithmetic-review-add-sub-fac-word-probs/a/adding-and-subtracting-fractions-with-unlike-denominators-word-problems>

UESC - PPQEM - FAPESB

INSTRUMENTO I

Questão 5

Qual é o número de cd's do 32º termo?



Fonte: <https://pt.scribd.com/document/385002996/teorias-e-praticas-ensino-algebra-1-pdf>

Questão 6

(SARESP - SP) Uma locadora cobra R\$ 20,00 por dia pelo aluguel de uma bicicleta. Além disso, ela também cobra, apenas no primeiro dia, uma taxa de R\$ 30,00. Chamando de x o número de dias que a bicicleta permanece alugada e de y o valor total do aluguel, é correto afirmar que

- a) $y = 600x$
- b) $y = 50x$
- c) $y = 30x + 20$
- d) $y = 20x + 30$

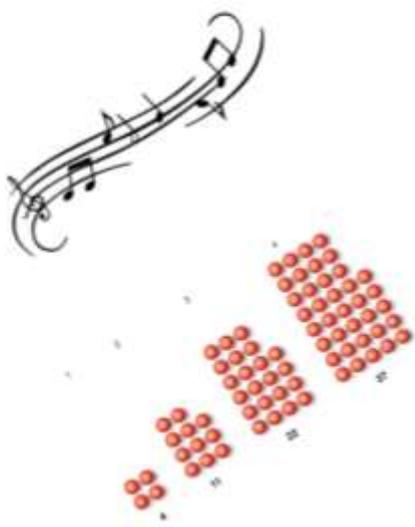
Fonte: <https://proffra.files.wordpress.com>

Caso necessite use esse espaço para rascunho

Caso necessite use esse espaço para rascunho

APÊNDICE B

INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO II



INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO II

MUESCORE



Pesquisadora
Taíze Cardoso de Sousa

Orientadora
Dra. Flávia dos Santos Silva



Nome: _____

Curso: Anos Finais do Ensino Fundamental

Série: 7º ano Turma: _____

Instruções:

Caro aluno,

- ❖ Identifique este caderno com seu nome e a sua turma.
- ❖ Leia atentamente cada questão e responda com calma. Lembre-se você não está sendo avaliado.
- ❖ Não esqueça de explicar através dos cálculos, de desenhos ou escreva com suas palavras como você encontrou a resposta. Entender seu raciocínio em cada questão é muito importante para nós.

Obrigada por sua participação!

UESB - PPGEM - FAPESB INSTRUMENTO II UESB - PPGEM - FAPESB INSTRUMENTO II

Questão 1

João e Elisabete estavam jogando um vídeo game no qual tinham que tentar pegar todo o tesouro.



Fonte:

<https://aminoapps.com/c/3eeffreelifeonbrasil/page/blog/mape-do-tesouro/n%e2%80%90qntouB3d4KGu0YDq1WLYDakW3jd>

João pegou $\frac{1}{3}$ do tesouro. Elisabete pegou $\frac{5}{4}$ do tesouro. Juntos, que fração do tesouro João e Elisabete pegaram?

Fonte: <https://pt.khanacademy.org/math/arithmetic/fraction-arithmetic/arith-review-add-sub-frac-word-probs/a/adding-and-subtracting-fractions-with-unlike-denominators-word-problems>

UESC - PPQEM - FAPESB

DISTRIBUIMENTO B

Questão 2

Isaque pode jogar vídeo game por $\frac{2}{3}$ de hora por dia. Ele já jogou $\frac{4}{3}$ por de hora hoje.



Fonte: <https://www.cashonvex.com.br/blogo-do-garoto-35cm-planetis-car-proto-ref-8126-34-teneg-10470p>

Qual fração de hora Isaque ainda tem para jogar vídeo game hoje?

Fonte: <https://pt.khanacademy.org/math/arithmetic/fraction-arithmetic/arith-review-add-sub-frac-word-probs/a/adding-and-subtracting-fractions-with-like-denominators-word-problems>

UESC - PPQEM - FAPESB

DISTRIBUIMENTO B

Questão 3

Sabendo que $x = 4$, determine o perímetro do polígono



- a) 20
- b) 21
- c) 22
- d) 23

Fonte: adaptada de <https://brainly.com.br/tarefa/21109581>

UESC - PPQEM - FAPESB

DISTRIBUIMENTO B

Questão 4

(SARESP - SP) Uma locadora cobra R\$ 20,00 por dia pelo aluguel de uma bicicleta. Além disso, ela também cobra, apenas no primeiro dia, uma taxa de R\$ 30,00. Chamando de x o número de dias que a bicicleta permanece alugada e de y o valor total do aluguel, é correto afirmar que

- a) $y = 600x$
- b) $y = 50x$
- c) $y = 30x + 20$
- d) $y = 20x + 30$

Fonte: <https://protraffia.files.wordpress.com>

UESC - PPQEM - FAPESB

DISTRIBUIMENTO B

Questão 5

Represente os números abaixo de três formas diferentes.

OBS.:

- ✓ Utilize na decomposição apenas os seguintes números: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{32}$, 2, 4, 5, 8 e 32.
- ✓ É permitido a utilização de todas as operações: +, -, x e ÷.
- ✓ Ex.
 $4 = 2+2$ ou
 $4 = 8 - 4$ ou
 $4 = 4 \times 4 - 4$ ou

a) 23 = _____

b) 12 = _____

Fonte: as autoras

Questão 6

Qual é o número de cd's do 32º termo?



Fonte: <https://pt.scribd.com/document/385002996/teorias-e-praticas-enabo-algebra-1-pdf>

Caso necessite use esse espaço para rascunho

Caso necessite use esse espaço para rascunho

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO INICIAL

1. Você percebe ligações entre a matemática e a música?

() Sim () Não

Caso sim, quais?

2. O que você entende sobre educação musical? _____

3. Toca algum instrumento?

() Sim () Não

Se sim, qual(ais)?

4. Gostaria de aprender algum instrumento?

() Sim () Não

Se sim, qual(ais)?

5. Você lê partitura musical?

() Sim () Não

Se não, gostaria de aprender teoria musical? () Sim () Não

6. O que espera do projeto?

7. Escreva, caso queira, o que você julga importante, e que não foi perguntado relativo às perguntas anteriores, que você ache relevante a partir de suas percepções das abordagens feitas neste dispositivo diagnóstico.

APÊNDICE D

QUESTIONÁRIO FINAL

1. Você imaginava esta conexão matemática e a música? () Sim () Não
2. O que você achou da junção da matemática com a música?
(Considere 1= ruim, 2 = médio, 3 = bom e 4 = excelente)
() 1 () 2 () 3 () 4
3. O que mudou na sua concepção da matemática? _____

4. Comente sobre a intervenção de ensino, apontando os pontos positivos, negativos, e sugestões para melhorá-lo. _____

5. O que você achou do programa Kurupira Crossword e de toda a sua estrutura?
(Considere 1= ruim, 2 = médio, 3 = bom e 4 = excelente)
() 1 () 2 () 3 () 4
6. O que você achou do programa Musescore e de toda a sua estrutura?
(Considere 1= ruim, 2 = médio, 3 = bom e 4 = excelente)
() 1 () 2 () 3 () 4
7. Você achou que o Musescore contribuiu para o seu desenvolvimento matemático?
() Sim () Não
Por quê? _____
8. Você achou interessante o Musescore? () Sim () Não
9. Como você classificaria a importância desta intervenção de ensino na sua iniciação musical?
(Considere 1= ruim, 2 = médio, 3 = bom e 4 = excelente)
() 1 () 2 () 3 () 4
10. O que você aprendeu da teoria musical?

11. Você seria capaz de identificar as notas musicais do trecho musical abaixo?
() Sim () Não

Caso sim, escreva o nome das notas obedecendo à sequência da melodia.



12. Qual o seu grau de satisfação ao utilizar o Musescore:

(Considere 1= ruim, 2 = médio, 3 = bom e 4 = excelente)

1 2 3 4

13. Qual era a associação da Matemática com a educação musical que você fazia antes desta intervenção de ensino e o que foi mudado depois dele? _____

14. Em relação à teoria musical, o que mais você gostou? _____

15. Você se sente motivado para continuar os estudos da teoria musical?

Sim Não

Por quê? _____

16. Você se sente motivado para aprender a tocar algum instrumento?

Sim Não

Por quê? _____

APÊNDICE E

MÚSICA DE TITANIC

TITANIC

Soprano

S.

S.

Fonte: Disponível em: <http://tiagotrompete.blogspot.com.br/2009/11/partitura-titanic.html>.

Letra da Música: Titanic/Sandy e Junior

Cada vez que eu penso, te sinto, te vejo, em cada sonho que eu sonhar
A distância existe, persiste o desejo, de trazer de volta do mar.
Por mais que eu tente aceitar, não consigo a saudade é demais
Quem vai não volta jamais, então finjo esquecer mas o meu coração não.

O amor é feito flecha, que acerta uma vez só, e ninguém mais pode arrancar
De repente atinge em cheio no peito, e pra sempre ali vai morar.
Por mais que eu tente aceitar, não consigo a saudade é demais
Quem vai não volta jamais, então finjo esquecer mas o meu coração não.

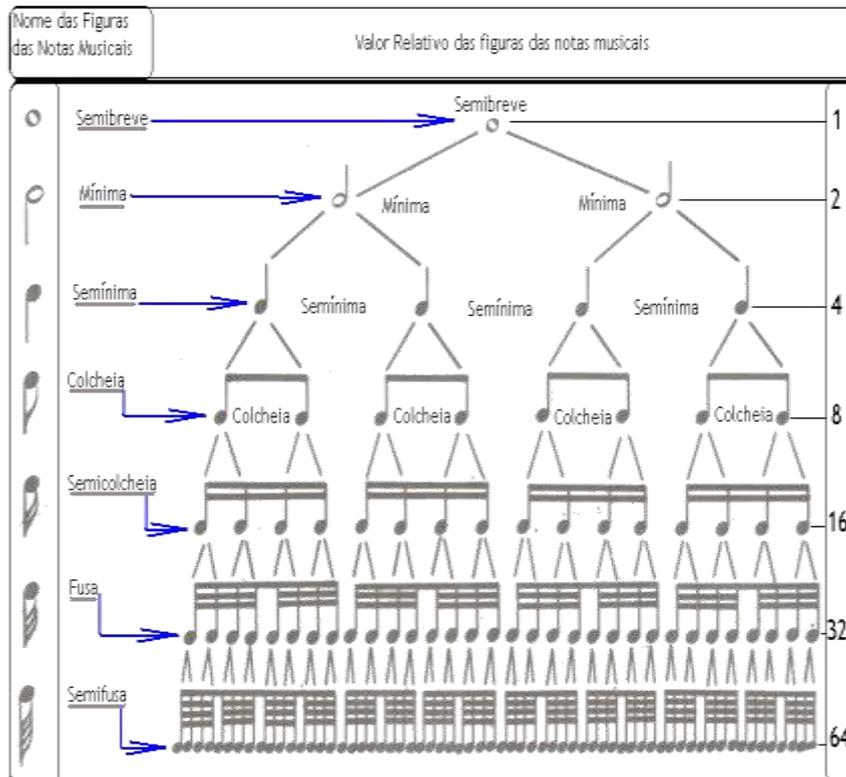
You're here, there's nothing I fear.
And I know that my heart will go on.
We'll stay forever this way.
You are safe in my heart.
And my heart will go on and on.

Fonte: Disponível em: <http://letras.mus.br/sandy-e-junior-musicas/1659976/>

APÊNDICE F

VALORES RELATIVOS DAS FIGURAS MUSICAIS

Figura	Pausa	Nome	Variação
		Semibreve	1
		Mínima	1/2
		Semínima	1/4
		Colcheia	1/8
		Semicolcheia	1/16
		Fusa	1/32
		Semifusa	1/64



APÊNDICE G

ATIVIDADE

- 1- Através dos valores relativos das figuras de notas, que foram distribuídos na sala de aula, agrupe os valores num valor unitário (figura única), utilizando os cálculos matemáticos nas seguintes figuras.

Ex.: 



- 2- Preencha o pentagrama com diferentes figuras de notas e pausas analisando os compassos depois de construído.



- 3- Separe com uma barra de compasso os grupos de figuras que preenchem os compassos quaternário, binário e ternário.

APÊNDICE H

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1 de 2

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Estudante,

Eu, Taíze Cardoso de Sousa, professora de matemática, atualmente discente no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM), sou responsável pela pesquisa “**Expressões algébricas: a utilização de aplicativos computacionais na construção de partituras musicais**”, sob a orientação da Prof. Dra. Flaviana dos Santos Silva, convido você para participar como voluntário do meu estudo no Programa de Mestrado em Educação Matemática da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-Bahia.

De forma geral, o propósito deste estudo é analisar o processo de aprendizado de expressões algébricas nos anos finais do ensino fundamental com a utilização de aplicativos computacionais para construção partituras musicais. Para a realização da pesquisa você fará atividades, tanto no papel e lápis como nos softwares, no horário das 13h às 15h ou 15h às 17h, a depender em qual turma você seja selecionado(a).

A intervenção de ensino se dará em sete encontros. O primeiro encontro será aplicado um questionário e explorado o tema de música com expressões algébricas, por meio de vídeos, slides e partituras musicais. No segundo encontro será apresentado o jogo NADI e proposto aos alunos elaborar palavras cruzadas envolvendo as figuras de notas musicais e seus respectivos valores no compasso 4/4 com a utilização do software Kurupira. No terceiro encontro será aplicado as atividades cruzadas elaboradas pelos alunos e realizado um estudo sobre os tempos das figuras contidas nas partituras musicais a partir da representação dos seus referidos tempos. Ainda neste encontro será proposto identificar as expressões algébricas associadas as figuras musicais presentes na partitura. No quarto encontro será abordado as expressões algébricas no aplicativo desenvolvido no início do desenvolvimento deste projeto de pesquisa. No quinto encontro será proposto a construção de partituras no Musescore. No sexto encontro será formalizados os conceitos matemáticos com os alunos, os quais foram abordados durante a construção de partituras. Finalmente, no sétimo encontro será apresentado as partituras construídas pelos alunos e aplicado o questionário final.

Ao realizar as atividades no laboratório é possível que você sinta desconforto ou constrangimento ocasionado pelo fato de ser exigido conhecimentos prévios de alguns conceitos matemáticos. Desse modo garantimos que caso sinta, poderemos interromper imediatamente a atividade, explicando-lhe que a qualquer momento poderá retornar as atividades. Também é possível que você se sinta constrangido perante os colegas por um eventual erro cometido ou de repente sofra ansiedade por não acertar manipular os softwares: o desenvolvido no App Inventor, o Kurupira e o MuseScore o que será resolvido pela minha atuação, informando que a atividade não será para avaliação. Acreditamos que a pesquisa é importante, pois permitirá nos ajudar a melhorar nossas futuras aulas e a de outras instituições, uma vez que esta pesquisa é precursora na região. Além disso, você terá oportunidade de desenvolver habilidades de raciocínio lógico e construir conhecimento sobre expressões algébricas e outros objetos matemáticos de maneira contextualizada. Há possibilidade que você sinta vergonha ao ser observado (a) no laboratório enquanto realiza as atividades propostas. Portanto esclarecemos que você pode nos informar a qualquer momento, assim interromperemos a observação ou a sua atividade.

Esta pesquisa teve os aspectos relativos à Ética da Pesquisa envolvendo Seres Humanos analisados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Santa Cruz. Em caso de dúvidas sobre a ética desta pesquisa ou denúncias de abuso, procure o CEP, que fica no Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, KM16, Bairro Salobrinho, Torre Administrativa, 3º andar, CEP 45552-900, Ilhéus, Bahia. Fone (73) 3680- 5319. Email: cep_uesc@uesc.br. Horário de funcionamento: segunda a quinta-feira de 8h às 12h e de 13h30 às 16h.

Lembramos também que sua participação na pesquisa é voluntária e a qualquer momento você pode desistir. Caso não queira participar seus dados não serão utilizados na amostra e sua decisão não trará nenhum prejuízo para você na escola.

Salientamos que os resultados desse estudo serão utilizados apenas nesta pesquisa e divulgados em eventos e/ou revistas científicas. Quando for necessário exemplificar determinada situação seu nome não será citado e será substituído por outro nome para preservar sua identidade. Asseguramos que você não terá nenhum gasto nessa pesquisa. E também não receberá qualquer pagamento por ela. Garantimos ainda que, mesmo não previsto, se você tiver gastos decorrentes da pesquisa, ele será ressarcido. Garantimos também o direito a indenização se o participante tiver qualquer dano decorrente da participação na pesquisa.

Você tem o direito a quaisquer esclarecimentos, antes, durante e depois da pesquisa realizada. Você tem total liberdade para pedir informações ou tirar qualquer dúvida que tiver.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode procurar a **professora e pesquisadora responsável**: Taíze Cardoso de Sousa, a qualquer momento na Rua Catarina Alves, 129, Stº. Antônio, Itabuna- Ba, Apt. 04 ou pelo telefone (75) 9 8876-3262 ou ainda pelo e-mail tayserangel@hotmail.com

Este termo será impresso e preenchido em duas vias iguais, e você ficará com uma via.

Então, se está claro para você, peço que assine este documento.

Nossos sinceros agradecimentos por sua colaboração,

Taíze Cardoso de Sousa
Email: tayserangel@hotmail.com
(Pesquisador Responsável)

Profa. Dra. Flaviana dos Santos Silva
Email: flavianadss@gmail.com
(Orientadora)

Eu, _____, aceito participar da pesquisa “EXPRESSÕES ALGÉBRICAS: A UTILIZAÇÃO DE APLICATIVOS COMPUTACIONAIS NA CONSTRUÇÃO DE PARTITURAS MUSICAIS”. Fui claramente informado que serei observado durante 2 horas, das 13h às 15h ou 15h às 17h, a depender em qual turma seja selecionado(a), no desenvolvimento de atividades com os *softwares*: o que será desenvolvido no App Inventor, o Kurupira e o MuseScore. Foi-me garantido que eu posso desistir da pesquisa a qualquer momento que desejar e que as informações confidenciais serão mantidas em segredo.

Assinatura do Participante

Ilhéus, ____/____/____

Esta pesquisa teve os aspectos relativos à Ética da Pesquisa envolvendo Seres Humanos analisados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Santa Cruz. Em caso de dúvidas sobre a ética desta pesquisa ou denúncias de abuso, procure o CEP, que fica no Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, KM16, Bairro Salobrinho, Torre Administrativa, 3º andar, CEP 45552-900, Ilhéus, Bahia. Fone (73) 3680- 5319. Email: cep_uesc@uesc.br. Horário de funcionamento: segunda a quinta-feira de 8h às 12h e de 13h30 às 16h.

APÊNDICE I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1 de 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

Eu, Taíze Cardoso de Sousa, professora de matemática, atualmente discente no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM), sou responsável pela pesquisa “**Expressões algébricas: a utilização de aplicativos computacionais na construção de partituras musicais**”, sob a orientação da Prof. Dra. Flaviana dos Santos Silva. Venho, convidar seu filho (a) participar como voluntário do meu estudo no Programa de Mestrado em Educação Matemática da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-Bahia.

De forma geral, o propósito deste estudo é analisar o processo de aprendizado de expressões algébricas nos anos finais do ensino fundamental com a utilização de aplicativos computacionais para construção partituras musicais. Para a realização da pesquisa você fará atividades, tanto no papel e lápis como nos softwares, no horário das 13h às 15h ou 15h às 17h, a depender em qual turma seu filho seja selecionado(a).

A intervenção de ensino se dará em sete encontros. O primeiro encontro será aplicado um questionário e explorado o tema de música com expressões algébricas, por meio de vídeos, slides e partituras musicais. No segundo encontro será apresentado o jogo NADI e proposto aos alunos elaborar palavras cruzadas envolvendo as figuras de notas musicais e seus respectivos valores no compasso 4/4 com a utilização do software Kurupira. No terceiro encontro será aplicado as atividades cruzadas elaboradas pelos alunos e realizado um estudo sobre os tempos das figuras contidas nas partituras musicais a partir da representação dos seus referidos tempos. Ainda neste encontro será proposto identificar as expressões algébricas associadas as figuras musicais presentes na partitura. No quarto encontro será abordado as expressões algébricas no aplicativo desenvolvido no início do desenvolvimento deste projeto de pesquisa. No quinto encontro será proposto a construção de partituras no Musescore. No sexto encontro será formalizados os conceitos matemáticos com os alunos, os quais foram abordados durante a construção de partituras. Finalmente, no sétimo encontro será apresentado as partituras construídas pelos alunos e aplicado o questionário final.

Ao realizar as atividades, tanto no laboratório quanto no auditório, é possível que seu filho (a) sinta desconforto ou constrangimento, ocasionado pelo fato de serem exigidos dos estudantes conhecimentos prévios de alguns conceitos matemáticos. Desse modo garantimos que caso sinta, poderemos interromper imediatamente a atividade, explicando-lhe que a qualquer momento poderá retornar as atividades. Também é possível que seu filho (a) se sinta constrangido perante os colegas por um eventual erro cometido ou de repente sofra ansiedade por não acertar manipular os *softwares*: o que será desenvolvido com este projeto de pesquisa, o Kurupira e o Musescore, o que será resolvido pela minha atuação, informando que a atividade não será para avaliação.

Acreditamos que a pesquisa é importante, pois permitirá nos ajudar a melhorar nossas futuras aulas e a de outras instituições, uma vez que esta pesquisa é precursora na região. Além disso, seu filho (a) terá oportunidade de desenvolver habilidades de raciocínio lógico e construir conhecimento sobre teoria musical e expressões algébricas de maneira contextualizada. Também é possível que seu filho (a) sinta vergonha ao ser observado (a) no laboratório enquanto realiza as atividades propostas. Portanto, esclarecemos que seu filho (a) pode nos informar a qualquer momento, assim interromperemos a observação ou a sua atividade.

Esta pesquisa teve os aspectos relativos à Ética da Pesquisa envolvendo Seres Humanos analisados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Santa Cruz. Em caso de dúvidas sobre a ética desta pesquisa ou denúncias de abuso, procure o CEP, que fica no Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, KM16, Bairro Salobrinho, Torre Administrativa, 3º andar, CEP 45552-900, Ilhéus, Bahia. Fone (73) 3680- 5319. Email: cep_uesc@uesc.br. Horário de funcionamento: segunda a quinta-feira de 8h às 12h e de 13h30 às 16h.

Lembramos também que a participação do seu filho (a) na pesquisa é voluntária e a qualquer momento ele (a) pode desistir. Caso não queira participar seus dados não serão utilizados na amostra e sua decisão não trará nenhum prejuízo para ele (a) na escola.

Salientamos que os resultados desse estudo serão utilizados apenas nessa pesquisa e divulgados em eventos e/ou revistas científicas. Quando for necessário exemplificar determinada situação o nome do (a) seu filho (a) não será citado e será substituído por outro nome para preservar sua identidade.

Asseguramos que seu filho (a) não terá nenhum gasto nessa pesquisa. E também não receberá qualquer pagamento por ela. Garantimos ainda que, mesmo não previsto, se seu filho (a) tiver gastos decorrentes da pesquisa, ele será ressarcido. Garantimos também o direito a indenização se seu filho (a) tiver qualquer dano decorrente da participação na pesquisa.

O (a) Senhor (a) e/ou seu filho (a) tem o direito a quaisquer esclarecimentos, antes, durante e depois da pesquisa realizada e tem total liberdade para pedir informações ou tirar qualquer dúvida caso exista. Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode procurar a **professora e pesquisadora responsável**: Taíze Cardoso de Sousa, a qualquer momento na Rua Catarina Alves, 129, Stº. Antônio, Itabuna- Ba, Apt. 04 ou pelo telefone (75) 9 8876-3262 ou ainda pelo e-mail tayserangel@hotmail.com.

Este termo será impresso e preenchido em duas vias iguais, e você ficará com uma delas.

Então, se está claro para você, peça que assine este documento.

Nossos sinceros agradecimentos por sua colaboração,

Taíze Cardoso de Sousa
Email: tayserangel@hotmail.com
(Pesquisadora Responsável)

Profa. Dra. Flaviana dos Santos Silva
Email: flavianads@gmail.com
(Orientadora)

Eu, _____, aceito que meu filho (a) participe da pesquisa "EXPRESSÕES ALGÉBRICAS: A UTILIZAÇÃO DE APLICATIVOS COMPUTACIONAIS NA CONSTRUÇÃO DE PARTITURAS MUSICAIS". Fui claramente informado (a) que meu filho (a) será observado durante 2 horas, das 13h às 15h ou 15h às 17h, a depender em qual turma seu filho seja selecionado(a), no desenvolvimento de atividades com os *softwares*: o que será desenvolvido com esta pesquisa, o Kurupira e com o MuseScore. Foi-me garantido que meu filho (a) poderá desistir da pesquisa a qualquer momento que desejar e que as informações confidenciais serão mantidas em segredo.

Marca do polegar



A rogo do Senhor (a).....

Assinam:

.....
Assinatura da Testemunha 1

.....
Assinatura da Testemunha 2

Ilhéus, ____/____/____

Esta pesquisa teve os aspectos relativos à Ética da Pesquisa envolvendo Seres Humanos analisados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual de Santa Cruz. Em caso de dúvidas sobre a ética desta pesquisa ou denúncias de abuso, procure o CEP, que fica no Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, KM16, Bairro Salobrinho, Torre Administrativa, 3º andar, CEP 45552-900, Ilhéus, Bahia. Fone (73) 3680- 5319. Email: cep_uesc@uesc.br. Horário de funcionamento: segunda a quinta-feira de 8h às 12h e de 13h30 às 16h.

APÊNDICE J
CARTA DE ANUÊNCIA

Irajuba, 17 de fevereiro de 2019.

Ao:

Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos
Universidade Estadual de Santa Cruz

Senhor(a) Coordenador(a) do CEP-UESC

Eu, Alexsandra Souza Lopes, responsável pelo Colégio Estadual Professor Isaías Aleixo, conheço o Protocolo de Pesquisa intitulado “Expressões algébricas: a utilização de aplicativos computacionais na construção de partituras musicais”, desenvolvido pela Pesquisadora Taíze Cardoso de Sousa, e concordo com sua realização após a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido devidamente preenchido e assinado pelas partes.

O início desta pesquisa neste Serviço só poderá ocorrer, a partir da apresentação da carta de aprovação do Sistema CEP/CONEP.

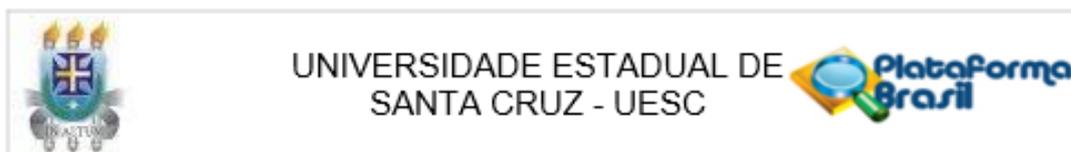
Atenciosamente,


Alexsandra Souza Lopes
Diretora Aut: 09053892019
Validade: 01/04/2022

ANEXOS

ANEXO A

PARECER CONSUBSTANTIVO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Expressões algébricas: a utilização de aplicativos computacionais na construção de partituras musicais

Pesquisador: TAIZE CARDOSO DE SOUSA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 03881818.0.0000.5528

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Santa Cruz

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.088.280

Apresentação do Projeto:

O protocolo Caae 03881818.0.0000.5528, intitulado "Expressões algébricas: a utilização de aplicativos computacionais na construção de partituras musicais", sob a responsabilidade de TAIZE CARDOSO DE SOUSA trata-se de um projeto de pesquisa de mestrado orientado pela Professora Flaviana dos Santos Silva a ser desenvolvido no Programa de Pós Graduação em Educação Matemática (PPGEM) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) contando com financiamento próprio, que pretende investigar e analisar o processo de aprendizado de expressões algébricas nos anos finais do ensino fundamental com a utilização de aplicativos computacionais para construção de partituras musicais. Por tanto 30 estudantes do 7º ano do ensino fundamental do Colégio Estadual do Salobrinho, no município de Ilhéus/BA serão convidados a participar da pesquisa por meio de seis encontros de 2 horas semanais, atingindo assim um total de 12 horas, durante um período de dois meses. No primeiro encontro será aplicado um questionário diagnóstico e no último será aplicado um questionário final.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com o apresentado no projeto, os objetivos da pesquisa são os transcritos abaixo:

Objetivo Primário:

Analisar o processo de aprendizado de expressões algébricas nos anos finais do ensino

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRINHO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** cep_uesc@uesc.br



Continuação do Parecer: 3.088.280

fundamental com a utilização de aplicativos computacionais para construção partituras musicais.

Objetivo Secundário:

1. Desenvolver um aplicativo computacional envolvendo a matemática e as figuras musicais
2. Elaborar e aplicar uma intervenção de ensino para usar o aplicativo criado e promover o aprendizado de expressões algébricas;
3. Verificar as contribuições do uso de aplicativos para o aprendizado de expressões algébricas e numéricas a partir da construção das partituras musicais

Após análises dos objetivos o relator avalia concordância com título e coerência com a metodologia proposta

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios da pesquisa são apresentados como transcrito abaixo:

Riscos:

Ao desenvolver as atividades no ambiente da pesquisa, é possível que algum estudante sinta desconforto ou constrangimento. Isso pode ser ocasionado pelo fato de serem exigidos dos estudantes conhecimentos prévios de alguns conceitos matemáticos. Diante disso, haverá suspensão imediata das atividades com este estudante, explicando-lhe que a qualquer momento poderá retornar as atividades. Também é possível que o estudante se sinta constrangido perante os colegas por um eventual erro cometido ou sofra ansiedade por não acertar manipular os softwares Kurupira e o Musescore o que será remediado pela pesquisadora, informando que sua participação é voluntária no projeto e que as atividades não possuem caráter avaliativo. Caso algum estudante rejeite participação, seus dados não serão utilizados na amostra e sua decisão não trará nenhum prejuízo para seu desempenho na Instituição. Outro risco previsto é que o estudante sinta vergonha ao ser observado (a) durante todo processo. Portanto, caso isso aconteça, ele poderá informar a qualquer momento, para que seja interrompida interromperemos a observação ou a sua atividade.

Benefícios: Esta pesquisa é considerada relevante para a Educação Matemática inicialmente em dois aspectos. Primeiro, por permitir ajudar a melhorar o aprendizado de expressões algébricas

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRINHO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** cep_uesc@uesc.br



Continuação do Parecer: 3.088.280

dos alunos do 7º ano do ensino fundamental. Segundo, por apresentar a partir do desenvolvimento da pesquisa uma nova possibilidade de abordar o objeto matemático em questão, com a música e os aplicativos computacionais. Neste aspecto se apropriará das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) como ferramentas para promover a aprendizagem dos alunos. Texto semelhante foi acrescentado no TCLE e no TALE informando os possíveis riscos/desconfortos e benefícios da pesquisa aos participantes.

Assim, considera-se que esta pesquisa atende aos fundamentos éticos e científicos pertinentes em relação a ponderação entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante, bem justificada e com mérito científico. Articula conceitos matemáticos mediante a utilização de partituras musicais, o que pode ser estimulante para o aluno no processo de aprendizagem.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Acusamos que no protocolo 03681818.0.0000.5526 são apresentados os seguintes documentos, nos termos descritos abaixo:

1. Folha de rosto, devidamente preenchida, com as informações de título do projeto e número de participantes em conformidade com as demais informações cadastradas, assinada e datada pelo pesquisador responsável e pelo responsável institucional;
2. Declaração de responsabilidade, na qual o pesquisador responsável se compromete a iniciar a pesquisa apenas após o término da tramitação da análise ética;
3. Projeto na íntegra, descrevendo satisfatoriamente os fundamentos e procedimentos da pesquisa, possibilitando a análise dos elementos inerentes à ética na pesquisa envolvendo seres humanos;
4. Carta de anuência, devidamente assinada pelo responsável do local de execução da pesquisa;
5. Currículo Lattes da pesquisadora principal, Taize Cardoso de Sousa e da equipe da pesquisa formada pela orientadora Flaviana dos Santos Silva;

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRINHO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** csp_uesc@uesc.br



Continuação do Parecer: 3.088.280

6. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, atendendo ao solicitado na Resolução CNS 466/12 e suas complementares

7. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido atendendo ao solicitado na Resolução CNS 466/12 e suas complementares

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após leitura e análise do protocolo Caae 03681818.0.0000.5526, intitulado "Expressões algébricas: a utilização de aplicativos computacionais na construção de partituras musicais" considerou-se que todas as pendências foram atendidas de maneira satisfatória.

Considerações Finais a critério do CEP:

Em reunião realizada em 12 de dezembro de 2018, o Comitê de Ética em Pesquisa da UESC avaliou as respostas ao parecer com pendências de número 3067495, do projeto "Expressões algébricas: a utilização de aplicativos computacionais na construção de partituras musicais", CAAE 03681818.0.0000.5526, de autoria de TAIZE CARDOSO DE SOUSA, e considerou que todos os aspectos atinentes foram respondidos. Portanto, a decisão final para este protocolo é favorável à sua APROVAÇÃO. Havendo alterações necessárias no projeto, estas deverão ser encaminhadas à este CEP na forma de Emenda. No caso de eventos adversos, estes deverão ser notificados ao CEP. Solicitamos especial atenção no envio dos relatórios semestrais e final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1285895.pdf	11/12/2018 11:59:03		Aceito
Outros	oficio.pdf	11/12/2018 11:58:42	TAIZE CARDOSO DE SOUSA	Aceito

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRIHNO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** cep_uesc@uesc.br



Continuação do Parecer: 3.088.280

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	11/12/2018 11:55:13	TAIZE CARDOSO DE SOUSA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	29/11/2018 10:28:42	TAIZE CARDOSO DE SOUSA	Aceito
Outros	CURRICULODAORIENTADORA.pdf	29/11/2018 10:18:21	TAIZE CARDOSO DE SOUSA	Aceito
Outros	Curriculo_Pesquisadora.pdf	29/11/2018 10:17:33	TAIZE CARDOSO DE SOUSA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	29/11/2018 10:06:26	TAIZE CARDOSO DE SOUSA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta.pdf	29/11/2018 10:05:00	TAIZE CARDOSO DE SOUSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	28/11/2018 15:41:50	TAIZE CARDOSO DE SOUSA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracaoderesponsabilidade.jpeg	28/11/2018 15:39:41	TAIZE CARDOSO DE SOUSA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ILHEUS, 17 de Dezembro de 2018

Assinado por:
Pollyanna Alves Dias Costa
(Coordenador(a))

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRINHO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** cep_uesc@uesc.br

ANEXO B
JOGO NADI

