

MÚSICA E MATEMÁTICA: COMPOSIÇÕES MUSICAIS ATRAVÉS DA ANÁLISE COMBINATÓRIA

Ana Beatriz Bezerra¹
Regiane Yamaguchi²

RESUMO

É conhecida a mitificação da matemática pelos alunos do ensino regular brasileiro. Neste trabalho foi proposto o processo de criação de composição musical como facilitador e incentivador da compreensão de conceitos da análise combinatória. A importância do projeto justifica-se por meio da dificuldade encontrada em se fazer compreender por meios práticos algumas vertentes do pensamento matemático, sendo assim necessários novos meios de relacionar determinados temas. Para isso, o desenvolvimento de analogias entre temas matemáticos e conteúdos musicais surge como uma alternativa a ser explorada, tendo como principal foco a criação de melodias com notas escolhidas e manipuladas através dos princípios da análise combinatória. O objetivo do presente trabalho é investigar a interdisciplinaridade entre música e matemática com ênfase na análise combinatória, desenvolvendo um novo paradigma acerca do entendimento da análise combinatória através de elementos musicais. Utilizou-se o pensamento analógico proposto por Abdounur (2003) para estabelecer relações entre conceitos musicais e princípios da análise combinatória, de modo que os conteúdos relacionados pudessem ser utilizados como ferramenta de ensino da matemática. Sendo assim, os conceitos da composição musical foram abordados em paralelo aos tipos de agrupamento da análise combinatória, ou seja, combinação simples, arranjo e permutação. Por fim, conclui-se que é possível criar composições musicais satisfatórias que podem ser elaboradas utilizando os princípios de análise combinatória, e utilizá-las como recurso didático em sala de aula.

Palavras-chave: Música, Matemática, Análise Combinatória, Composição Musical, Analogia.

INTRODUÇÃO

A relação existente entre matemática e música remonta aos tempos antigos, havendo registros desde a antiguidade pelo matemático grego Pitágoras. No século VI a.C., o matemático realizou experiências em um monocórdio, instrumento de uma única corda esticada presa em dois cavaletes, que mostravam relações entre o comprimento da corda e a altura do som emitido. De acordo com Abdounur (2003), esse experimento é o primeiro registro da associação entre essas áreas de conhecimento e permitiu o entendimento de conceitos musicais que perduram até hoje, como a relação entre os intervalos musicais e as consonâncias.

No ensino básico brasileiro, é reconhecida a dificuldade e insuficiência dos estudantes no que pauta a aprendizagem de matemática. Isso é verificado pelo resultado do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) do ano de 2021, que mostra uma queda no desempenho

¹ Graduanda do Curso de Licenciatura em Música da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, ana.beatriz@estudante.ufcg.edu.br;

² Professora Orientadora: Regiane Yamaguchi. Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, regi.h.yama@gmail.com

de matemática nos anos iniciais e finais do ensino fundamental, como também no ensino médio, evidenciando assim a insuficiência dos alunos da educação básica em assimilar conteúdos da referida matéria.

Como forma de dinamizar o ensino, não só da disciplina matemática, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) incentiva a adoção de estratégias que garantam uma aprendizagem ideal em cada etapa da educação básica. Uma das alternativas citada no texto é “decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares”, de forma que seja incorporada uma perspectiva mais realista em sala de aula.

Tendo como apoio a necessidade em aderir estratégias ativas de ensino, o objetivo principal desse trabalho é investigar a interdisciplinaridade existente entre matemática e música, dando destaque para o conteúdo de análise combinatória. Além disso, de forma específica, a pesquisa também busca desenvolver analogias entre o conteúdo de análise combinatória e elementos da composição musical.

A partir daí, a pesquisa proposta justifica-se como forma de viabilizar o entendimento da disciplina a partir de novos meios, ampliando os debates acerca da interdisciplinaridade e permitindo que o pensamento analógico utilizado para seu desenvolvimento seja aplicado em outros contextos e pesquisas, abordando diferentes conteúdo das duas áreas abordadas.

O uso da música como uma dessas ferramentas para viabilizar o ensino matemático, parte da adesão popular ao universo musical, uma vez que a música pode ser considerada, conforme dito por David Elliot (2005) uma prática humana e diversificada. Portanto, a introdução da música em um contexto que causa certo transtorno nos alunos, como as aulas de matemática, pode assumir o papel de aliviar tais problemas.

Nesse sentido, o trabalho procurou abordar os temas de maneira que a música fosse um fator a contribuir na matemática. Ou seja, procurou-se desviar da ideia de que a matemática é um recurso para se entender música, e aproximar-se de que a música é um recurso para se entender matemática. Além disso, a ideia inicial também era de fugir da relação mais conhecida entre as áreas: Pitágoras e o monocórdio. Essa estratégia contribuiu para que fossem desenvolvidas analogias novas e diferentes das encontradas usualmente nos trabalhos que fazem menção às duas áreas.

Para o desenvolvimento das analogias e construção teórica do trabalho, utilizou-se como metodologia o pensamento analógico proposto por Abdounur (2003). Assim, o uso dessas analogias assume papel fundamental para além do ensino matemático, atingindo um aspecto criativo e técnico que possibilita tanto a assimilação do conteúdo quanto estimula musicalmente os alunos expostos a essa metodologia.

METODOLOGIA

Nesse estudo, foi utilizada uma abordagem qualitativa para compreender as relações analógicas entre matemática e música e desenvolver uma nova abordagem utilizando os conceitos de análise combinatória e composição musical. Essa abordagem permite a compreensão contextualizada das interações entre as duas disciplinas.

A pesquisa foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa, foi feito o levantamento e análise de livros e trabalhos acadêmicos relevantes para o tema, que viabilizou a identificação do material utilizado como referencial teórico. A análise das informações dessas fontes permite a fundamentação do estudo realizado. Após, a coleta desse material, foi realizada a segunda etapa da pesquisa: o uso do pensamento analógico, proposto por Abdounur (2003), para encontrar um novo paradigma entre matemática e música. Nesse momento, todo o conteúdo analisado inicialmente foi utilizado de base para a construção da analogia entre os temas propostos no trabalho.

Por fim, o resultado da segunda etapa foi analisado e comparado com a bibliografia usada no trabalho, a fim de garantir a validade e confiabilidade do projeto e da metodologia empregada na pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

A necessidade de tornar a disciplina Matemática mais acessível aos alunos da educação básica, demanda o uso de alternativas para um ensino eficiente dos conteúdos. Nesse sentido, é essencial a abordagem estar de acordo com a vivência dos estudantes a quem se leciona. Rêgo e Rêgo (2000) destacam a urgência na introdução de novas metodologias de ensino onde o aluno seja sujeito da aprendizagem, mas sempre respeitando o contexto no qual está inserido e levando em consideração as motivações próprias de sua idade.

Com base nesse pensamento, o ensino matemático pode ser relacionado a ações cotidianas, bem como a atividades que despertam prazer e vontade nos alunos. É sobre isso que discorre Machado (1991), mostrando exemplos de como metáforas e alegorias podem facilitar o entendimento de alguns conteúdos. De fato, segundo o autor, usar esse pensamento é essencial ao docente.



Sem dúvida, o valor da Metáfora enquanto instrumento literário é amplamente reconhecido, sendo inteiramente dispensáveis ou impertinentes considerações a respeito, sobretudo oriundas de um professor interessado no ensino de Matemática. (MACHADO, 1991, p. 80)

Dessa maneira, ao negligenciar esse aspecto em sala de aula o professor distancia-se do seu principal objetivo, dificultando a aprendizagem e contribuindo para a desmotivação dos discentes, o que ocasiona um baixo desempenho geral na disciplina.

O estudo puramente abstrato da matemática parece ser um dos principais responsáveis pelo fracasso escolar nesta disciplina, comprovado pelas baixas médias obtidas por estudantes brasileiros em exames de proficiência (VAZ, 2011, p. 193).

Portanto, compreende-se que introduzir a matemática no cotidiano do aluno, distanciando-se do ensino teórico abstrato é um fator crucial na aprendizagem da disciplina. O uso de recursos variados durante as aulas, permite que seja possível aprender por meio da associação de significados, criando elementos que sirvam de gatilhos para relembrar o conteúdo ensinado.

Assim, o reconhecimento de semelhanças na diversidade favorece consideravelmente o processo de apreensão, utilizando-se a memória com função principalmente estrutural no sentido de preocupar-se apenas com os esquemas, cada qual associado a diversos significados (ABDOUNUR, 2003, P. 169).

Também foi tida como base a ideia de interdisciplinaridade, ou seja, associação de ideias de diferentes disciplinas, nesse caso música e matemática. Dentre os diversos benefícios da educação interdisciplinar, Terradas (2011) demonstra que existe contribuição tanto para o conhecimento do aluno, como também para a formação profissional, podendo fazer uso para a produção de uma aprendizagem significativa. Dessa forma, é fundamental que o professor tenha conhecimento suficiente das áreas relacionadas para que seja o agente responsável por conduzir a associação dos ramos distintos.

No texto proposto por Abdounur (2003), é elaborado o conceito de analogias no ensino matemático como um recurso que estabelece relações ou proporções entre coisas diferentes com o intuito de criar *insights* facilitadores da compreensão do conteúdo. Sendo assim, o presente trabalho apresenta-se como um bom exemplo de analogia que relaciona o ensino de análise combinatória com conceitos da composição musical.

No entanto, com a intenção de obter mais eficiência das analogias e da abordagem interdisciplinar, surge a preocupação em associar o conteúdo a temas ou disciplinas que

chamem a atenção do estudante de forma positiva. França (2016) traz a perspectiva do uso da música como recurso interdisciplinar justamente por ser uma disciplina de apreço e de estabelecer tais associações, bem como desenvolver analogias.

A natureza interdisciplinar do conhecimento não se situa no campo pragmático que opera no nível das “atividades” nem no extremo teórico que ignora a sala de aula: a interdisciplinaridade se situa na vida. Igualmente, a música se oferece à abordagem interdisciplinar pelo simples fato de ser intrínseca à vida e à cultura. Existem afinidades, interfaces e convergências inquestionáveis entre música e diversas áreas do conhecimento humano (FRANÇA, p. 89, 2016).

No que diz respeito a educação musical como forma de viabilizar novas experiências em sala de aula, vale ressaltar a importância da introdução da música no cotidiano do ensino básico brasileiro. De acordo com Fonterrada, “a questão do acesso ao fazer artístico ultrapassa a do lazer ou da indústria do entretenimento” (FONTERRADA, 2005, p. 10-11). Portanto oferecer aos estudantes essa aproximação com a música, tem grande impacto nas ações pedagógicas, principalmente no que diz respeito a metodologias ativas.

Ainda referente ao uso da música como ferramenta interdisciplinar, surgem motivos relevantes para tal aplicação. A pesquisa da educação musical interdisciplinar atinge outros pontos além do ensino de conteúdo. Lima (2007) questiona sobre a integração dos processos de ensino aprendizagem musical interdisciplinar, levantando a possibilidade de que tais ações pedagógicas surjam como proposta para resolver problemas da área.

Isso parece provável, se pensarmos em um ensino musical que caminhe para um amplo processo de humanização. Não poderíamos falar de uma prática musical interdisciplinar que não pensasse a música sob essa ótica. Sendo assim, problemas importantes da sociedade passariam a gerir as pesquisas musicais interdisciplinares [...]. (LIMA, p. 63, 2007)

Por tais motivos, Penna (2006) defende o intercâmbio entre música e outros campos do saber, sempre estabelecendo um diálogo entre eles. Nesse sentido, como posto por Camargos (2011), é entendido que as analogias propostas com a música, além de serem fatores facilitadores para o ensino matemático, são concomitantemente uma forma de produzir interesse e engajar os alunos na aprendizagem musical.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise do material coletado, foram desenvolvidas algumas possíveis analogias entre análise combinatória e música. Uma abordagem inicial observada foi referente a formação

de acordes e os princípios matemáticos da combinação. Na música, um acorde acontece quando duas ou mais notas soam simultaneamente. Dessa maneira, a relação com combinação se estabelece, uma vez que para a formação de acordes devem ser escolhidas notas distintas para compor o mesmo, e independente da ordem que as notas sejam escolhidas, o acorde resultante será o mesmo. Por exemplo, o acorde de “Dó Maior” é formado pelas notas Dó, Mi e Sol, no entanto, caso a ordem tocada seja Sol, Mi e Dó, o resultado final continua sendo um acorde de “Dó Maior”. E, assim como na combinação matemática, a ordem escolhida não importa para o resultado.

Outra analogia proposta foi referente a criação de melodias (notas que são tocadas de forma sequencial) com o conceito de “Arranjo”. Tal relação foi proposta tomando como base a ideia de que para o reconhecimento sonoro de uma melodia, a ordem em que as notas são executadas é essencial, da mesma maneira que para o entendimento de “arranjo” é compreendido que a ordem em que os fatores são executados é importante.

Usando ainda essa ideia sobre criação de melodias, também é possível fazer analogia com o conceito matemático de permutação, tendo em vista que a ordem é um fator essencial em ambas concepções.

Referente à analogia com arranjo, foi possível observar através de exemplo o funcionamento da mesma. Tendo como ponto de partida as sete notas musicais naturais (Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si) as possibilidades de criação de melodias com esses sons disponíveis, com ou sem repetição de notas, está análoga à ideia de arranjo: agrupamentos formados com elementos que ocupam uma ordem específica.

Já na ideia de permutação, foi proposta a análise de uma melodia já existente. Portanto, nesse caso, uma melodia composta pelas notas “Dó”, “Ré”, “Mi” e “Fá” por exemplo, seriam reorganizadas. No entanto, nessa situação a ordem seria trocada apenas entre essas quatro notas do conjunto de notas já proposto.

Cabe ressaltar que a permutação pode ser usada em outros aspectos além de em melodias prontas, como por exemplo na criação de melodias por parte das notas de acordes, uma vez que ao executá-las de maneira sequencial, deixam de ser um acorde e se tornam uma proposta melódica. Na pesquisa elaborada, para a obtenção do resultado final, a ideia de permutação foi usada dessa maneira.

Para utilizar desses conceitos na criação de composições musicais foi necessário compreender a melhor maneira de organizar as analogias encontradas, para que os resultados sonoros encontrados fossem satisfatórios. Conseqüentemente, foi elaborado um modelo a se

trabalhar para tal composição. Cabe ressaltar, que com esses mesmos conceitos podem ser desenvolvidas outras possibilidades.

Nessa pesquisa, a composição musical seria o resultado da combinação das notas conforme o processo descrito:

- a) O primeiro momento para a composição deve ser o estabelecimento da quantidade de compassos e quais os acordes serão utilizados na música. Sendo assim, deve-se utilizar da formação dos acordes para compilar as notas a serem usadas em cada compasso. Também deve ser definido de quantas notas será cada acorde.
- b) Seguindo adiante, devem ser usados as notas dos acordes selecionados para a criação da melodia da música. Então, a cada compasso deve ser feita a permutação das notas dos acordes. Sendo assim, a cada compasso teremos uma melodia formada pela reorganização das notas do acorde, que serão tocadas de forma sequencial e, por tal motivo, temos a ordem como elemento importante.
- c) Para que seja melhor entendida a importância da ordem em que as notas são executadas, pode-se repetir o processo. Fazendo uma nova permutação entre as notas dos acordes.

Exemplificando o modelo sugerido:

- a) Para a composição foi definido que serão quatro compassos, cada acorde poderá ter quatro notas e serão acordes diferentes a cada compasso. Portanto, deverão ser combinados quatro grupos de notas, um para cada compasso.
- b) Os acordes escolhidos para os quatro compassos foram os acordes formados pelas notas “Dó, mi, sol e si”, “Ré, fá, lá e dó”, “Mi, sol, si e ré” e “Fá, lá, dó e mi”, para os compassos um, dois, três e quatro, respectivamente. Portanto, a aplicação da permutação alinhada a ideia de compor surge da ideia de reorganizar essas notas, fazendo que soem de forma satisfatória junto ao acorde. Então, no compasso um, a primeira sequência escolhida foi de “dó, si, sol e mi”. Essas notas deveram ser tocadas juntamente com o acorde, fazendo soar a melodia e o acorde correspondente. O mesmo processo deve ser feito nos demais compassos.
- c) Em uma repetição, a ordem do primeiro compasso pode mudar, ficando “Mi, sol, do si”. O mesmo deve ser feito com os outros compassos. O ideal, é que seja observado que a cada permutação feita, o resultado sonoro é diferente, pois a ordem escolhida para a execução das notas é um fator essencial.

Através dessas sugestões e das analogias propostas, tem-se como resultado composições musicais que funcionam como objeto didático para o ensino e compreensão da análise combinatória. Vale lembrar, que o exemplo citado é apenas para demonstrar de forma prática como funcionaram os testes da pesquisa apresentada e que os resultados podem sofrer modificações a depender da maneira em que for conduzido o processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desse trabalho foi desenvolver analogias entre a análise combinatória e composições musicais, e compreender como o uso desse recurso pode proporcionar uma visão interdisciplinar sobre o conteúdo, trazendo uma proposta criativa e musical para o conteúdo trabalhado. Assim, cria-se uma abordagem interdisciplinar, como sugerido na BNCC, para uma disciplina com deficit na aprendizagem.

Além disso, a aplicação prática dos assuntos abordados mostrou-se promissora como forma de orientação em processos criativos. Professores podem utilizar dessas analogias a fim de explorar a capacidade de criação dos alunos, introduzindo novos conceitos e experimentando novos arranjos musicais.

Cabe também frisar que as analogias entre análise combinatória e música acionadas nesse trabalho abrem um leque de opções para trabalhar o tema. Nessa pesquisa utilizou-se apenas os conceitos de melodia e acordes. No entanto, a abordagem pode ser diferente, e fazer uso de outros conteúdos musicais, colaborando com futuras pesquisas explorando esses temas. Dessa maneira, surgem inúmeras possibilidades mais detalhadas para a criação de composições musicais mais ricas utilizando as ideias trabalhadas aqui.

Por fim, observa-se a relevância na interdisciplinaridade entre disciplinas distintas, incentivando novas pesquisas nas áreas destacadas. A integração entre matemática e música através do uso de recursos analógicos, amplia a compreensão teórica e didática, mas também demonstra a importância da inserção da música nessas abordagens.

REFERÊNCIAS

ABDOUNUR, O. J. **Matemática e Música: O pensamento analógico na construção de significados**. 3 ed. São Paulo: Escrituras Editora. 2003. 333 p.

ALBANO DE LIMA, S. Interdisciplinaridade: Uma prioridade para o ensino musical. **Revista Música Hodie**, Goiânia, v.7, n.1, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/musica/article/view/1754/12183>. Acesso em 16 nov. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **SAEB 2021**. Brasília, DF: INEP, 2021. Disponível em: https://download.inep.gov.br/saeb/resultados/press_kit_saeb_2021.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

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

CAMARGOS, C. B. R., Matemática e Música: Um projeto de Modelagem sob uma Perspectiva do Pensamento Analógico. **Revista da Educação Matemática UFOP**. v. 1. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufop.br/redumat/article/view/1997/1535>. Acesso em: 16 nov. 2023.

ELLIOT, D. J. **Music Matters: A new philosophy of music education**. Oxford: Oxford University Press, 1995.

FONTEERRADA, M. T. O. **De tramas e fios: um ensaio sobre música e educação**. São Paulo: UNESP, 2005.

FRANÇA, C. C. A interdisciplinaridade da vida e a multidimensionalidade da música. **Música na Educação Básica**. Londrina, v. 7, n. 7/8, 2016. Disponível em: <https://revistameb.abem.mus.br/meb/article/view/155>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MACHADO, N. J. A Alegoria em Matemática. **Estudos Avançados**. v. 5, n. 13, p. 79-100, 1991. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/8622>. Acesso em: 15 nov. 2023.

PENNA, Maura. Desafios para a educação musical: ultrapassar a educação musical e promover o diálogo. **Revista da ABEM**, Porto Alegre, v. 14. N. 14, p. 35-43, 2006. Disponível em: <https://revistaabem.abem.mus.br/revistaabem/article/view/310>. Acesso em: 16 nov. 2023.

RÊGO, R. G.; RÊGO, R.M. **Matemática**. 4 ed. João Pessoa: Universitária/UFPB, INEP, Comped: 2000. 224 p.

TERRADAS, R. D. A Importância da Interdisciplinaridade na Educação Matemática. **Revista da Faculdade de Educação**. v. 16, n. 2, p. 95-114, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/ppgedu/article/view/3901>. Acesso em: 15 nov. 2023.

VAZ, L. J. L. R; PINHO, M. O. Música e matemática – um minicurso interdisciplinar. **Zetetiké**, Campinas, v. 19, n. 1. p. 179-194. 2011. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646650/13552>. Acesso em 15 nov. 2023.