

MATEMÁTICA COM MÚSICA ENQUANTO CIÊNCIA: IMPLICAÇÕES DE UM ESTUDO DE CASO NO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO

Lucas Teixeira da Silva¹

GDn° 3 – Educação Matemática no Ensino Médio

Resumo: Este trabalho é referente ao projeto de pesquisa de mestrado intitulado “Ensinando Matemática com Música enquanto ciência: implicações pedagógicas de um estudo de caso”, no qual apresenta uma proposta de experimento que visa avaliar as possibilidades de aprendizagem dos conteúdos de Matemática quando articulados com o ensino de Música no segundo ano do Ensino Médio, por meio da aplicação de uma sequência didática. Busca-se responder ao questionamento “de que forma é possível integrar, de maneira interdisciplinar, a música e o fenômeno físico do som no desenvolvimento do processo e ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos, aliando o ensino de temas de interesse, tecnologias digitais, considerando a perspectiva cultural?”, sendo o objetivo geral investigar de que forma a contextualização dos conteúdos matemáticos com outras áreas qualifica o processo de ensino e aprendizagem. A metodologia consistirá em uma abordagem qualitativa com a análise da aplicação de uma sequência didática com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, utilizando, como suporte teórico, a teoria da aprendizagem significativa e o pensamento sobre ensino de cultura integrada aos conteúdos matemáticos. Os dados serão coletados através de questionários pré e pós experimento aliado aos registros de produção dos participantes durante a realização das atividades. O enfoque da análise será a de identificar indícios de aprendizagem significativa e de associação de conteúdos de diferentes áreas, possibilitando aos estudantes relacionarem os conteúdos matemáticos com suas aplicações.

Palavras-chave: Educação Matemática. Música. Ensino Médio. Cultura.

INTRODUÇÃO

A Música se faz presente desde o início da história da humanidade. Nas primeiras aglomerações sociais, as tribos, os tambores rústicos feitos com madeira e pele de animais conseguiam expressar sentimentos de medo, ansiedade, afeição e outras sensações que fugiam a razão, em um período histórico onde a forma de comunicação era rudimentar e limitada. Isto começou a dar forma ao jeito que os seres humanos se expressavam, evoluindo posteriormente para danças, gravuras, esculturas e demais meios que posteriormente compunham o que hoje se conhece como arte.

Das grandes civilizações do mundo antigo até a sociedade contemporânea, a música passou por um processo de evolução, fortemente influenciado por fatores regionais e socioeconômicos. Neste sentido a pergunta que se busca responder neste trabalho científico

¹ Universidade Luterana do Brasil – ULBRA; Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática; luccas.txs@gmail.com; orientador(a): Claudia Lisete Oliveira Groenwald.

é: de que forma se pode desenvolver o processo de ensino e aprendizagem, de maneira interdisciplinar, de conteúdos matemáticos relacionados ao fenômeno sonoro dando sentido ao seu estudo, aliando o ensino de temas de interesse e considerando a perspectiva cultural na educação de Ciências e Matemática?

Com este questionamento, estipula-se como objetivo geral investigar de que forma a contextualização dos conteúdos matemáticos com outras áreas, qualifica o processo de ensino e aprendizagem dos mesmos no Ensino Médio, sendo os objetivos específicos: (I) investigar as relações entre o tema Música e Matemática na perspectiva cultural; (II) identificar e elencar quais os potenciais conteúdos matemáticos são cabíveis de contextualização com a Música e a Física do Som; (III) elaborar atividades encadeadas em uma sequência didática, aliando os temas Música e Matemática com enfoque no uso de Tecnologias Digitais; e (IV) investigar a implementação da sequência didática e as ações dos alunos frente ao experimento realizado.

Percebe-se que a linha de evolução das ferramentas matemáticas coincide com a evolução da música enquanto ciência. Por exemplo, o som não era visto como um fenômeno físico até que as relações entre funções trigonométricas e eventos ondulatórios fosse clara. Evoluindo no contexto musical, as relações entre diferentes instrumentos e harmonia entre notas musicais não era devidamente padronizada até a relação destes conceitos com o universo dos logaritmos. E, ainda sobre a evolução desta relação, o estudo de harmônicos que compõem um som, objeto de estudo tanto de Físicos quanto de Matemáticos, em seu enfoque principal a dar base para modelagem de fenômenos que envolviam frequências (tais como eletricidade, luz e som por exemplo), deve-se à evolução do cálculo e do estudo sobre equações diferenciais, a forma complexa de análise e estudo do espectro sonoro.

Tais exemplos tornam possível perceber a forte relação e conexão entre os assuntos matemática e música. Atualmente estes temas não são devidamente explorados e contextualizados nos conteúdos matemáticos nas escolas de Ensino Básico e até mesmo no nível superior.

O autor Abdounur, em seu livro *Matemática e Música* (2015), busca enfatizar as implicações educacionais da contextualização dos conteúdos matemáticos através da música e de como a experimentação em sala de aula, com o uso das teorias aprendidas, deixa marcas nos alunos e os fazem refletir sobre a usabilidade do conhecimento que lhes está sendo apresentado em seu cotidiano.

Neste intuito, propõe-se responder à esta questão através da aplicação de uma sequência didática que envolva os conteúdos matemáticos, o estudo da física do som e as relações da teoria musical, a fim de produzir momentos onde os alunos possam contextualizar a Matemática em relação a sua usabilidade no mundo real. Os pilares teóricos e metodológicos desta pesquisa serão discutidos a seguir.

REFERENCIAL TEÓRICO

Esta pesquisa terá como norteadores teóricos 4 temas principais: a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel; a discussão do ensino através da Interdisciplinaridade; o Pensamento Analógico na construção de conceitos; e o uso da perspectiva Cultural em sala de aula para contextualização de conteúdos matemáticos.

A seguir apresenta-se uma breve discussão dos temas referidos:

Teoria da Aprendizagem Significativa

Com o intuito de se dar uma visão geral da teoria de aprendizagem de David Ausubel (1968, 1978, 1980, 2000), foram elencados trabalhos dos autores LIBÂNEO, ROGERS, COLL e MOREIRA, com enfoque principal neste último autor citado, para a explicitação dos conceitos sobre a teoria da aprendizagem significativa.

Como teoria principal desta pesquisa, cabe ressaltar que a teoria da aprendizagem significativa tem enfoque na aprendizagem cognitiva, pois, segundo Moreira (2018), “aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva” (p.160). Ainda sobre esta teoria, o principal fator que influencia a aprendizagem decorre dos conhecimentos que o aluno já possui, ou seja, daquilo que ele já sabe. Organizar conceitos de forma que criem relações de significância ao aluno tendem a criar sentido no que se é aprendido. Ainda conforme Moreira, “aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”. Nesta pesquisa, esta é a definição adotada para esta teoria a fim de discuti-la na relação dos conteúdos matemáticos com a Música enquanto ciência.

Interdisciplinaridade

Neste segundo pilar teórico em que este projeto se alicerça, tem-se a discussão sobre temas de interesse e o fator de Interdisciplinaridade dentro de propostas pedagógicas. Em relação a interdisciplinaridade, este já é um tema amplamente discutido e ressaltamos a dificuldade de se encontrar uma unanimidade na definição da mesma. Há, porém, como se dar uma pequena prévia de sua significância e de como este tema será articulado em neste projeto. Demo (1998, p.88-89) trás uma definição de interdisciplinaridade, como sendo “[...] a arte do aprofundamento com sentido de abrangência, para dar conta, ao mesmo tempo, da particularidade e da complexidade do real”. Esta definição vem ao encontro da proposta deste trabalho, pois trabalhar a relação entre duas áreas até então distintas e com muitas particularidades, é um grande desafio, principalmente quando o objetivo é a criação de relações e significados. Reiterando este fator de dificuldade, Campos (2009, p.25) discorre que “apesar da dificuldade, há uma interação muito maior entre alunos e professor quando se utiliza atividades que envolvem diversas áreas do saber”.

Por fim, trabalhar com interdisciplinaridade promove o enriquecimento de saberes e na construção de relações complexas, o que abre grande margem para a discussão deste assunto em conjunto da teoria da aprendizagem significativa, considerando a relação entre conhecimentos prévios e novos.

Pensamento Analógico

Quando se fala nas relações entre Matemática e Música, é impossível não se falar sobre o pensamento analógico. Este tema se tornou importante para esta proposta de estudo por seu destaque em âmbito nacional dos trabalhos de Abdounur (1999), onde o autor propõe estratégias didáticas para se trabalhar a história da Matemática em conjunto à história da Música, evidenciando a intersecção entre as duas ciências. O pensamento analógico é a resposta pedagógica para execução deste tipo de proposta de ensino. Uma das definições trazidas por Abdounur (1999, p 113) discorre que “dentre as distintas características do pensamento analógico, [...], trata-se de um tipo de raciocínio não dedutivo matematicamente, impreciso, que busca similaridade entre objetos”. Neste sentido, associa-se o conceito de analogias para a criação de significados. Para Machado (2002, p. 37), a construção de

significados é “sempre uma ação de significar, de transformar em signo, de representar por um signo, através de um processo de abstração”.

Por fim, considerando estes pressupostos, a ideia deste trabalho é justamente estabelecer um diálogo entre esta ideia de criação de significados, o trabalho interdisciplinar e a teoria da aprendizagem significativa, no intuito de justificar a sequência didática que será proposta.

Cultura

Para elencar esta temática, levou-se em conta a necessidade de discutir, em um trabalho que envolve alguma forma de arte, o ensino e as possibilidades de se trabalhar com cultura em sala de aula. Sobre referencial relacionado diretamente à educação, em uma pesquisa inicial para a elaboração deste projeto, evidenciou-se poucos trabalhos que relacionem os temas, o que será uma grande aposta desta proposta. No entanto, nos apoiaremos nas ideias de Godoy e Santos (2014) que discorrem sobre a importância da cultura no meio social e educacional.

Ainda neste levantamento inicial, os trabalhos que discutem cultura na educação, optam pela abordagem no sentido de quais os impactos e influências que um contexto social e cultural impõe sobre o currículo e suas particularidades regionais, mas não o impacto epistemológico de se trabalhar a cultura em conjunto dos conteúdos em sala de aula. Neste aspecto, a educação pode utilizar a cultura como forma de problematização de temas de interesse social.

Entendemos, com isso, que essa centralidade da cultura nos ajuda a pensar a educação escolarizada, privilegiando mais as identidades do que as diferenças, trazendo para as discussões, entre as paredes das salas de aulas das diferentes disciplinas, a questão da pluralidade cultural, religiosa, racial, sexual, econômica, política etc. (GODOY, SANTOS. 2014, p. 39).

Tendo como norteador este âmbito, espera-se que esta pesquisa dê fortes contribuições à discussão da interrelação entre cultura e sala de aula em relação às suas contribuições ao processo de ensino e aprendizagem.

METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

Para alcançar os objetivos apresentados neste projeto, a seguir serão elencadas as etapas metodológicas da pesquisa, salientando que esta pesquisa é de caráter qualitativo caracterizado por um estudo de caso.

Quanto à abordagem qualitativa, salienta-se que o enfoque de estudo deste projeto se dá nos processos de significância e construção de relações entre diferentes áreas, dando mais importância ao processo e ao significado atribuído pelas pessoas às coisas, o que vem ao encontro da proposta qualitativa. Segundo GODOY (1995, p.63) “os pesquisadores qualitativos tentam compreender os fenômenos que estão sendo estudados a partir da perspectiva dos participantes”, como por exemplo, esta proposta de experimento, que objetiva avaliar os impactos do ensino de matemática em conjunto à outras áreas, avaliando então, de que forma os alunos estabelecem as relações.

A fim de justificar a escolha pelo estudo de caso, evidenciam-se suas características referentes à particularidade do estudo (restringindo a uma parcela ou grupo de indivíduos) e sobre seus métodos de análise. Como refere Yin (1993):

A orientação inicial do estudo de caso aponta para múltiplas fontes de evidência. A avaliação do estudo de caso por, assim, incluir o uso de análise de documentos, entrevistas abertas e fechadas, análise quantitativa de dados registados, e observações de campo directas (p.67).

Os métodos de análise descritos pelo autor são próprios da abordagem qualitativa e de um estudo focado em um grupo de indivíduos, como é o caso deste experimento.

Etapas da Pesquisa

Considerando a proposta de investigação apresentada, foram elencadas quatro etapas principais: pesquisa, construção da sequência, aplicação do experimento e análise dos dados.

A **primeira etapa** da pesquisa consistirá em um levantamento dos principais conteúdos matemáticos que podem ser relacionados com a Física do Som e a Música. Além deste levantamento, será pesquisado, em paralelo, aspectos históricos que encadeiem e relacionem o desenvolvimento da Música em virtude do desenvolvimento e das novas descobertas matemáticas a partir do século XX.

Na **segunda etapa** serão reunidos os dados obtidos da primeira etapa para o início da elaboração da sequência didática e questionários que serão aplicados. Neste ponto, a pesquisa entra em uma fase diagnóstica, avaliando possibilidades e desafios da implantação do experimento. Em paralelo, também se fará contato com a 27^a Coordenadoria de Ensino local a fim de elencar as possíveis escolas que poderão receber o experimento, a fim de se realizar a escolha em definitivo.

A **terceira etapa** consistirá na aplicação do experimento, que se subdividirá em dois momentos: a aplicação de um teste piloto e a aplicação do experimento propriamente dita. O teste piloto servirá para uma pré-avaliação dos resultados, a fim de otimizar a sequência e qualificar o método de coleta de dados para a posterior análise. Aqui, cogita-se, se necessário, aplicação de engenharia didática para incremento na sequência e no projeto como um todo.

Na **quarta etapa** é onde será realizada a análise final dos dados obtidos. Também nesta etapa, inicia-se a construção do referencial teórico para articulação com os resultados obtidos. Por fim, a redação da dissertação e o envio da mesma para a Qualificação e posterior defesa encerram o processo de pesquisa.

Instrumentos de Coleta de Dados

Como instrumento de coleta de dados, serão utilizados questionários, aplicados antes, e após o experimento, no intuito de tentar se identificar a ocorrência de aprendizagem significativa, e também serão analisados os registros das atividades e as produções dos alunos, tanto em softwares quanto em produções físicas (como a construção de instrumentos simples, por exemplo). Ressalta-se que o enfoque é identificar a ocorrência de aprendizagem significativa e os impactos do ensino de cultura em sala de aula, principalmente comparando a visão pré e pós experimento (através dos questionários) e as estratégias adotadas pelos alunos durante a aplicação da sequência didática (através dos registros individuais ou coletivos).

JUSTIFICATIVA

Para corroborar a importância de se trabalhar estes assuntos de maneira integrada em sala de aula, o principal aspecto a ser analisado é o da devida contextualização dos conteúdos matemáticos, dando sentido usual ao que se aprende, e ao pensamento analógico, fazendo relação de conceitos conhecidos com novos conceitos através de analogias.

Em uma breve reflexão, o alto nível de abstração exigido pela Matemática aliado a falta de contextualização adequada dos conteúdos, produz dificuldades no ensino e aprendizagem dos conceitos matemáticos. Como exemplo, pode-se citar o desenvolvimento do conteúdo de funções, que, muitas vezes, é desenvolvido sem contextualização com a sua usabilidade em situações do cotidiano, também como análises financeiras ou modelagem de pequenos fenômenos físicos.

O ato de contextualizar está definido nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2000):

O critério central é o da contextualização e da interdisciplinaridade, ou seja, é o potencial de um tema permitir conexões entre diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático, ou, ainda, a relevância cultural do tema, tanto no que diz respeito às suas aplicações dentro ou fora da Matemática, como à sua importância histórica no desenvolvimento da própria ciência (p. 43).

Ainda defendendo a importância da contextualização no âmbito da melhor assimilação dos estudantes do conteúdo trabalhado, de acordo com Tufano (2001), contextualizar é o ato de colocar no contexto, ou seja, colocar alguém a par de alguma coisa; uma ação premeditada para situar um indivíduo em lugar no tempo e no espaço desejado.

Neste sentido, a contextualização através de analogias propõe formas de desenvolver os conteúdos que visam facilitar a compreensão e assimilação dos mesmos. Isto é evidenciado, principalmente em sala de aula, em diferentes perfis de aprendizagem por parte dos alunos, estes possuindo diferentes formas de assimilação e compreensão dos conteúdos. Para Armstrong (2001), na teoria das múltiplas inteligências de Gardner, a inteligência pode ser expressa em uma gama de múltiplas competências, sendo elas a lógico-matemática, linguística, corporal-cinestésica, espacial, intrapessoal e a musical (p.14-15). Como exemplo, tem-se alunos com características de aprendizado mais voltadas ao aspecto visual, utilizando de representações para o teste de hipóteses, ou ainda, o aluno mais processual, aquele focado na forma da resolução de um problema através de algoritmos e processos

mecânicos. Para Abdounur (2015), evidenciar conhecimentos através de analogias, focando nas semelhanças do que já se é conhecido, favorece a assimilação de novas ideias e esquemas (p.204). Com isto, fica evidente que o papel do professor no século XXI é o de proporcionar estes diferentes momentos de aprendizagem sobre um mesmo tema para atingir um maior número de alunos.

[...] a música é um tipo de arte com imenso potencial educativo já que, a par de manifestações estéticas por excelência, explicitamente ela se vincula a conhecimentos científicos ligados à física e à matemática além de exigir habilidade motora e destreza que a colocam, sem dúvida, como um dos recursos mais eficazes na direção de uma educação voltada para o objetivo de se atingir o desenvolvimento integral do ser humano. (SAVIANI, 2003. p.40)

Ainda sobre contextualizar os conteúdos, este ato permite que haja interdisciplinaridade entre áreas e assuntos, dinamizando a relação entre conteúdos até então distintos, deixando o processo de ensino e aprendizagem com mais sentido e mais completo.

Como exemplo, se pode trabalhar as funções trigonométricas, relacionando a sua representação gráfica à representação geométrica do som e suas características, que por sua vez, podem evoluir para o ensino da Música enquanto arte. Outra oportunidade a ser evidenciada trata-se da música ser um processo cultural que se deu desde a pré-história até os tempos modernos, o mesmo torna-se um assunto carregado de história e de uma visão sobre diferentes sociedades ou momentos históricos. Desde a música nas igrejas na Idade Média, até a música renascentista do século XIV, estas estão carregadas de história, de interesses sociais e acompanham a evolução das ciências, envolvendo seus aspectos filosóficos, tornando-se assim um assunto com grande riqueza para a sala de aula.

A música auxilia na aprendizagem de várias matérias. Ela é componente histórico de qualquer época, portanto oferece condição de estudos na identificação de questões, comportamentos, fatos e contextos de determinada fase da história. Os estudantes podem apreciar várias questões sociais e políticas, escutando canções, música clássica ou comédias musicais. O professor pode utilizar a música em vários segmentos do conhecimento, sempre de forma prazerosa, bem como na expressão e comunicação, linguagem lógico-matemática, conhecimento científico, saúde e outras. Os currículos de ensino devem incentivar a interdisciplinaridade e suas várias possibilidades. (CORREIA, 2003. P. 84-85)

Além das possibilidades de práticas interdisciplinares nestes assuntos, o estudo do fenômeno sonoro, e posteriormente do universo musical, facilita a introdução de tecnologias digitais em sala de aula, uma vez que, para a análise do espectro sonoro, existem uma gama

de softwares e aplicativos que, de uma forma visual, ajudam ao professor a reforçar a teoria e mostrar sua implicação prática. Segundo Santos (2012) o momento atual pode promover reflexões acerca da utilização dos aparatos digitais, como smartphones, tablets, computadores, calculadoras, de modo que possam enriquecer intervenções pedagógicas nos processos de ensino e aprendizagem. Segundo o NCTM (2015), para uma aprendizagem significativa da disciplina de Matemática, a tecnologia deve ser considerada como uma característica indispensável em sala de aula (p.78).

Como resultados da conclusão da primeira etapa, destacam-se a relação de conteúdos com potencialidade de contextualização com o universo musical separados por nível de ensino, conforme Figura 1.

Figura 1 – Levantamento de Conteúdos



Fonte: AUTOR, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa encontra-se na etapa de elaboração da sequência didática (segunda etapa), além do contato com a 27^a Coordenadoria Regional de Educação da cidade de Canoas/RS a fim de definir a(s) escola(s) participantes do experimento.

Os conteúdos elencados na Figura 1, estão sendo a base da construção da sequência didática, descrito na etapa 2. Espera-se que a aplicação de um teste piloto ocorra no final de 2019, sendo a aplicação do experimento no primeiro semestre de 2020.

REFERÊNCIAS

- ABDOUNUR, O.J. **Matemática e Música**. 1ª Edição. São Paulo: Livraria da Física, 2015.
- _____. **Matemática e Música: pensamento analógico na construção de significados**. São Paulo, SP. Escrituras 1999. 351p.
- ARMSTRONG, T. **Inteligências múltiplas na sala de aula**. Prefácio Howard Gardner. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001.
- BRASIL. MEC, **PCN - Ensino Médio** – Parâmetros Legais. MEC: 2000.
- CAMPOS, J. P. S. **Matemática e Música: Práticas pedagógicas em oficinas interdisciplinares**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Educação. Vitória: 2009.
- CORREIA, M. A. **Música na Educação: uma possibilidade pedagógica**. Revista Luminária, União da Vitória, PR, n. 6, p. 83-87, 2003. Publicação da Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória. ISSN 1519-745-X
- DEMO, P. **Questões para a teleducação**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1998.
- GODOY, E. V. SANTOS, V. M. **Um olhar sobre a cultura**. Educação em Revista, v. 30, n. 03. Belo Horizonte: 2014.
- GODOY, A. S. **Introdução à Pesquisa Qualitativa e sua Possibilidades**. Revista de Administração de Empresas, v. 35, n. 2, p. 57-63. São Paulo: 1995.
- MACHADO, N. J. **Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente**. 5ª edição. São Paulo: Cortez, 2002.
- MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. 2ª Edição ampliada. São Paulo: E.P.U., 2018. ISBN: 978-85-123-2180-6.
- NCTM. **De los Principios a la Acción** – para garantizar el éxito matemático para todos. NCTM: México, 2015.
- SANTOS, E. **Cibercultura, Educação On-line e Processos Culturais**. Teias, 13 (30), p. 3-8, 2012.
- SAVIANI, D. **Revista de Ciências da Educação**. Centro Universitário Salesiano de São Paulo ANO 05 – Nº 09 – 2o semestre/2003 – 360 p. 20,5 cm – Semestral Lorena – Centro Unisal. ISSN 1518-7039 – CDU – 37
- TUFANO, W. **Contextualização**. In: FAZENDA, Ivani C. Dicionário em Construção: Interdisciplinaridade. São Paulo: Cortez, 2001.
- YIN, R. **Applications of case study research**. Beverly Hills, CA: Sage Publishing, 1993.