Sociedade Brasileira de Educação Matemática

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA em *Revista*
ISSN 2317-904X

Progressões Geométricas e Música no Ensino da Matemática: atividades pedagógicas com violões

Geometrical Progressions and Music in Teaching Mathematics: pedagogical activities with guitars

Christian James Henschel [1]

Tânia Baier [2]

Resumo

Este artigo apresenta o relato de uma experiência pedagógica ligando matemática com música, durante o desenvolvimento de uma oficina realizada no espaço escolar, visando à aprendizagem significativa de conteúdos matemáticos. Participaram alunos de diferentes anos do ensino médio focando o estudo das progressões geométricas na marcação da posição dos trastes de um violão e na determinação das frequências sonoras geradas pela escala igualmente temperada. As atividades desenvolvidas contribuíram para a formação do estudante como sujeito crítico, possibilitando reflexões sobre sua própria atitude de aprender e possibilitaram a aprendizagem significativa em detrimento de uma mera memorização de fórmulas. A manipulação de violões possibilitou a aprendizagem significativa do tema progressão geométrica principalmente por considerar a presença da música no mundo vivido pelos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Ensino Médio. Progressões Geométricas. Música. Aprendizagem Significativa.

Abstract

This article reports a pedagogical experience linking mathematics with music, during the development of a workshop held in the school space, aiming at the meaningful learning of mathematical contents. Students from different high school years participated, focusing on the study of geometric progressions in marking the fret position of a guitar and determining the sound frequencies generated by the equally tempered scale. The developed activities contributed to the formation of the student as a critical subject, allowing reflections on his own learning attitude and enabled meaningful learning to the detriment of a mere memorization of formulas. The manipulation of guitars allowed the meaningful learning of the geometric progression theme mainly considering the presence of music in the world lived by the students.

Keywords: Mathematics Teaching. High School. Geometric Progressions. Music. Meaningful Learning.

Introdução

Muitos fenômenos naturais são realizados em ritmo, por exemplo a batida do coração, os passos, a respiração. O ser humano pode ter tido a necessidade de tentar

---

[1]Mestre em Ensino das Ciências Naturais e Matemática da Universidade Regional de Blumenau (FURB), professor na rede municipal de ensino de Ibirama/SC e da rede estadual de ensino de Santa Catarina. E-mail: christianjameshenschel@yahoo.com.br.

[2] Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), professora na Universidade Regional de Blumenau (FURB). E-mail: taniabaier@gmail.com.

reproduzir esses mesmos sons a partir de seus próprios passos ou então de movimentos de trabalho.

A música está presente no cotidiano dos estudantes que se interessam também em discutir sobre ou aprender a tocar algum instrumento, buscando de alguma forma a interação com música. Conforme o documento Parâmetros Curriculares Nacionais PCN+, relacionar a matemática com a área de estudo da música é importante ao passo que instrumentaliza e estrutura o raciocínio do estudante, de modo que o prepara para a compreensão e interpretação de situações, a "[...] apropriação de linguagens, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação" (BRASIL, 2002, p. 111). Nesse documento, é recomendado que o estudante desenvolva como competência, entre outras, a compreensão de que a matemática investiga relações, formas e eventos e apresenta maneiras próprias de interpretar e descrever o mundo, do qual a matemática é parte integrante.

A oficina *Violões e Progressões Geométricas* relatada neste artigo visou articular o conteúdo matemático *Progressão Geométrica* com atividades envolvendo marcação de posições dos trastes no braço do violão e cálculos relacionados com as frequências das notas musicais. As atividades foram desenvolvidas no Instituto Federal Catarinense *Campus* Ibirama, no ano de 2017, com nove estudantes do ensino médio, entre 14 e 17 anos de idade, que participaram de uma oficina realizada no contra turno.

Na próxima seção são apresentadas algumas reflexões de Bicudo (1983; 1999; 2010), Moreira (2012) e Moreira e Masini (2002) que embasaram a criação das atividades realizadas pelos estudantes durante a oficina[3].

Fenomenologia e Teoria da Aprendizagem Significativa

Segundo Bicudo (1999), assumir uma postura fenomenológica na Educação Matemática implica em buscar sentido do que se está fazendo, seja dos conteúdos matemáticos culturais, do senso comum, do cotidiano dos sujeitos, ou por meio de livros, revistas científicas, academia, entre outros. Busca-se a compreensão do sentido que o mundo faz para os sujeitos dos processos de ensino e de aprendizagem.

3 Neste artigo estão apresentados recortes da dissertação do primeiro autor, defendida no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Regional de Blumenau, e orientada pela segunda autora.

Moreira (2012) apresenta duas condições para ocorrer a aprendizagem significativa: a disposição do estudante em aprender sobre determinado conteúdo e que o conhecimento proposto tenha significado potencial para o aprendiz em relação a sua estrutura de conhecimento. Bicudo (2010, p. 26) explicita que o foco é o sentido que as coisas fazem para nós, ou seja, "É essa busca de sentido que faz a diferença e se coloca como significativa".

A primeira condição para a aprendizagem significativa é crucial, pois o indivíduo deve apresentar interesse em relacionar com seus conhecimentos prévios o novo conhecimento que está lhe sendo exposto (MOREIRA, 2012). O próprio estudante volta sua intencionalidade para o mundo, em uma atitude de indagar sobre o que quer saber (BICUDO, 1983). Quando, porém, o aprendiz tem sua aprendizagem apenas de forma mecânica, pode simplesmente ignorar ou então utilizá-la de uma forma automática em alguma situação, mas de tal maneira que não apresentará significado algum ao indivíduo (MOREIRA; MASINI, 2002). O professor, ao assumir uma postura de respeitar o ser do estudante, demonstra tal respeito nas suas atitudes para com a classe ao aceitá-la naquilo que é, também com seus objetivos, desejos e potencialidades. Seu papel torna-se o de facilitador da aprendizagem (BICUDO, 1983).

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa, o material compreendido por livros, experimentos laboratoriais ou outros meios deve ter uma relação lógica com o conhecimento prévio do estudante. Com frequência determina-se uma certa capacidade intelectual a um dado material escolar no sentido de determinar se o estudante pode ou não aprender. A maioria dos educadores também aceita implicitamente a proposição de que existe uma idade de preparação para cada tipo de aprendizagem. Adiar uma experiência de aprendizagem para além da idade adequada supõe desperdiçar oportunidades de aprendizagem valiosas, reduzindo desnecessariamente a quantidade e a complexidade dos conteúdos relacionados com a matéria que se pode dominar durante o período designado de instrução. Por outro lado, quando um estudante é exposto de forma prematura a uma tarefa de aprendizagem antes do que lhe é adequada, não aprende o tema em questão, ou o aprende com dificuldades excessivas, assim como aprende a temer, detestar e evitar essa tarefa (AUSUBEL, 2002). Em relação à avaliação do aprendido, Bicudo (1983) afirma que ela somente pode ser efetuada pela própria pessoa que é quem pode perceber o valor que a experiência tem para o seu próprio campo fenomenológico.

É válido apontar ser impossível que a aprendizagem em sala de aula prepare os estudantes para abordar toda e qualquer situação que se encontre nos contextos da vida real. Além disso, mesmo que possível, o principal objetivo ou função da educação não seria proporcionar aos estudantes só conhecimentos necessariamente aplicáveis aos problemas da vida cotidiana. Este objetivo de utilidade social de educação há muito tempo é desestimado por considerar insuficiente e impraticável (AUSUBEL, 2002).

Para Bicudo (2010), a interrogação conduz as atividades de ensino e de aprendizagem. É questionado o que se busca com o ato de educar e o que se espera com as atividades pedagógicas. As interrogações fazem o projeto pedagógico se desenvolver, de maneira que os professores estejam refletindo suas práticas intencionalmente. A possibilidade de trabalhar a educação de maneira naturalista, em que permanece em uma dimensão de fazer e do como fazer, é distanciada do mundo vivido pelos estudantes.

Ao trabalhar a matemática assumindo a postura fenomenológica, considera-se o mundo escolar em sua totalidade e as experiências vividas pelos estudantes; o trabalho docente é efetuado explorando as maneiras que os objetos matemáticos são dispostos aos alunos, aos professores e outros indivíduos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem (BICUDO, 1999). Moreira (2012) afirma que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser, ou bem desenvolvidos e abrangentes, ou limitados e pouco desenvolvidos, isto dependendo da frequência em que acontece a aprendizagem significativa em conjunto com o subsunçor. Bicudo (1999) considera que devem ser compreendidas as potencialidades de cada um, como vê o mundo e a matemática que se mostra a cada estudante. A idealidade dos objetos matemáticos se torna presente em livros, textos, artigos como também em fazeres práticos do cotidiano dos estudantes e professor.

Em se tratando de educação matemática, entre tomar como um fato a matemática, como um dado enunciado por termos científicos, e se compreender qual o sentido deste fato ou enunciado há uma diferença. Esta compreensão pode ocorrer em variados níveis da experiência vivida, nos atos, seus desdobramentos e expressões. Deste primeiro caso, faz sentido se trabalhar, por exemplo, com a aritmética e a geometria em relação à linguagem, proposições, modos de raciocínio indutivos e dedutivos, métodos de construção, modos de geração de produtos, modos de operar suas grandezas, e assim por diante. Esta é uma postura científica, baseada na forma de fazer matemática. Já no segundo caso, o importante é encontrar o sentido que faz a aritmética e a geometria para a pessoa (BICUDO, 2010).

Esta é a diferença entre o que Bicudo (2010) denomina de postura positivista e a postura fenomenológica. A positivista trabalha com os fatos de modo que não questiona o que vem a ser uma operação matemática, apenas a faz. Já na atitude fenomenológica, esta operação matemática é percebida e compreendida "[...] nos atos atualizados do movimento da consciência, de modo atento, consciente, ou apenas como uma 'síntese passiva', pela pessoa que a efetua" (BICUDO, 2010, p. 27, grifo do autor).

Em situações de ensino com caráter mecânico ocorre uma aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma relação com conceitos subsunçores relevantes presentes na estrutura cognitiva do estudante; o conhecimento é armazenado de forma arbitrária, com pouca ou nenhuma ligação com alguma informação já armazenada. No ensino da matemática pode-se citar a memorização de fórmulas, definições, teoremas sem que haja uma preocupação em saber se há um conhecimento subsunçor na estrutura cognitiva do estudante para tal tarefa ser significativa (MOREIRA, 2012).

Conforme os autores apresentados, o conhecimento prévio dos estudantes deve orientar a ação pedagógica; visando a elevação das potencialidades de cada estudante e enfatizando a relação do conhecimento a ser aprendido com a sua vivência.

Progressão Geométrica na Construção de um Violão

No século XVI, a afinação que dominava era o temperamento parcial, em especial em instrumentos com uma afinação fixa, como os instrumentos de teclas. Os espaços sonoros de tais instrumentos não ultrapassavam o intervalo de extensão da voz humana, uma vez que sua função era a de acompanhamento dessa música vocal.

Buscando desenvolvimento na música puramente instrumental, o aumento do espaço sonoro dos órgãos e pianos mostrou dificuldades técnicas de utilização de pianos com teclados superiores a 30 ou 50 teclas. Com isso, existia a necessidade das transposições e os movimentos dos acordes levaram à necessidade do temperamento igual, ou seja, "[...] a divisão da oitava em 12 distâncias iguais de semitom, cada uma de $\sqrt[12]{1/2}$" (WEBER, 1995, p. 132-133).

Desenvolvido e sistematizado no século XVII e início do século XVIII, este modelo que baseava-se na divisão da oitava em 12 intervalos iguais de semitom permitia que o instrumentista de tecla pudesse executar uma peça em qualquer tonalidade diatônica (ABDOUNUR, 2015). Segundo O'Keefee (1972), precisou-se encontrar um fator f que correspondesse ao intervalo de semitom que ao multiplicar 12 vezes numa frequência $f_0 = 1$, correspondente a uma determinada nota, atingiria a oitava referente à frequência 2.

A expressão $f_0.f.f.f.f\ldots f = f_0.f^{12} = 2.f_0$ teve sua formulação teórica descrita na obra *De Musica* publicada em Salamanca, de F. Salinas, em 1577, quando afirmava que a oitava deve ser dividida em doze partes iguais e proporcionais (RODRIGUES, 1999).

Euler pesquisou um sistema de afinação que permitisse os compositores modularem quaisquer dos 12 centros tonais sem distorções e baseado na progressão geométrica, a conclusão é que o fator f deve assumir um valor de $2^{1/12}$. Assim, considerando o $dó$, como sendo de frequência 1 apenas como referência, obtém-se as outras notas da gama temperada (ABDOUNUR, 2015):

$$dó\# = ré_b = 2^{\frac{1}{12}}, ré = 2^{\frac{2}{12}} = 2^{\frac{1}{6}}, ré^{\#} = mi_b = 2^{\frac{3}{12}} = 2^{\frac{1}{4}}, mi = 2^{\frac{4}{12}} = 2^{\frac{1}{3}}, fá = 2^{\frac{5}{12}}, fá^{\#} = sol_b = 2^{\frac{6}{12}} = 2^{\frac{1}{2}}, sol = 2^{\frac{7}{12}}, sol^{\#} = lá_b = 2^{\frac{8}{12}} = 2^{\frac{2}{3}}, lá = 2^{\frac{9}{12}} = 2^{\frac{3}{4}}, lá^{\#} = si_b = 2^{\frac{10}{12}} = 2^{\frac{5}{6}}, si = 2^{\frac{11}{12}}, dó = 2.$$

No que se refere à determinação da posição dos trastes no braço de um violão, o cálculo necessário, por exemplo, para encontrar a posição que um traste deve ser posicionado para gerar uma nota mi, sendo a nota da corda tocada solta sendo o $lá$, deverá ser uma progressão geométrica.

Sendo que a nota mi está 7 notas à frente do $lá$, então o valor de n é igual a 7. O comprimento inicial da corda do violão é, por exemplo, 65 cm. Com isso é possível determinar a distância que a corda deve ser pressionada para gerar a nota mi.

$$a_n = a_1.q^{n-1}$$

$a_n =$ Comprimento de corda para a obtenção da nota na próxima oitava;

$a_1 =$ Comprimento de corda da nota inicial;

$q =$ Razão que determina os intervalos igualmente;

$n =$ Número de notas até chegar na próxima oitava.

$$a_n = 65.\left(\sqrt[12]{\frac{1}{2}}\right)^{7-1}$$

$$a_n = 65.(0{,}94387431\ldots)^6$$

$$a_n = 65.0{,}7071067\ldots$$

$$a_n = 45{,}9619\ldots$$

Ou seja, a corda deve ser pressionada a aproximadamente 45,96 cm de distância para gerar a nota mi.

A seguir é relatada uma ação pedagógica consistindo em uma oficina intitulada *Violões e Progressões Geométricas*. As atividades foram organizadas visando à aprendizagem significativa desse conteúdo matemático entrelaçado com a música, focando as operações matemáticas efetuadas para o cálculo das posições dos trastes nos braços dos violões e também das frequências das notas musicais. Desse modo foi enfatizada a relação do conhecimento a ser aprendido com o mundo vivido pelos estudantes.

Desenvolvimento das Atividades

No Instituto Federal Catarinense *campus* Ibirama - SC, no ano de 2017, houve diversos encontros semanais com estudantes dos três anos do ensino médio que se inscreveram para participar no contra turno de um projeto idealizado pelo professor de física para que se discutisse a música a partir de diversas abordagens. Posteriormente outros professores, de outras disciplinas, também foram convidados. Em um destes encontros, foi desenvolvida a oficina *Violões e Progressões Geométricas.*

Para a realização da oficina, foram utilizados violões fornecidos por conhecidos e amigos após uma publicação, em redes sociais, solicitando doações. Ao total, foram obtidos oito violões avariados que foram adaptados para a realização da oficina. Na adaptação para as atividades didáticas, foram deixadas apenas duas cordas, de mesmas características e afinadas na mesma nota: *lá*; além disso, os braços dos violões foram lixados e pintados de forma que não mostrassem as marcações dos trastes. Para a determinação da frequência sonora das notas emitidas pelos violões, foi utilizado um aplicativo disponibilizado para celulares e instalado nos *smartphones* dos estudantes que participaram da oficina. Para as medições, necessárias durante as atividades, foram utilizadas fitas métricas.

As atividades didáticas envolveram o ensino de progressões geométricas relacionando à forma que se apresentam na construção de escalas musicais igualmente temperadas, padrão que é utilizado predominantemente no ocidente. Na análise, a oficina está dividida em algumas etapas, em que cada etapa representa uma atividade específica realizada com os estudantes.

A Figura 1 mostra o início da oficina sobre progressões geométricas. Nesta primeira etapa, foi apresentado um vídeo de um *luthier* construindo uma guitarra. Foram comentados alguns processos dessa construção e alguns estudantes também descreveram o que sabiam desta técnica. Outros alunos contaram que levam seus violões e guitarras para um *luthier* consertar ou para verificar se a escala do instrumento está devidamente ajustada. Como havia uma aluna que não tocava instrumento musical, apenas usar da fala para explicitar a construção da escala e posicionamento dos trastes em um instrumento de cordas temperado significava falar algo que não tem relação nenhuma com seus conhecimentos prévios. A escolha do vídeo, portanto, visava apresentar a ideia que envolveria a oficina de forma a dar uma introdução ao assunto, considerando que aprendizes não tenham em sua estrutura cognitiva os *subsunçores* específicos ou são insuficientes. De acordo com o que a teoria ausubeliana sugere, nesses momentos é utilizado um recurso que serve como material introdutório, que é apresentado antes do próprio material a ser aprendido. A partir do vídeo, a aluna afirmou ter percebido a importância de conhecer tópicos de matemática para a colocação dos trastes no braço do instrumento e a finalidade deste procedimento.

Figura 1 – Início da Oficina

Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Estando presentes no mundo vivido pelos estudantes, os violões como objeto de estudo têm relação com o cotidiano dos estudantes que participaram desta oficina, pois a maioria toca este instrumento e estão frequentando aulas de música ou escolheram participar da oficina por afinidade, por interesse. Desse modo, a participação atenta durante a realização dessa oficina favoreceu a educação matemática dos estudantes que compreenderam "[...] as relações matemáticas e os objetos matemáticos percebidos no mundo-vida e expandindo-os criativamente ao utilizá-los na ação interventiva no cotidiano vivido" (BICUDO, 1999, p. 31).

A Figura 2 representa o momento da entrega dos violões quando cada estudante analisou a sonoridade decorrente da falta dos trastes. Todos os violões eram de diversos tamanhos, de diferentes características de braço, corpo, mas todos possuíam duas cordas afinadas em uma mesma nota *lá*. Destaca-se que nenhum dos estudantes havia tocado antes com um violão sem os trastes.

Figura 2 – Estudantes familiarizando-se com os violões sem trastes

Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Após este primeiro contato, realizaram as medidas no comprimento das cordas nos violões necessárias para a formação de intervalos consonantes, registrando todas no quadro. Os estudantes também utilizaram seus *smartphones* para a realização dos cálculos. A Figura 3 mostra os estudantes localizando através do uso das frações de números naturais o comprimento que a corda deve ser pressionada para a formação de intervalos consonantes, tal como Pitágoras teria feito.

Figura 3 – Marcações no braço dos violões

Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

A atividade relacionando progressões geométricas e o comprimento das cordas por meio da manipulação dos violões possibilitou tornar o aprendizado desse conteúdo matemático significativo, principalmente por considerar a música presente no mundo vivido pelos estudantes. Houve um constante diálogo ao longo da realização desta oficina, pois, segundo Bicudo (2010), é a interrogação que leva às atividades de ensino e de aprendizagem. As interrogações fazem o projeto pedagógico se desenvolver, de maneira que os professores estejam refletindo suas práticas intencionalmente.

Em seguida, os estudantes receberam uma folha impressa com atividades relacionadas ao ciclo de quintas. Primeiramente, resolveu-se as atividades calculando as frações de cada uma das notas do ciclo. Em seguida, foram analisados os problemas da escala pitagórica em relação ao não encontro dos ciclos de quintas e ciclos de oitavas. A Figura 4 mostra um estudante resolvendo esta questão. Era necessário que os estudantes fizessem com bastante atenção a determinação das notas deste ciclo porque um erro acarretaria em problemas nas próximas atividades.

Figura 4 - Realização da atividade com os ciclos de quintas

Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Esta atividade mostra aos estudantes a estrutura lógica que a música apresenta na distribuição das notas nas oitavas. Ao multiplicar a nota inicial por um fator, depois por outro fator e ver que ambos os resultados se encontram após um determinado número de iterações corrobora com a ideia de que os objetos matemáticos se tornam presentes em algo cotidiano que é a música.

Em seguida, os estudantes determinaram a posição de cada um dos trastes no braço do violão usando a progressão geométrica, como mostra a Figura 5. Para a determinação das posições que os trastes ocupam foi utilizado giz porque facilita apagar as marcações nos violões entre as atividades.

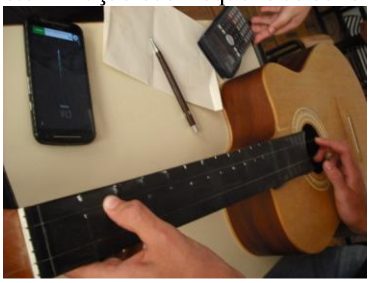
Figura 5 - Determinação de todas as notas no braço do violão

Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Alguns estudantes encontraram dificuldade na realização dos cálculos envolvendo as progressões geométricas, pois não tinham conhecimento matemático suficiente para efetuar com sucesso as atividades propostas. Nesse momento, houve ajuda do professor e também de colegas. Na medida em que mais informações eram recebidas os estudantes relacionaram estas com outras informações já recebidas e a aprendizagem passou a ter um caráter significativo. Para Moreira e Masini (2002), quando o estudante está diante de um conhecimento que ainda não domina e vê a necessidade de interagir cognitivamente com este conhecimento, ele passa a mobilizar as estruturas cognitivas, retendo as novas informações até que, então, consiga estabelecer relações e este conhecimento passa a ter algum sentido em sua estrutura mental. Fato observado na atividade seguinte quando este mesmo problema não foi mais percebido.

A Figura 6 mostra os estudantes utilizando um aplicativo disponível gratuitamente na internet utilizado para a determinação da frequência sonora das notas captadas pelo *smartphone*. Um dos estudantes trouxe o seu violino, um instrumento com braço sem marcações, motivo pelo qual enfrentava dificuldades em localizar as notas. Durante a oficina, esse estudante marcou com giz as posições das notas no braço do seu violino visando facilitar os ensaios que realizaria em sua casa.

Figura 6 - Determinação das frequências sonoras das notas



Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Conforme Moreira (2012), para ocorrer uma *aprendizagem significativa* existem duas condições: a necessidade de que o conhecimento proposto tenha significado potencial para o aprendiz em relação à sua estrutura de conhecimento e também que o aprendiz demonstre disposição para o aprendizado.

Assim, estes fatores foram atendidos, pois em todos os momentos da oficina foi possível perceber o interesse dos estudantes em realizar as atividades propostas e também havia interesse em fazer perguntas relacionadas ao tema, pois muitos dos conhecimentos os estudantes já tinham, mas estes conhecimentos não haviam sido até então ligados com música. Alguns estudantes trouxeram seus próprios violões e ao final das atividades, realizaram medidas nos seus instrumentos para então verificar se realmente aplicam-se em outras situações os conhecimentos matemáticos aprendidos na oficina, mostrando que a aprendizagem desta oficina foi significativa, pois os estudantes conseguiram realizar as atividades e aplicar estes conhecimentos em outras situações.

Os estudantes decidiram espontaneamente utilizar os conhecimentos desenvolvidos nesta oficina para organizar uma apresentação na Mostra Multidisciplinar de sua escola, que ocorreu algumas semanas depois. A Figura 7 mostra o trabalho apresentado pelos estudantes.

Figura 7 - Apresentação na Mostra do IFC

Fonte: Dados da Pesquisa (2017)

Durante este evento na escola, foi possível perceber na apresentação destes alunos que os conhecimentos trabalhados na oficina foram assimilados e tornaram-se significativos, pois através das suas falas e no domínio dos conceitos durante as explicações, os estudantes souberam relacioná-los a outros conhecimentos e responder diversas perguntas feitas por quem assistia a este trabalho. A validação da oficina para a vida destes estudantes ocorreu durante a apresentação do trabalho na mostra e, entendemos com Bicudo (1983) que a avaliação do aprendido somente pode ser efetuada pela própria pessoa, que pode perceber o valor que a experiência tem para o seu próprio campo fenomenológico. Outro fator a ser observado é que a segunda condição para a *aprendizagem significativa* descrita por Moreira (2012) foi atendida nesta oficina, pois os estudantes apresentaram interesse em relacionar de forma não arbitrária e não literal com seus conhecimentos prévios este novo conhecimento que está lhes sendo exposto.

Considerações Finais

Atividades didáticas que estão relacionadas com contextualizações e com o mundo vivido pelos estudantes podem apresentar um potencial enorme para o aprendizado. Os estudantes trazem para as aulas conhecimentos adquiridos em experiências cotidianas, podendo ampliar seus horizontes, desenvolvendo seus *subsunçores* e aplicando conhecimento teórico matemático para tal finalidade. Esta abordagem didática vem em busca da formação do estudante como sujeito crítico, pensando sua própria atitude de aprender, assim sendo, uma aprendizagem significativa em detrimento de uma mera memorização de informações desconexas do mundo vivido pelos estudantes.

Muitas vezes, em aulas sem relação com o mundo vivido pelos estudantes, o estudante perde o interesse no estudo criando um certo rancor com a disciplina de matemática. O professor, ao elaborar as atividades pedagógicas, pode levar em consideração este fator para não ocasionar situação de aversão à disciplina. Também é importante a preocupação do professor em realizar um levantamento dos conhecimentos prévios que os estudantes trazem para a sala de aula de forma que considere esses mesmos conhecimentos durante as ações pedagógicas.

O trabalho didático integrando matemática com temas contextualizados demanda que as escolhas desses levem em consideração os estudantes, assumindo-os como indivíduos afetivos, sociais e cognitivos, com anseios, projetos de vida e experiências prévias. Seguindo as recomendações dos PCN+ (2002, p. 120), leva-se em conta estes fatores ao entender que a aprendizagem não ocorre com "[...] o indivíduo isolado, sem possibilidade de interagir com seus colegas e com o professor, mas em uma vivência coletiva de modo a explicitar para si e para os outros o que pensa e as dificuldades que enfrenta".

A exploração de conceitos musicais no estudo de matemática mostrou-se uma possibilidade de ensino contextualizado envolvendo conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema de tal forma que ocorreu o interesse na realização das atividades propostas, sem o qual não há aprendizagem significativa. Para o professor, ir além da superficialidade em suas ações pedagógicas é buscar uma infinidade de oportunidades para tornar suas aulas mais interessantes e que possam envolver os estudantes.

Referências

ABDOUNUR, Oscar João. **Matemática e Música**. São Paulo: Livraria da Física, 2015. 385 p.

AUSUBEL, David Paul. **Adquisición Y Retención Del Conocimiento:** Uma perspectiva Cognitiva. Barcelona: Paidós, 2002.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. A Filosofia da Educação Centrada no Aluno. In: MARTINS, Joel; BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Estudos sobre Existencialismo, Fenomenologia e Educação**. São Paulo: Moraes, 1983. Cap. 3.

______. Filosofia da Educação Matemática: um enfoque fenomenológico. In: ______ **Pesquisa em educação matemática**: concepções & perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

______. Filosofia da Educação Matemática segundo uma perspectiva fenomenológica. In: ______ **Filosofia da Educação Matemática**: fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógicas. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação:** Uma Introdução à Teoria e aos Métodos. Porto: Porto, 1999.

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Aprendizagem Significativa:** A Teoria e Textos Complementares. São Paulo: Lf Editorial, 2012.

______; ROSA, Paulo R.. **Pesquisa em Ensino**: Métodos Qualitativos e Quantitativos. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física da Ufrgs, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios11.pdf>. Acesso em: 16 out. 2017.

______; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem Significativa:** A Teoria de David Ausubel. 2º ed. São Paulo: Centauro, 2002.

O'KEEFEE, Vincent. Mathematical-musical relationships: a bibliography. **The Mathematics Teacher**, v. 65, p. 315-324, 1972. Parsippany, NJ: Dale Seymour Publications, 1995. 162 p.

RODRIGUES, J. F. A Matemática e a Música. **Revista Colóquio/Ciências**, n. 23, 1999, p. 17-32. Disponível em: <http://cmup.fc.up.pt/cmup/musmat_99.pdf>. Acesso em 13 jan. 2017.

WEBER, Max. **Os Fundamentos Racionais e Sociológicos da Música**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995. 154 p.

Recebido em: 27 de janeiro de 2019.

Aprovado em: 06 de dezembro de 2019.