

MATEMÁTICA “EN LA MÚSICA”

Categoria: Ensino Fundamental – Anos Finais

Modalidade: Matemática Aplicada e/ou Inter-relação com outras Disciplinas

**SILVEIRA, Gustavo dos Santos; DORNELLES, Pedro Henrique Batista; LOPES,
Naira de Fátima.**

**Instituição participante: Escola Estadual de Ensino Fundamental Adolfo Kepler
(Panambi/RS)**

INTRODUÇÃO

A música sempre esteve presente em todas as culturas e épocas do mundo e foi se desenvolvendo ao longo do tempo, sendo usada para diversas finalidades. Como se sabe, a música é caracterizada basicamente pelos seguintes elementos: melodia, harmonia e ritmo. A melodia pode ser definida como uma sequência de notas dentro de uma escala, uma após a outra (são os solos instrumentais e as linhas vocais ou instrumentais); harmonia é a combinação de notas que são vibradas simultaneamente; e ritmo é marcação do tempo e o que faz a melodia e a harmonia fluírem. Além desses, a boa música ainda apresenta dinâmica (volume e intensidade dos sons), timbres etc. Para que uma música possa ser diferente da outra, esses elementos característicos devem ser compostos e arranjados de modos diferentes e com o feeling e o “jeito” pessoal de cada músico/compositor/instrumentista. E essas características e elementos apresentam variedade: diversos modos/tonalidades de escalas, que são a base para as harmonias/acordes e diversos modos rítmicos.

Mas, o que isso tem a ver com a Matemática?

As relações entre essas duas áreas são muito antigas, sendo que os gregos, no século VI a.C. consideravam que a música encerrava uma aritmética oculta, além disso, tinham como ideia que a harmonia é uma proporção que une os princípios contrários presentes na constituição de qualquer ser.

Pitágoras dizia que a música era o melhor meio para purificarmos a alma. Ele disse que “o universo era uma escala ou um número musical cuja própria existência se devia à sua harmonia”.

Ele afirmou também que não só a música, mas todas as harmonias e proporções geométricas que existem na natureza podem ser descritas por relações simples entre números inteiros. Assim sendo, do mesmo modo que a corda da lira gera sons harmônicos conforme seu comprimento, os padrões geométricos do mundo também geram as suas melodias; a música seria a expressão da harmonia da natureza e de suas manifestações.

Portanto, neste trabalho realizado pelos alunos Gustavo Silveira e Pedro Henrique Batista Dornelles do 9º ano da Escola Estadual de Ensino Fundamental Adolfo Kepler, pretendemos mostrar que a música tem muito a ver com a Matemática.

CAMINHOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Música é a combinação de ritmo, harmonia e melodia, de maneira agradável ao ouvido. No sentido amplo é a organização temporal de sons e silêncios (pausas). No sentido restrito, é a arte de coordenar e transmitir efeitos sonoros, harmoniosos e esteticamente válidos, podendo ser transmitida através da voz ou de instrumentos musicais.

A música é uma manifestação artística e cultural de um povo, em determinada época ou região. É um veículo usado para expressar os sentimentos.

Acordes é como chamamos três notas simultaneamente executadas em um instrumento musical. Estes podem ser consonantes ou dissonantes, sendo que os primeiros são os que normalmente são aprendidos antes de tudo, e os segundos são usados por aqueles instrumentistas que já possuem mais prática e técnicas mais avançadas.

Enquanto os consonantes são agradáveis aos ouvidos, os dissonantes parecem fora de combinação melódica. Os primeiros são suficientes para executar qualquer música, mas como os dissonantes são mais complexos, eles enriquecem a composição.

Os estudiosos da música, atualmente, usam a matemática como uma forma de facilitar seus estudos à respeito da estrutura musical, além de comunicar novas maneiras de se ouvir música. São usadas, da matemática na música, a teoria dos conjuntos, a álgebra abstrata e a teoria dos números. As escalas musicais também foram usadas para essa compreensão, assim como a proporção áurea e o número de Fibonacci que foram usados por alguns compositores em seus trabalhos.

Apesar de terem ligação, a matemática e a música vêm sendo estudadas de forma separada há muito tempo, mas sempre possuíram determinada ligação entre si. As escalas musicais foram expressas de algumas maneiras diferentes, variando de acordo com os povos. Quando falamos em ritmos musicais, associamos ao tempo e suas divisões – isso relacionado à matemática – além das frequências, sons e timbres, por exemplo, que são relacionados mais ao estudo musical. Chamamos de compassos os períodos que se repetem dentro de uma música – tempos que se repetem.

Muitos povos e culturas criaram suas próprias escalas musicais. Um exemplo foi o povo chinês, que partiu da experiência de Pitágoras (utilizando cordas).

Eles tocaram a nota Dó em uma corda esticada e depois dividiram essa corda em três partes. O resultado dessa divisão foi a nota Sol. Ao observar que essas notas possuíam uma harmonia entre si, eles repetiram o procedimento a partir dessa nota Sol, dividindo novamente esse pedaço de corda em três partes, resultando na nota Ré. Essa nota mantinha uma harmonia agradável com a nota Sol e também com a nota Dó. Esse procedimento foi então repetido a partir da nota Ré, dando origem à nota Lá. Depois, partindo de Lá, chegou-se à nota Mi.

Quando eles repetiram esse procedimento de dividir em três partes a corda mais uma vez, dando origem à nota Si, houve um problema, pois a nota Si não soava muito bem quando tocada junto com a nota Dó (a primeira nota do experimento). De fato, essas notas eram muito próximas uma da outra, o que causava certo desconforto sonoro. Por isso, os chineses terminaram suas divisões obtendo as notas Dó, Sol, Ré, Lá e Mi, deixando a nota Si de lado. Essas notas serviram de base para a música chinesa, formando uma escala de cinco notas (Pentatônica). Essa escala pentatônica, por ser agradável e consonante, representou muito bem a cultura oriental, que sempre foi pautada na harmonia e estabilidade.

Toda essa variedade dentro da música, que existe essencialmente na matemática, está relacionada à sequência numérica de Fibonacci, que também está relacionada a diversas áreas do conhecimento. Fibonacci, ou Leonardo de Pisa, foi um matemático italiano da Idade Média (1170-1240) que descobriu uma sequência numérica em que o número seguinte é sempre a soma dos dois anteriores, assim: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8... Na música, essa sequência está presente nos intervalos musicais, ou seja, na relação entre duas notas, formando as escalas que são a base para as melodias e para os acordes (harmonia). Esses intervalos procedem em graus a partir da primeira nota, ou tônica. Por exemplo, a escala básica e simples é formada por intervalos de terça (3º grau), quinta (5º grau) e oitava (8º grau) a partir da tônica (1º grau), ou seja, a sequência Fibonacci: 3, 5, 8. Essa sequência na escala natural, de tonalidade dó maior

(ou C, em notação cifrada), apresentará, então, as notas mi (3º grau), sol (5º grau) e dó (8º grau) a partir da tônica dó (1º grau) – em cifras, E, G e C, respectivamente.

Mas há outros números na série Fibonacci, antes e depois dos números 3 e 8. Na série, o número zero obviamente “expressa” pausa (ou silêncio), usada na música; o número 1 é a tônica; o outro número 1 é o uníssonos, quer dizer, dó e dó, de mesmo grau e altura (ou frequência). Os números depois de 8 apresentam outros intervalos com notas da escala natural (no caso de dó maior) que entram na formação de outros acordes dessa tonalidade, repetindo as notas em oitavas, infinitamente. Quando se tratar de outras tonalidades/escalas, os mesmos intervalos são transpostos para a tonalidade em questão, mantendo-se a série Fibonacci inalterada.

Mas as músicas compostas com a escala natural (dó maior) e suas transposições para outras tonalidades, que sempre estarão nos intervalos correspondentes à série Fibonacci, em geral são bastante consonantes, “agradáveis”, estáveis em sua vibração, como a grande parte das composições musicais fáceis de digerir pela maioria das pessoas. Músicas ou meros sons consonantes são literalmente harmônicos, segundo o conceito geral e o senso comum predominante. Refletem a harmonia comum e “perfeição” do mundo como ele deveria se manifestar para a grande maioria dos seres humanos e segundo o que esses humanos pensam sobre o que é harmonia. Os sons consonantes expressam, de modo geral, a harmonia segundo os padrões “rígidos” de estética, beleza e, até mesmo, alguns tipos de religiosidade. As escalas e intervalos consonantes e a série Fibonacci seguem padrões tradicionais que refletem um mundo/universo organizado segundo regras pretensamente restritas. Mas, certamente, existem muitas obras musicais relativamente consonantes realmente inspiradas, em diversos gêneros musicais, e que podem levar o ouvinte a um grau de êxtase.

Para Pitágoras tudo se constituía em números, que toda música pode ser reduzida a números e relações matemáticas, e que o universo e todos os seus fenômenos podem ser explicados na razão dos números e relações matemáticas encontradas na música.

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.

Possivelmente inventado por Pitágoras, o monocórdio é um instrumento composto por uma única corda estendida entre dois cavaletes fixos sobre uma prancha ou mesa possuindo, ainda, um cavalete móvel colocado sob a corda estendida e a altura musical do som emitido quando tocada. Pitágoras buscava relações de comprimentos – razões de números inteiros – que produzissem determinados intervalos sonoros. Deu continuidade a seus experimentos

investigando a relação entre o comprimento de uma corda vibrante e o tom musical produzido por ela. Este experimento de Pitágoras é a primeira experiência registrada na história da ciência, no sentido de isolar algum dispositivo para observar fenômenos de forma artificial.

Pitágoras observou que pressionando um ponto situado a $\frac{3}{4}$ do comprimento da corda em relação a sua extremidade – o que equivale a reduzi-la a $\frac{3}{4}$ de seu tamanho original – e tocando-a a seguir, ouvia-se uma quarta acima do tom emitido pela corda inteira. Exercida a pressão a $\frac{2}{3}$ do tamanho original da corda, ouvia-se uma quinta acima e a $\frac{1}{2}$ obtinha-se a oitava do som original.

A partir desta experiência, os intervalos passam a denominar-se consonâncias pitagóricas. Assim, se o comprimento original da corda for 12 e se a reduzirmos para 9, ouviremos a quarta, para 8, a quinta, para 6, a oitava.

Nos dias atuais, qualquer pessoa que estudar a teoria musical, poder notar de modo simples a forte relação que existe entre a música e a matemática, pois é necessário ter o conhecimento de frações até mesmo para solfejar.

O estudo da música, das partituras (símbolos das notas e composição de compassos) e solfejos permite uma proveitosa articulação matemática de proporções, razões e espaço, entre outras, auxiliando as pessoas a compreenderem mais facilmente o conteúdo matemático.

Para isso iremos desenvolver este conceito matemático visto pelo olhar da música, isto é, como o uso desta, por meio das batidas compassadas, servirá para mostrar as relações de ordem de grandeza de um número.

Para tanto, utilizou-se da história da música e da história da Matemática para interagir com os colegas de todas as turmas da Escola e também com professores e funcionários, de uma maneira acessível e curiosa, no intuito de despertar o interesse pelo aprendizado do assunto. Usamos também atividades práticas com instrumentos musicais, sendo tocadas músicas de diferentes gêneros musicais.

Convidamos você a embarcar nesse passeio numérico através dos sons.

CONCLUSÃO

Através deste trabalho de pesquisa podemos concluir que a Matemática sempre esteve relacionada com a música. Principalmente a partir das atividades desenvolvidas por Pitágoras com o monocórdio.

A realização deste trabalho possibilitou um maior entendimento da aplicação Matemática na música, o que permitiu a assimilação do padrão matemático utilizado para a

construção das escalas musicais no decorrer da história, gerando assim a possibilidade de se conhecer a estrutura em que se desenvolve o som musical juntamente com suas características físicas. Possibilitou-se estabelecer conexões diretas entre a Matemática e a música. O que antes era algo apenas chamativo tornou-se uma verdade comprovada, que mostra o quanto a Matemática está presente na música e o quanto ela é aplicável.

Como podemos perceber a matemática é um dos pilares da música e sem ela fica inviável compreender/estudar a música em seu todo.

Percebemos que o aprendizado deve acontecer da mais simples e agradável forma, com bastante significados reais.

Aprendemos que a Matemática tem muitos fins e que a podemos utilizar em muitas e variadas formas.

Nossa perspectiva é que esse trabalho possa ser um convite para que outros alunos ampliem o diálogo entre música e matemática.

Trabalho desenvolvido com o nono ano, turma 91, da Escola Estadual de Ensino Fundamental Adolfo Kepler, pelos alunos: Gustavo Silveira e Pedro Henrique Batista Dornelles.

Dados para contato:

Expositor: Gustavo Silveira; **e-mail:** escolaadolfokepler@yahoo.com.br

Expositor: Pedro Henrique Batista Dornelles; **e-mail:** anadornelles@hotmail.com

Professor Orientador: Naira de Fátima Lopes; **e-mail:** nairamatematica@yahoo.com.br