

PARTE II: Música e Matemática

FAIXA ETÁRIA: 13 – 15

UNIDADE 17: MÚSICA E A RAZÃO DE OURO

LogoPsyCom



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Guia do Professor

Título: Música e a Razão de Ouro

Faixa Etária: 13 -15 anos

Duração: 2 horas

Conceitos Matemáticos: Razão de Ouro, Proporção de Ouro, Sequência de Fibonacci

Conceitos Artísticos: Música da Grécia Antiga, Musas, Harmonia

Objetivos Gerais: descobrir os conceitos matemáticos escondidos em composições musicais e perceber o processo lógico que está por detrás deste.

Instruções e Metodologias: os alunos irão explorar ambos os campos como um só, ouvindo ou tocando música e vendo os vídeos sugeridos que analisam composições musicais. Irão descobrir as bases dos conceitos matemáticos mencionados.

Recursos: o módulo fornece vídeos e recursos online para serem usados na sala de aula. Os tópicos abordados serão a inspiração para procurar outros materiais, que irão personalizar e dar nuances às suas aulas.

Dicas para o professor: aprender executando é muito eficiente, especialmente com alunos mais jovens e com dificuldades na aprendizagem. O professor deve encorajar os alunos a experimentar instrumentos musicais, se possível.

Objetivos de aprendizagem e competências: No final deste módulo, os alunos serão capazes de:

- Compreender o processo lógico por trás das composições musicais;
- Compreender a utilização da Razão de Ouro na música;
- Calcular o n -ésimo termo de uma Sequência Fibonacci.

Síntese e avaliação:

Indique 3 aspetos que tenha gostado nesta atividade	1. 2. 3.
Indique 2 aspetos que tenha aprendido	1. 2.
Indique 1 aspeto a melhorar	1.

Introdução

A música e a matemática não apresentam uma conexão óbvia para aqueles que nunca compuseram ou leram uma pauta musical. No entanto, parece ser claro que o tempo das composições musicais e a estruturação das pautas, por medidas, recorre a um pensamento matemático.

Muitos estudiosos analisaram as implicações da matemática nas artes. A música foi um dos pontos focados nos seus estudos e descobriram que, no decorrer da História, muitos matemáticos exploraram essa questão. Pitágoras, Leonardo Bonacci e muitos outros contribuíram para esta pesquisa. Aspectos diferentes da matemática, desde a geometria básica e sequências numéricas até à trigonometria, demonstraram ser usados nas composições matemáticas.

Nesta unidade, iremos colocar o foco na aplicação da matemática nas composições musicais. Para isso, investigaremos a Razão de Ouro e a Sequência de Fibonacci e exploraremos as opções que estas oferecem para a composição de músicas.

As divinas proporções na música

Na Grécia Antiga, o povo era adepto das artes criativas, nas quais a música tinha um papel muito importante, dado que muitas das vezes acompanhava outras obras criativas tal como o teatro ou a poesia. Eles acreditavam que cada artista tinha sido inspirado por uma musa.



Veja este TED-Ed vídeo que explica este fenómeno com mais detalhe:

<https://www.youtube.com/watch?v=-1aAunaw1GA>.

O papel central que a música tinha na sociedade não era só inspirado pelas musas. Os gregos tinham, também, descoberto uma proporção perfeita chamada: “Razão de Ouro” ou “Proporção”. Esta proporção está intimamente ligada à Sequência de Fibonacci que iremos aprender mais tarde. Provavelmente, já as viu mais do que uma vez, mesmo sem se ter apercebido. Consegue encontrá-las na arquitetura Antiga, tal como na natureza e na pintura. O que a maior parte das pessoas não sabe é que também se pode ouvir o Número de Ouro ou a sequência de Fibonacci.

4

Aqui estão dois exemplos onde as pode ver:

- Os girassóis contem a Sequência de Fibonacci;
- O templo Grego tem a proporção divina do Retângulo de Ouro.

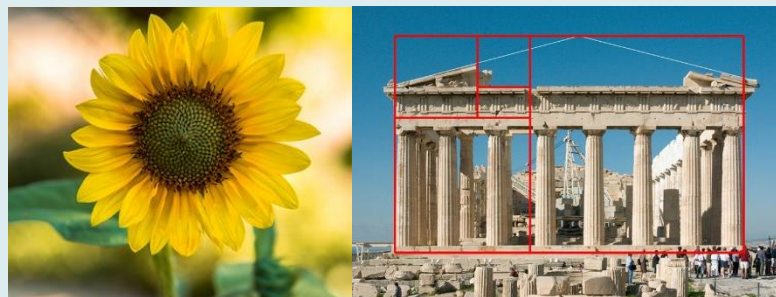


Figura 1: Girassóis e a sucessão de Fibonacci e Templo Grego (Retirado de: <https://www.telitec.com/2019/05/27/golden-ratio/>)



Pode aprender mais sobre como a Sequência de Fibonacci é representada na natureza: <https://www.youtube.com/watch?v=GkxCIW46to>.

O presente projeto foi financiado pela Comissão Europeia. As opiniões nesta publicação expressas são, unicamente, da responsabilidade do seu autor, não podendo a Comissão Europeia ser responsabilizada pela utilização que possa ser feita das informações nelas contidas.

A Sequência de Fibonacci é baseada nas proporções perfeitas do Número de Ouro, que serve de grande inspiração a músicos para a experimentarem nas suas composições musicais. Assim, tal como é usado na arte e na arquitetura para definição das dimensões perfeitas, o Número de Ouro pode também ser usado em composições musicais para determinar o clímax de uma melodia. O clímax será, portanto, definido como o momento no qual a razão entre o número total de compassos utilizados iguale o valor do ϕ .

Pode ver os seguintes vídeos para ouvir ao que soa a música quando acoplada à Sequência de Fibonacci e ao Número de Ouro.

 Os músicos neste vídeo tentam compor usando a Sequência de Fibonacci e a Razão de Ouro: <https://www.youtube.com/watch?v=9mozmHgg9Sk>

Encontrará várias interpretações de como a Razão de Ouro e a Sequência de Fibonacci podem ser usadas em composições musicais. Alguns decidem tocar um número de notas correspondente aos números de Fibonacci, outros atribuem esses números às teclas do piano, ...

5

Glossário

Proporção Divina: é o mesmo que Proporção Áurea, e é chamada proporção divina por causa de sua presença inexplicável ao nosso redor..

Fibonacci (ca. 1170-1240): Leonardo Bonacci foi um matemático italiano que criou uma famosa sequência ligada à Proporção Divina.

Clímax: o ponto culminante de algo, o ponto mais emocionante de algo.

Compasso: ou barra, que é a divisão da partitura.



A Matemática por trás das composições musicais

A Razão de Ouro

O **Número de Ouro** é um número bastante único em matemática. É aproximadamente 1,618 e é comumente usado na arte, na música, na arquitetura, etc. Usamos a letra Grega **ϕ (phi)** para o referir.

O Número de Ouro é o uso que fazemos deste número em várias disciplinas diferentes. Imagine que cortamos uma linha em **duas** partes diferentes a e b. Quando usamos a razão de ouro, a **totalidade do comprimento** dividido pela **maior parte** é igual à parte maior dividida pela **mais parte menor**.



Figura 2: Reta dividida Segundo a Proporção Áurea.

Para simplificar, lembre esta fórmula:

$$\phi = \frac{a+b}{a} = \frac{a}{b} = 1,618$$

Sabemos que as composições musicais são escritas em partituras. Essas partituras são divididas em compassos. Nos compassos, encontrará as notas para tocar. Para observar a proporção áurea nas composições musicais que ouve, precisará usar esta fórmula.

Aqui estão alguns passos a seguir:

Imagine que a partitura é essa linha e que lhe pretende aplicar esta proporção.

- Conte o número de barras
- Use o número total de barras = (a + b)
- Divida-o por ϕ para encontrar a
- Divida a por ϕ para encontrar b

TAREFA

Esta tarefa irá permitir que use a matemática que aprendeu sobre a Razão de Ouro numa composição musical.

Vamos ouvir!

Você sabe quem é Claude Debussy? Ele era um compositor francês muito conhecido que viveu entre 1862 a 1918. Ele foi um dos primeiros compositores a usar o impressionismo na sua obra. Parece que não tem nada a ver com a matemática. No entanto, algumas de suas composições mostram claramente um foco no uso da proporção áurea.

 Pode-o ouvir aqui: <https://www.youtube.com/watch?v=aIE3sOwEu3g>

Aqui está o que sabe: A introdução tem **55 barras**

7

Complete as informações seguintes:

1. Descubra **a**

2. Descubra **b**

3. Confirme os seus resultados

4. Desenhe uma reta para representar esta relação, dividindo as dimensões por 10

INFORMAÇÃO E RECURSOS ADICIONAIS

Vídeo sobre o uso de Fibonacci e de o Número de Ouro em composições musicais:

<https://www.youtube.com/watch?v=9mozmHgg9Sk>

Aprender como Fibonacci e o Número de Ouro estão representados na natureza:

<https://www.youtube.com/watch?v=GkxCIW46to>

Como compor uma música com a Sequência de Fibonacci e com o Número de Ouro:

<http://www.faena.com/aleph/articles/how-to-compose-a-song-with-the-golden-ratio-and-the-fibonacci-sequence/>

Conselhos sobre como usar Fibonacci em composições musicais:

<https://www.classicfm.com/discover-music/fibonacci-sequence-in-music/>

Artigo no estudo matemático da música:

http://eprints.ma.man.ac.uk/1548/1/covered/MIMS_ep2010_103.pdf

Artigo sobre composições musicais com a sequência de Fibonacci:

<http://ww.nntdm.net/papers/nntdm-20/NNTDM-20-1-72-77.pdf>

TED Talk sobre como a Sequência de Fibonacci está à nossa volta:

<https://www.youtube.com/watch?v=0vVxL60YFJU>