



## **PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

### **PRODUTO EDUCACIONAL**

Sequência de ensino: Matemática e Música: desvendando essa relação  
na perspectiva do Ensino Híbrido

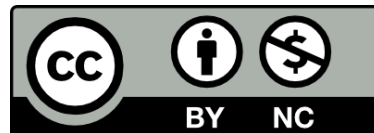
Izabel Simone Souza

Graziela Marchi Tiago

São Paulo (SP)

**2018**

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-  
NãoComercial 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.



Produto Educacional apresentado como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo. Defesa realizada em 02/03/2018.

## **AUTORES**

**Izabel Simone Souza:** Possui mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pelo IFSP (2018); Especialista em Formação de Professores com ênfase no Ensino Superior pelo IFSP (2010); Especialista em Educação Profissional integrada à Educação Básica na modalidade EJA pelo IFSP (2009); graduação em PEDAGOGIA pela Universidade Bandeirante de São Paulo (2006), Licenciada em Matemática - FACULDADES INTEGRADAS TERESA MARTIN (2002) e graduação em Construção Civil-Edifícios pela FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO (2000). Atualmente exerce o magistério na rede Estadual de São Paulo. Tem dezessete anos de experiência na área de Matemática.

**Graziela Marchi Tiago:** Possui Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP - SJRP) (2000), Bacharelado em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP - SJRP) (1998), Mestrado em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP - SJRP) (2001) e Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade de São Paulo (2007). Sou professora da Área de Matemática do IFSP Câmpus São José dos Campos; email: graziela@ifsp.edu.br. Tem experiência nas áreas de Matemática Aplicada e Educação Matemática.

## INTRODUÇÃO

Apresento aqui o produto educacional que foi elaborado a partir de experiências vivenciadas durante a trajetória da minha pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-IFSP, de março de 2016 a fevereiro de 2018.

Neste material, apresentaremos nossa proposta de uma sequência didática que poderá ser utilizada para o ensino de funções trigonométricas seno, razão e proporção em cursos do segundo ano do Ensino Médio.

O público alvo foram dezoito alunos do segundo ano do Ensino Médio do período noturno de uma escola da rede estadual, situada na periferia de São Paulo.

Esse produto educacional consiste em uma síntese com algumas informações relevantes dessa dissertação de mestrado, que tratou de uma pesquisa ação para entender a metodologia do Ensino Híbrido na Matemática e Música por meio de atividades realizadas com esses alunos na Sala de Aula Invertida e na Rotação por Estações.

Esse caderno de sugestões é um produto educacional que tem como objetivo auxiliar os professores que tenham interesse em trabalhar com a Matemática e a Música numa perspectiva do Ensino Híbrido, pois traz informações sobre teorias relacionadas com a metodologia e as práticas relacionadas com essa tendência de ensino nesse contexto.

Deste modo, esse caderno é composto por um resumo da parte teórica e metodológica, por sugestões e dicas referentes à elaboração de atividades para a Sala de Aula Invertida e a Rotação por Estações.

Como sugestão esse caderno deve ser estudado de acordo com as necessidades pedagógicas de cada aluno(a), pois os textos iniciais apresentados nesse material podem auxiliar na compreensão das atividades propostas a serem realizadas na Sala de Aula Invertida e na Rotação por Estações.

Além de possibilitar ao professor desenvolver a sua prática docente em Matemática utilizando o Ensino Híbrido para uma aprendizagem mais significativa.

## A analogia entre a Matemática e a Música

Nesta seção vamos seguir as definições dos termos apresentados por Silva (2013):

- d) **Som - onda** (ou conjunto de ondas) que se propaga no ar com certa frequência; para as que se situam na faixa de 20 a 20.000 Hz, o ouvido humano é capaz de vibrar à mesma proporção, captando essa informação e produzindo sensações neurais, às quais o ser humano dá o nome de som.

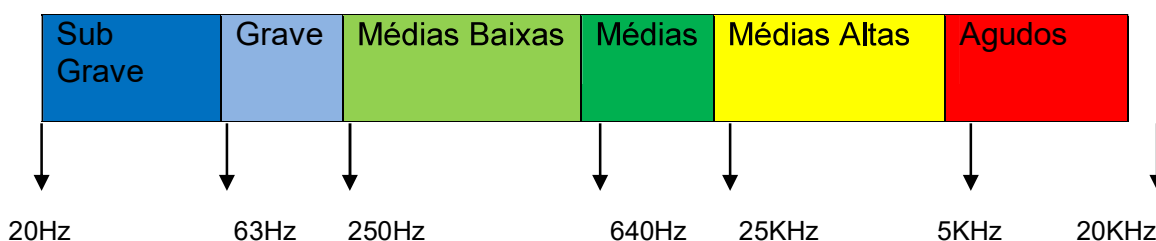


Figura 2-Espectro de Frequências

Fonte: Adaptada de Google.com.br

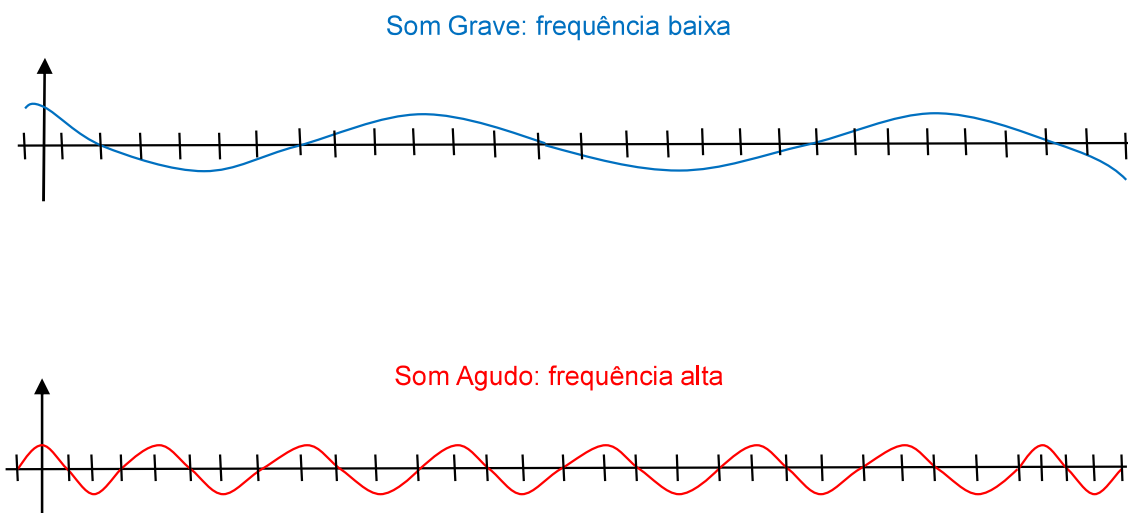


Figura 3- Frequência das vibrações de uma partícula do campo ondulatório (meio)

Fonte: Adaptada de Google.com.br

- e) **Nota musical** - termo empregue para designar o elemento mínimo de um som, formado por um único modo de vibração do ar. A cada nota corresponde uma duração e está associada uma frequência.

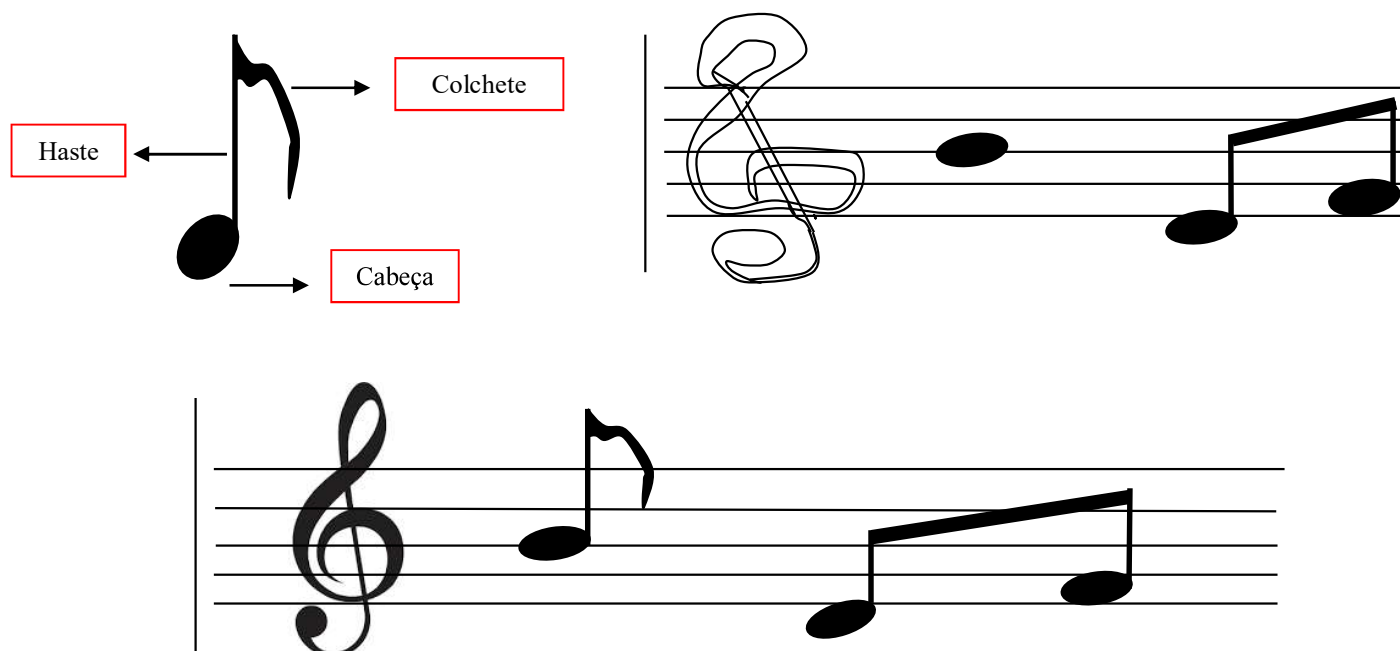


Figura 4 - Notas musicais símbolos

Fonte: Adaptada de Google.com.br

**Intervalo** - uma diferença de tom entre duas notas; denominam-se intervalos harmônicos se os dois tons soam simultaneamente e intervalos melódicos se eles soam sucessivamente.



Figura 5 – Intervalo Musical

Fonte: Adaptada de Google.com.br

**Acorde** - é a escrita ou execução de duas ou mais notas simultaneamente.

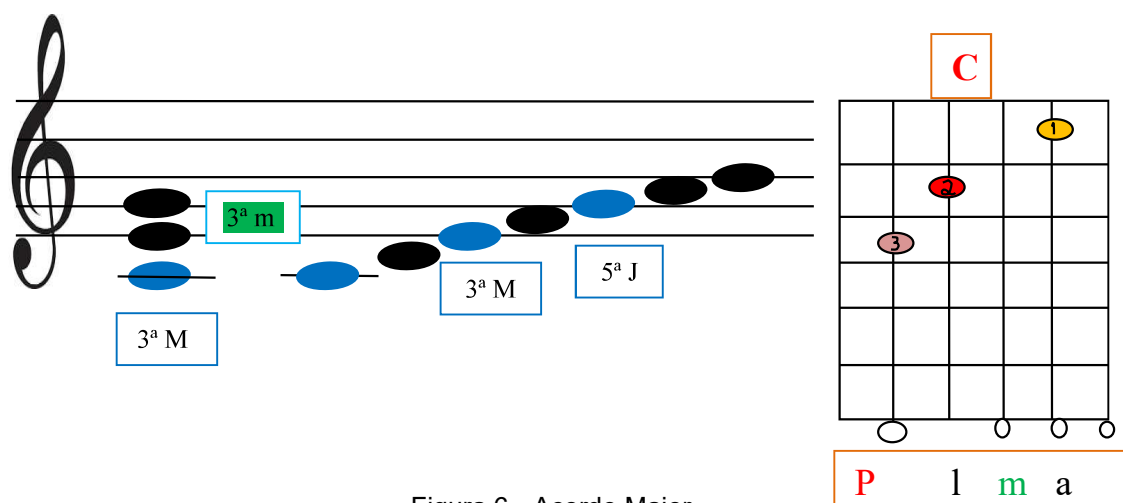


Figura 6 - Acorde Maior

Fonte: Adaptada de Google.com.br

Explica a autora que partindo do intervalo de oitava dado pelas frequências genéricas  $f_0$  e  $2f_0$  pode-se formar a escala pitagórica, desde que se mantenha os intervalos (ou seja as razões numéricas) entre as notas. As notas obtidas formam a chamada escala diatônica de sete notas que conhecemos vulgarmente por Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá, Si.

Deste modo, Silva (2013) mostra que se calcularmos os intervalos entre todas as alturas da escala diatônica teremos apenas dois valores:  $(9/8)$  e  $(256/243)$ , chamados respectivamente de tom pitagórico diatônico e semitom pitagórico diatônico, Como as da figura abaixo:

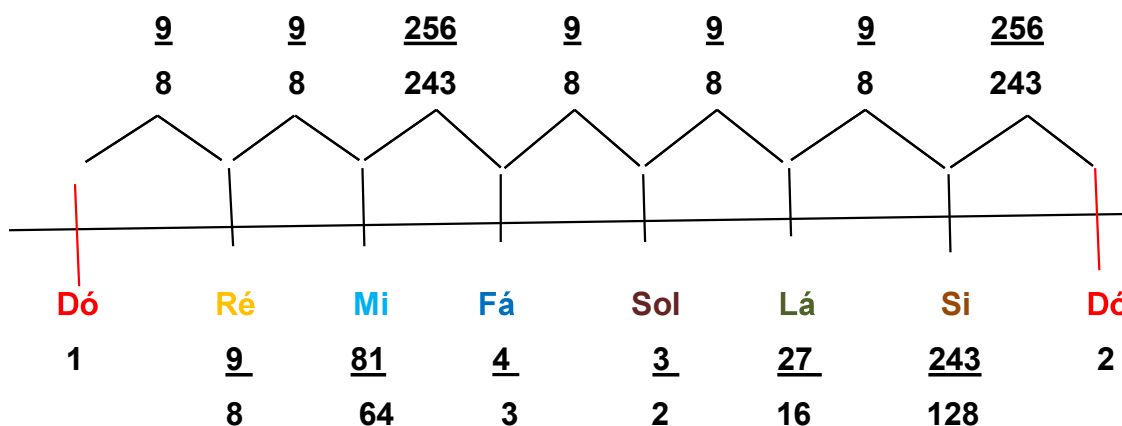


Figura 7- Escala com sete notas diferentes

Fonte: Adaptado deGoogle.com.br

Segundo a autora os estudos de razões “harmônicas” e proporções eram a essência da música durante a época dos pitagóricos, mas a partir da Idade Média, com o desenvolvimento de música mais complexa, notou-se que, apesar das razões serem “perfeitas”, ocorriam problemas quando acordes particulares, diferentes tonalidades ou escalas com mais notas eram utilizadas.

Para Silva (2013), o problema derivava da definição dos intervalos de terceira, quinta e oitava quando definidos por números inteiros. Ao adicionar vários intervalos de terceira e quinta sucessivamente a uma nota de base, nunca se consegue atingir novamente uma oitava da nota de base.

Para a autora a tendência hoje é reproduzir, dentro das possibilidades, a sonoridade da época em que a composição musical foi escrita e que para isso é fundamental o conhecimento e uso de uma afinação específica e das relações matemáticas entre as notas musicais abordadas no seu artigo.

### **O Ensino Híbrido como metodologia de ensino**

Para contextualizarmos apresentaremos as ideias de Bacich et al (2015), cuja concepção de Ensino Híbrido é:

A expressão *ensino híbrido* está enraizada em uma ideia de educação híbrida, em que não existe uma forma única de aprender e na qual a aprendizagem é um processo contínuo, que ocorre de diferentes formas, em diferentes espaços. (BACICH; NETO E TREVISANI, 2015, p.04)

Essas ideias coincidem com o nosso pensamento quanto à forma que pode ser feito o ensino de Matemática e Música em seus diferentes níveis. Problemas que possam surgir serão resolvidos utilizando-se de ferramentas disponíveis na escola, portanto, o ensino da Matemática e Música por meio do Ensino Híbrido se torna intrinsecamente ligado à realidade e às aplicações no mundo real dos nossos alunos.

Para que o Ensino Híbrido possa ser efetivamente aplicado no processo de ensino-aprendizagem da Matemática e Música, Bacich e Moran (2015) indicam alguns procedimentos a serem adotados, esses procedimentos serão aprofundados na próxima seção.



## **A aprendizagem na Educação Híbrida na perspectiva de Bacich e Moran**

Segundo Bacich e Moran (2015) é relevante fazer a interação entre a escola e o mundo de modo que se abram novos caminhos entre a sala de aula e ambientes virtuais.

Para os autores a educação sempre foi misturada, híbrida combinando diversos espaços, tempos, atividades, metodologias e públicos, que hoje esse processo de se mobilizar, se conectar é mais visível aberto e intenso, pois não existe uma única maneira de aprender.

Consideram Bacich e Moran (2015) que o ensino é híbrido visto que não se restringe ao que planejamos institucionalmente, que aprendemos por meio de metodologias organizadas com procedimentos abertos e até mesmo informais, como por exemplo, quando aprendemos com um professor e podemos aprender sozinhos, com família, com colegas, com desconhecidos.

Além disso, falar em educação híbrida para os autores significa pressupor que não existe uma única forma de aprender e não há uma única forma de ensinar. Portanto, diferentes maneiras de aprender e ensinar existem, podemos aprender por buscar, por querer e aprender indiretamente.

Bacich e Moran (2015) entendem que para ultrapassar as barreiras da sala de aula, o uso de tecnologias digitais e o trabalho colaborativo são importantes para propor momentos de aprendizagem e troca, uma vez que quando há um objetivo comum a ser alcançado pelo grupo aprender com os pares torna-se ainda mais significativo.

Bacich e Moran (2015) explicam que o Ensino Híbrido é composto de quatro modelos, sendo o Modelo de Rotação, Modelo Flex, Modelo À La Carte e o Modelo Virtual Enriquecido.

Os autores consideram que podemos utilizar apenas um dos Modelos citados e enfatiza que o modelo *à la carte* e o modelo virtual enriquecido são considerados disruptivos porque propõem uma organização da escola básica que não é comum no Brasil.

Bacich et al (2015) enfatizam que não há uma ordem estabelecida para aplicação e desenvolvimento desses modelos em sala de aula, também não existe uma categoria entre eles.

Na visão dos autores existem professores que usam essas metodologias num formato integrado, sugerindo uma atividade de sala de aula invertida para a realização, na aula seguinte e depois de um modelo de rotação por estações.

Portanto para Bacich et al (2015) nós devemos escolher primeiro o modelo e depois analisar como iremos organizar a sua aplicação. No Modelo de Rotação temos: Rotação por Estações, Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida e Rotação Individual.

Consideram Bacich e Moran (2015) que o **Modelo de Rotação** pode ser desenvolvido e organizado com um ou mais modelos de Rotação, ficando assim a cargo do professor analisar essa organização. Explicam os autores que nesse método os educandos são organizados em grupos e revezam as atividades realizadas de acordo com um horário fixo ou com a orientação do professor.

Nessa pesquisa daremos ênfase ao que desenvolvemos, ou seja, a metodologia do Ensino Híbrido utilizando a Sala de Aula Invertida e a Rotação por Estações para a aprendizagem da Matemática e Música.

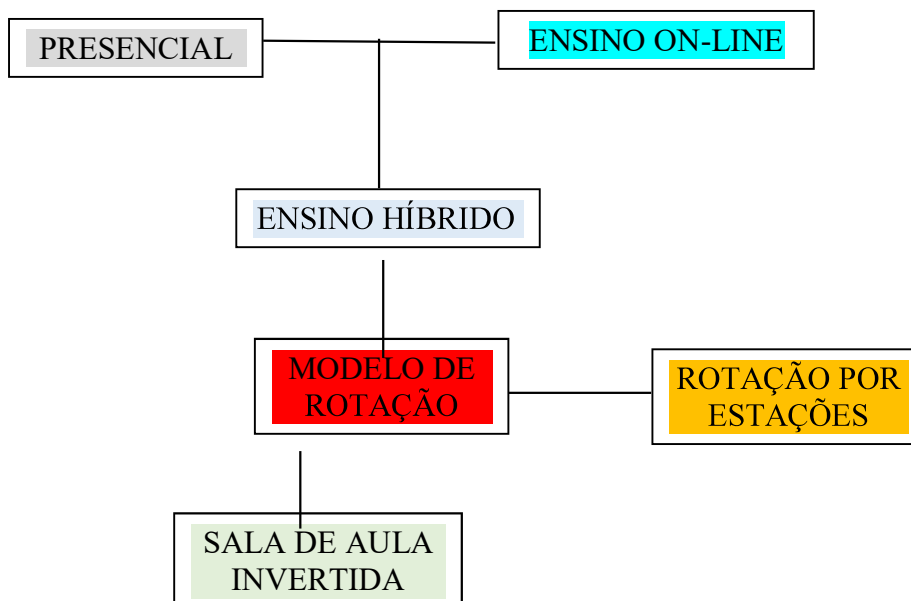


Figura 8 - Propostas de Ensino Híbrido

Fonte: Adaptada de Bacich et al, 2015, p.46.

Assim, na modalidade de **Rotação por Estações** seguiremos as sugestões do autores quanto ao modo de organização das salas: distribuir os alunos em grupos, e cada um desses grupos desempenhará uma atividade conforme os objetivos do professor.

Ressaltam os autores que terá momentos em que um dos grupos estará realizando atividades on-line enquanto outros grupos estarão em outras estações realizando outras atividades, sendo importante valorizar momentos em que os alunos possam trabalhar colaborativamente e momentos em que trabalhem individualmente.

Bacich et al (2015) enfatizam que depois de um tempo, previamente combinado entre o professor e os alunos, eles deverão trocar para outra estação fazendo um revezamento até que todos tenham passado por todas as estações.

Porém, afirmam os autores que não é necessário seguir uma ordem de realização nas estações, pois as atividades são planejadas para serem realizadas de forma independentes, mesmo funcionando de forma integrada, possibilita que os alunos participem de todas as estações.

No modelo de **Sala de aula invertida**, os alunos estudam a teoria em casa, que pode ser realizado de modo on-line, por leituras e vídeos, ao passo que a sala de aula é utilizada para os debates, para a resolução de atividades, em meio a outras propostas.

Bacich et al (2015) consideram que podemos aprimorar esse modelo de modo a desenvolver a descoberta e a experimentação como proposta inicial para os alunos e também proporcionar a interação com o tema antes de estudar a teoria.

Afirmam os autores que vários estudos demonstram que os alunos estabelecem suas visões sobre o mundo quando intensificam os conhecimentos prévios e associam as novas informações com as estruturas cognitivas já existentes para que assim consigam pensar criticamente sobre os conteúdos ensinados.

De acordo com os autores essas pesquisas também sugerem que para os alunos desenvolverem habilidades de pensamento crítico e ter uma melhor compreensão conceitual sobre uma ideia, quando eles procuram uma propriedade primeira e depois passam a ter contato com uma forma clássica de instrução, como uma palestra, um vídeo ou a leitura de um texto.

Ressaltam os autores, não existe uma ordem estabelecida para aplicação e desenvolvimento desses modelos em sala de aula, também não existe uma hierarquia entre eles.

Afirmam os autores que há professores que usam essas metodologias de forma adaptada, às vezes iniciam propondo uma atividade de sala de aula invertida para a realização e depois na aula seguinte, de um modelo de rotação por estações.

Bacich e Moran (2015) afirmam ser importante a integração entre sala de aula e ambientes virtuais para que seja possível abrir a escola para o mundo e trazer o mundo para dentro da escola.

Para Bacich e Moran (2015) a educação híbrida deve ser pensada de maneira que os modelos curriculares que proponham transformações, que individualmente e em grupo seja privilegiado a aprendizagem realmente dos educandos oferecendo dois caminhos possíveis: um de mudanças progressivas e outro de mudanças mais profundas.

De acordo com os autores instituições mais inovadoras recomendam modelos educacionais mais integrados, sem disciplinas com o projeto pedagógico partindo de valores, competências amplas, situações problema e projetos visando equilibrar a aprendizagem individual com a colaborativa.

Nesta pesquisa utilizaremos dois caminhos: a Sala de aula invertida com o objetivo de possibilitar ao aluno se interar do tema antes do estudo da teoria e desenvolver suas habilidades de senso crítico e a Rotação por Estações para que em outros espaços da escola como a sala de vídeo, sala de leitura, sala de aula e sala de informática os alunos possam ter momentos de trabalho colaborativo e em outros momentos trabalhar individualmente.

## Proposta de Ensino de Matemática e Música na perspectiva do Ensino Híbrido

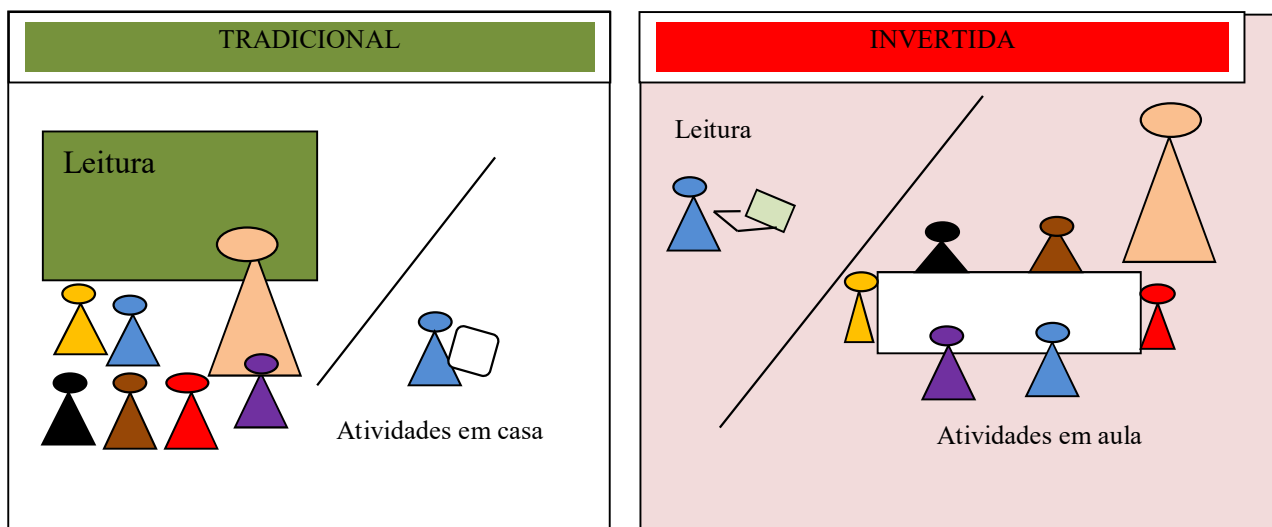


Figura 9 - Modelo de Sala de Aula Invertida  
 Fonte: Adaptada de Google.com.br

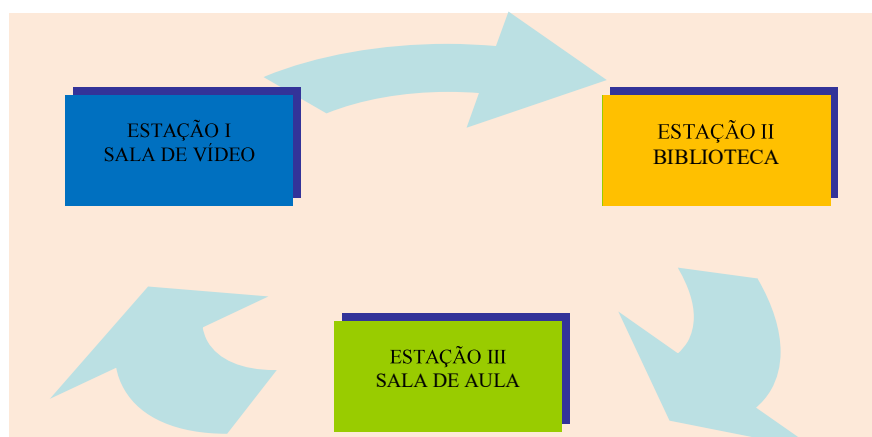


Figura 10 - Rotação por Estação na E.E. David Zeiger  
 Fonte: Própria

Seguindo os modelos propostos por Bacich et al (2015), apresentaremos algumas sugestões de atividades que serão aplicadas na escola pesquisada e que poderão ser utilizadas pelos professores que tenham como objetivo a prática do Ensino Híbrido no ensino de funções trigonométricas seno.

A sequência de atividades apresentadas foi pensada para turmas do segundo ano do Ensino Médio.

### **A) Atividades da Sala de Aula Invertida**

Inicialmente, como é proposto pelo referencial adotado, podemos aplicar a Sala de Aula Invertida. Consideramos ser necessário passar algumas atividades de pesquisa e fazer um questionário inicial, que também é denominado como atividade diagnóstica.

Neles, temos como objetivos elencar alguns conteúdos que julgamos ser essenciais para o bom andamento da Rotação por Estação, que será realizado posteriormente. Para o nosso trabalho, selecionamos os seguintes temas que desenvolveremos na sala de aula:

- Razão e Proporção;
- Potenciação e propriedades;
- Função trigonométrica (seno);
- Escala Temperada e Pitagórica;
- Som.

O conhecimento de razão e proporção se faz necessário, para as atividades da Sala de Aula Invertida, em que o professor apresentará as possíveis aplicações das funções periódicas no dia a dia dos alunos, uma das abordagens pode ser pensada na Música.

Mais especificamente, em representações gráficas das ondas periódicas e trigonométricas para determinar a frequência, o período, a amplitude, o comprimento de onda e a velocidade. A proporção, então, se faz essencial nesse cálculo.

### **B) Sala de Aula Invertida- Matemática e Música: contextualização histórica**

De acordo com Bacich; Neto; Trevisan (2015) na Sala de Aula Invertida a teoria é estudada em casa, de maneira *on-line*, e o espaço da sala de aula é utilizado para debates e resolução de atividades.

Assim, o professor pode solicitar aos alunos a pesquisa e estudo sobre a temática a ser trabalhada. Em nosso trabalho, vamos propor a discussão sobre o contexto histórico e o motivo que levou a invenção da Escala Pitagórica e Escala Temperada, funções periódicas e funções trigonométricas.

Como afirmam Bacich; Neto; Trevisan (2015) a explicação dos conteúdos a serem desenvolvidos no Ensino Híbrido agora será feito em casa, e a aplicação das atividades sobre o conteúdo será feito em sala de aula.

Motivados pelos modelos propostos pelos autores acreditamos também que a Sala de Aula Invertida será valorizada como a porta de entrada para o ensino híbrido, podendo ser aprimorada posteriormente. Compete ao professor, então, considerar algumas maneiras de aperfeiçoar esse modelo.

Deste modo, escolhemos um livro didático, um artigo e os temas: Ondas sonoras e Elementos básicos de um som, que poderão ser utilizados pelos alunos para pesquisa e leitura em casa.

Dante (2009) foi escolhido por apresentar qualidades julgadas pelos pesquisadores como excepcionais e têm sugestões de leituras dos seguintes textos:

- e) Trigonometria: história e importância;
- f) De onde vêm o nome seno?
- g) Fenômenos periódicos;
- h) Movimento Harmônico Simples (MHS).

Entretanto, o artigo de Luiz et al (2015) ocorre numa sistematização da união entre conteúdos matemáticos e musicais. Deste modo, os autores apresentam os conteúdos musicais divididos nas seguintes temáticas: 1) Teoria e análise musicais, 2) Acústica e 3) Composição musical.

Os autores, posteriormente, em cada um destes temas, apresentam as analogias entre a matemática e a música, levando em conta a organização dos Programas de Matemática e respectivas Metas Curriculares do Ensino Básico (3º ciclo) e dos Programas de Matemática A e B do 11º e 12º anos do Ensino Secundário em Portugal.

Luiz et al (2015) concluem que os elementos e conceitos musicais que se associam à matemática distribuem-se pelas áreas da Aritmética, Álgebra, Trigonometria e, em especial, Geometria.

Porém, na Sala de Aula Invertida os alunos trabalharão com o livro didático e a pesquisa em casa na internet para desenvolver os conceitos das funções periódicas e funções trigonométricas – seno.

Dentre os livros didáticos disponibilizados na escola e analisados pela pesquisadora, o único que apresenta esses textos como leitura complementar é o escolhido por nós.

Segundo Dante (2009, p.3) no seu livro didático ele procurou levar em conta as afirmações abaixo:

*“A questão primordial não é o que sabemos, mas como o sabemos”*  
ARISTÓTELES

*“Não há ramo da Matemática, por mais abstrato que seja,  
que não possa um dia vir a ser aplicado aos fenômenos do mundo real.”*  
LOBACHEVSKY

O objetivo de Dante (2009) é fazer com que o aluno compreenda as ideias básicas da Matemática no Ensino Médio e que saiba utilizá-las no cotidiano.

O autor procurou explorar no livro didático os exercícios e problemas que envolvem a contextualização, interdisciplinaridade e integração entre os temas matemáticos.

Considera o autor que os alunos antes de resolver os exercícios precisam estudar a teoria e refazer os exemplos. Assim, espera contribuir para o trabalho do professor em sala de aula e para o processo de aprendizagem dos alunos de modo a aprofundar e ampliar o que aprenderam no Ensino Fundamental.

Assim, na sequência das atividades realizadas em casa, exploraremos o conceito de funções trigonométricas – seno, através de problemas de envolvam a Matemática na Música, pensamos que este livro em específico possa trazer grande contribuição.

No artigo selecionado de Luiz et al (2015) os autores enfatizam que a Música vem acompanhando a História da humanidade e exercendo diferentes funções, sendo transversal a culturas e épocas e, paralelamente, a Matemática também vem transpondo fronteiras culturais, históricas e intelectuais.



Escolhemos este artigo, por apresentar uma contextualização histórica da associação entre matemática e música e a possibilidade de gerar grandes discussões na sala de aula.

Acreditamos que essa escolha poderá trazer grandes contribuições para a Sala de Aula Invertida, pois segundo Bacich et al (2015) nesta modalidade de ensino estudiosos dessa área afirmam que o modelo que tem início pela exploração é muito mais eficiente, uma vez que não é possível buscar respostas antes de pensar nas perguntas. Esperamos, também, com a leitura desse artigo, despertar a curiosidade dos alunos para as atividades da Rotação por Estações.

Os alunos deverão realizar a pesquisa sobre “Ondas sonoras” e “Elementos básicos de um som”, pois precisarão desses conceitos para realizar as atividades da Rotação por Estação, onde na Estação II- Biblioteca eles farão atividades práticas direcionadas a Matemática e Música utilizando um software para afinação do violão.

### **C) Rotação por Estações: apresentação de possíveis aplicações nas Estações**

Na Rotação por Estações, o professor apresenta o método de Rotação por Estações, depois divide os alunos em grupos e explica que cada grupo deve desenvolver uma atividade de acordo com os objetivos que ele determinou para cada estação.

Apresentaremos a sugestão de atividades que podem ser utilizadas nas Estações. O tempo para realizar as atividades em cada estação será de 45 minutos, depois desse tempo os grupos devem fazer um rodízio pelas outras estações.

**Na Estação I - Sala de vídeo-** os alunos assistirão ao vídeos: matemática na Música, da coleção Matemática em toda parte, disco 1, com a duração de aproximadamente vinte e seis minutos.

**Na Estação II- Biblioteca-** Nessa estação os alunos resolverão as atividades teóricas e práticas sobre reconhecimento das partes de um violão, comprimento de onda, elementos básicos do som e utilização de um software para afinação do violão.

**Na Estação III- Sala de Aula-** Procuramos trabalhar com a representação de gráficos das funções periódicas e funções trigonométricas – seno. Assim, apresentamos as respostas das questões propostas na Sequência Didática para a Rotação por Estações na cor cinza.

### Estação II- Violão e Frequência

1) De acordo como nome das partes do violão complete a tabela a seguir:

**Objetivo Específico:** Identificar as partes do violão e registrar a sequência na tabela a seguir.

**Materiais:** Imagem do violão com detalhes das partes, violão, calculadora, lápis e borracha.

**Procedimento:** Separar os alunos em duplas, entregar o protocolo de atividades, pedir para observar o violão e responder a questão.



#### História do violão

Existe relatos que este provavelmente tenha sido uma derivação de um antigo instrumento árabe, o alaúde. ...A partir da vihuela, o **violão** de antigamente, surgiu outro conhecido instrumento: a guitarra elétrica.

**Curiosidade:** somente no Brasil existe a palavra “**violão**”.

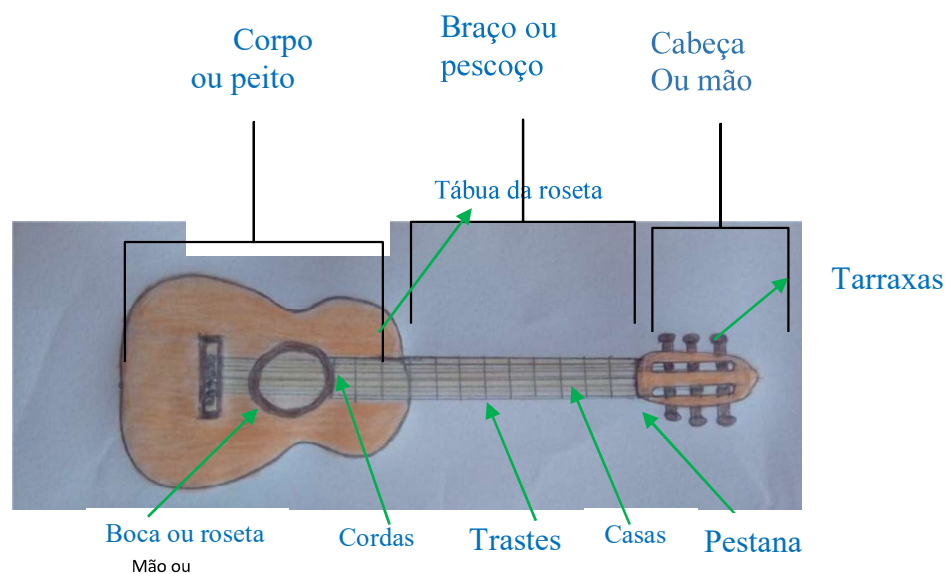


Figura 10: Violão Clássico com o nome das partes

Fonte: Própria

Sequência	
1	Tábua da roseta
9	Tarraxas
5	Casas
3	Cavalete
6	Trastes
7	Cordas
8	Braço ou pescoço
2	Pestana
10	Mão ou cabeça
4	Boca

Figura 11: Violão Clássico – completar o nome das partes

Fonte: Própria

2) Observe as figuras e responda as questões de **a** até **j**:

**Objetivo Específico:** Reconhecer as cordas e identificar as notas no violão.

**Procedimento:** Separar os alunos em duplas, entregar o protocolo de atividades, pedir para observar as partes do violão e responder as questões.

**Materiais:** Violão, lápis e borracha.

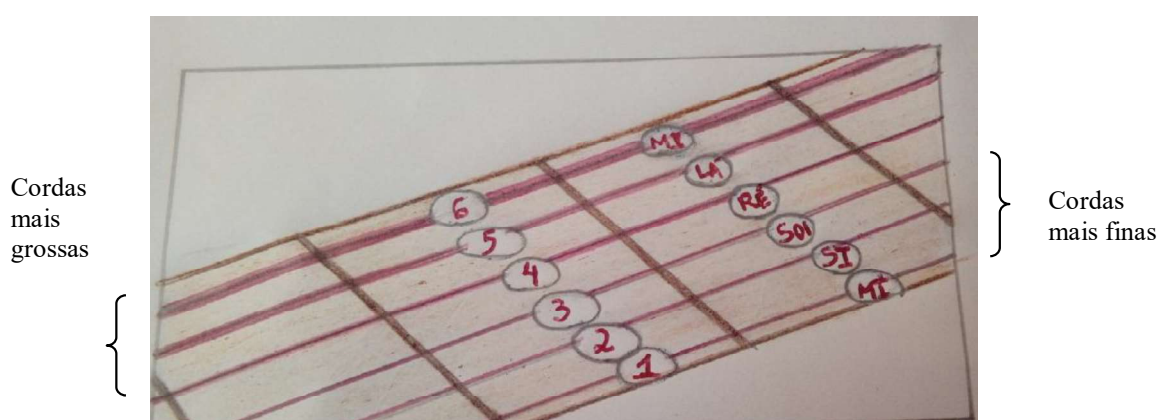


Figura 12: Notas e cordas no violão

Fonte: Adaptada de Google.com.br

- k) Como se chama a terceira corda do violão?  
*A terceira corda do violão chama-se Sol.*
- l) A qual frequência a 4ª corda do violão soa?  
*A quarta corda do violão soa a 97,5 hertz.*
- m) Qual a unidade que mede a frequência e qual a sua abreviação?  
*A unidade que mede a frequência dos sons é o Hertz-hz.*
- n) Quantas cordas tem um violão?  
*Um violão tem seis cordas.*
- o) O que significa “casa” no violão?  
*“Casa no violão” significa os espaços para separar as notas de cada corda.*
- p) Qual a numeração das cordas do violão?  
*A numeração das cordas do violão são: 1; 2;3;4;5 e 6.*
- q) Quantas casas tem um violão desde o começo do braço até este encontrar-se com o corpo?  
*Um violão tem doze casas.*
- r) Explique com suas palavras para que serve a marcação no braço do violão.  
*A marcação no braço do violão serve para separar um som mais grave de um som mais agudo. Assim, as que estão mais espaçadas tem um som mais agudo e as menos espaçadas tem um som mais fino.*
- s) Qual a numeração da corda mais fina do violão e como ela se chama?  
*A numeração da corda mais fina é a um e se chama “Mi”- mi menor..*
- t) Qual a numeração da corda mais grossa do violão e como ela se chama?  
*A numeração da corda mais grossa é a seis e se chama “MI”- mi maior.*

- 3) Observar a disposição das cordas no braço do violão e depois relacionar a primeira coluna com a segunda coluna:

**Objetivo Específico:**

Identificar as notas musicais no violão e relacioná-las as suas cordas.

- |         |       |
|---------|-------|
| (a) Mi  | (e) 1 |
| (b) Ré  | (c) 2 |
| (c) Si  | (f) 3 |
| (d) Lá  | (b) 4 |
| (e) mi  | (d) 5 |
| (f) Sol | (a) 6 |

**Procedimento:** Separar os alunos em dupla, entregar om protocolo de atividades, pedir aos alunos para observar o violão e responder a questão.

**Materiais:** Violão, lápis e borracha.

Para os exercícios 4 e 5, você precisará utilizar a velocidade do som no ar que é 340 m/s e a equação a seguir:  $V = L \cdot f \Rightarrow L = V / f$

Onde:

V= Velocidade do som no ar; L = Comprimento da onda; f= frequência em Hz

- 4) Sabendo que a velocidade de uma onda sonora é de 340m/s no ar e que um ouvido humano normal consegue ouvir sons entre 20hz e 20000hz, o ouvido humano pode perceber sons com comprimento de onda de 1 cm? e de 2cm?

**Objetivo Específico:** Utilizar a linguagem matemática para expressar as condições descritas na situação-problema e interpretar os resultados de acordo com o contexto solicitado.

**Procedimento:** Separar os alunos em dupla, entregar om protocolo de atividades, pedir aos alunos para ler, calcular e responder a questão.

**Materiais:** Calculadora, lápis e borracha.

$$V = 340m/s$$

$$\begin{array}{ll} L^1 = 1 \text{ cm} = 0,01m & L^2 = 2 \text{ cm} = 0,02m \\ V = L \cdot f & V = L \cdot f \\ 340 = 0,01 \cdot f^1 & 340 = 0,02 \cdot f^2 \\ 340/0,01 = f^1 & 340/0,02 = f^2 \\ f^1 = 34.000hz & f^2 = 17.000hz \end{array}$$

*Só poderemos perceber os sons com comprimento de ondas de 2 cm.*

5) O ouvido humano percebe, em geral, sons entre 20 Hz e 20.000 Hz. Quais os comprimentos de ondas correspondentes a esse intervalo?

Observação: Como trata de onda sonora precisa utilizar a velocidade do som no ar que é 340 m/s na mesma equação do exercício anterior.

**Objetivo Específico:** Utilizar a linguagem matemática para a resolução de situações-problemas contextualizadas.

**Procedimento:** Separar os alunos em dupla, entregar o protocolo de atividades, pedir para ler, calcular e responder a questão.

**Materiais:** Calculadora, lápis e borracha.

$$V = 340 \text{ m/s}$$

$f^1 = 20 \text{ Hz}$	$f^2 = 20.000 \text{ Hz}$
$V = L \cdot f$	$V = L \cdot f$
$340 = L^1 \cdot 20$	$340 = L^2 \cdot 20.000$
$340/20 = L^1$	$340/20.000 = L^2$
$L^1 = 17 \text{ cm}$	$L^2 = 0,017 \text{ cm}$

6) Um pulso ondulatório senoidal é produzido em uma extremidade de uma corda longa e se propaga por toda a sua extensão. A onda possui uma frequência de 247 Hz e comprimento de onda 2,5 m. Qual o tempo em segundos que a onda leva para percorrer uma distância de 20m?

**Objetivo Específico:** Utilizar a linguagem matemática para expressar as condições descritas na situação-problema e interpretar os resultados de acordo com o contexto solicitado.

**Procedimento:** Separar os alunos em dupla, entregar o protocolo de atividades, pedir para ler, calcular e responder a questão.

$V = \Delta S \cdot t$	$V = L \cdot f$
$617,5 = 20 \cdot t$	$V = 2,5 \cdot 247$
$20t = 617,5$	$V = 617,5 \text{ m/s}$
$t = 617,5 / 20$	
$t = 30,9 \text{ s}$	
<i>Aproximadamente</i>	

**Materiais:** Calculadora, lápis e borracha.

$$t = 3 \text{ s}$$

7) Realizar a leitura no Afinador *On line*, registrar a frequência de cada corda na tabela e calcular a razão entre essas frequências:

**Objetivo Específico:**

Compreender o conceito de razão na Matemática e saber calcular a razão entre duas grandezas de mesma natureza.

O afinador *On-line* indicará se a corda do violão precisa ser apertada ou afrouxada.

**Materiais:** Violão, afinador *on-line*, calculadora, lápis e borracha.

**Procedimento:** Separar os alunos em dupla, entregar o protocolo de atividades, pedir para ler, observar a marcação da frequência no afinador on line, calcular e responder a questão.

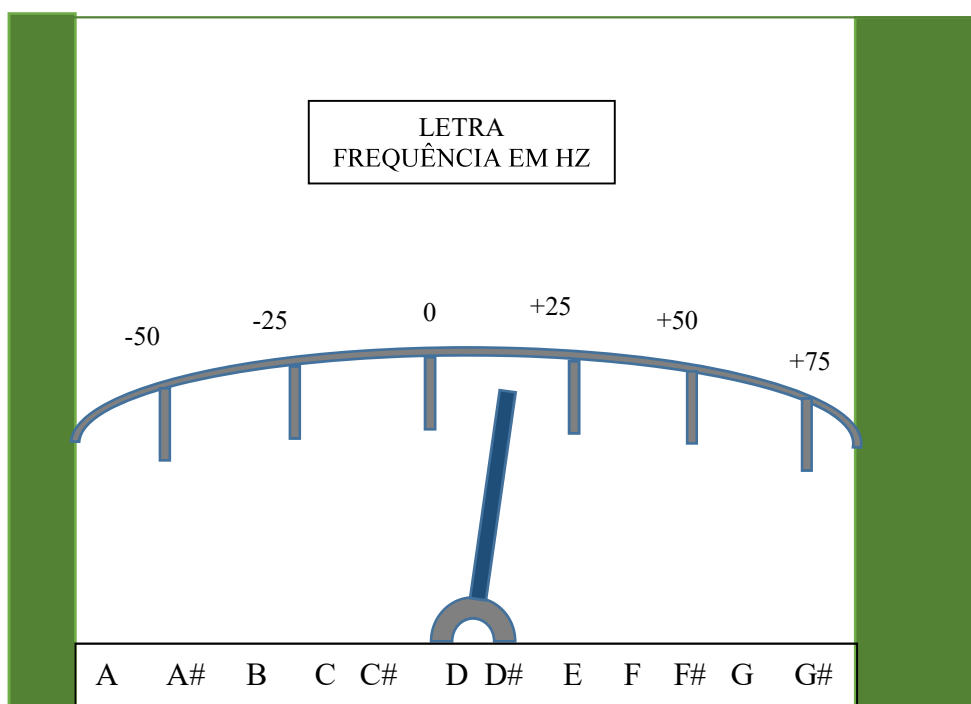


Figura 14: Afinador de violão

Fonte: Adaptado de Cifra Club

Corda	Nota	Frequência (Hz)	Razão entre as frequências
6	Mi	146,6	0,563
5	Lá	260,6	2,673
4	Ré	97,5	0,747
3	Sol	130,5	0,592
2	Si	220,5	1,129
1	Mi	195,2	1,332

### ESTAÇÃO III – FUNÇÃO TRIGONOMÉTRICA SENO

- 1) Com o auxílio de uma tabela de valores represente a função trigonométrica seno no mesmo plano cartesiano:

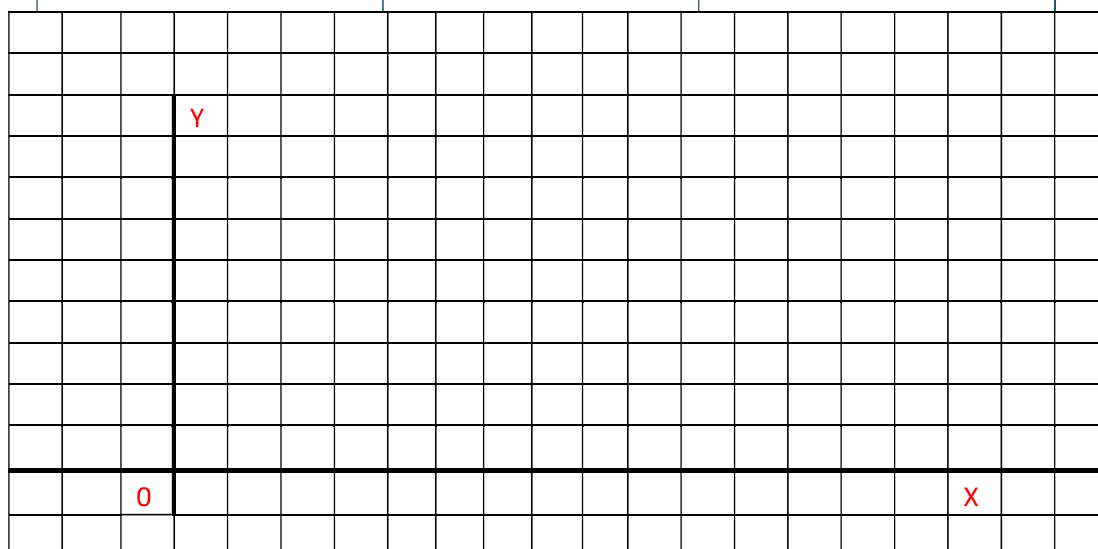
**Objetivo Específico:** Representar o gráfico da função trigonométrica seno com o auxílio de uma tabela de valores.

**Materiais:** Tabela com os dados das funções trigonométricas seno, papel quadriculado, lápis de cor, régua, compasso, lápis e borracha.

**Procedimento:** Separar os alunos em dupla, entregar o protocolo de atividade, pedir para representar o gráfico e responder a questão.

Tabela1: Funções trigonométricas num mesmo sistema de eixos cartesianos.

X	$y = \text{sen}x$	$y = 2 \text{sen}2x$
0	0	0
$\pi/2$	1	2
$\pi$	0	0
$3\pi/2$	-1	-2
$2\pi$	0	0





Observando a representação do gráfico construído com os dados da Tabela 1, responda:

**Objetivo Específico:** Reconhecer a periodicidade presente na função trigonométrica seno, interpretar resultados e fazer inferências.

**Materiais:** Tabela com os dados das funções trigonométricas seno, papel quadriculado, lápis de cor, régua, compasso, lápis e borracha.

**Procedimento:** Separar os alunos em dupla, entregar o protocolo de atividades, pedir para observar o gráfico, calcular e responder a questão.

f) Podemos dizer que a função seno é uma função periódica? Justifique.

*Sim. Podemos dizer que a função seno é periódica, pois se repete a cada  $2\pi$ .*

g) Qual é a diferença entre o gráfico da função  $y = \text{sen}x$  e o gráfico da função  $y = 2 \text{sen}2x$  ?

*O gráfico da função  $y = \text{sen}x$  tem imagem:  $[-1, 1]$  e período igual  $2\pi$ , enquanto a função  $y = 2\text{sen}2x$  tem imagem:  $[-2, 2]$  e período igual a  $\pi$ .*

h) Qual é o período de uma função do tipo  $y = 2 \text{sen}2x$  ?

*O período é  $\pi$ .*

i) Qual é a imagem de uma função do tipo  $y = 2 \text{sen}2x$ ?

*A imagem da função  $y = 2 \text{sen}2x$ :  $[-2, 2]$ .*

j) Qual é a amplitude de uma função do tipo  $y = 2 \text{sen}2x$ ?

*A amplitude da função  $y = 2\text{sen}2x = 2$ , pois:*

$$A = \frac{2 - (-2)}{2} = \frac{2+2}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

- 2) Compare os dois gráficos a seguir que representam as funções trigonométricas seno, sendo:  $F1 = \text{sen } x$  e  $F2 = -1 + 2\text{sen } x/2$ :

**Objetivo Específico:** Identificar alguns parâmetros importantes do modelo ondulatório para a descrição matemática de funções trigonométricas seno como: período, amplitude e imagem.

**Materiais:** Gráfico das funções trigonométricas seno no mesmo plano cartesiano. lápis e borracha.

**Procedimento:** Separar os alunos em dupla, entregar o protocolo de atividades, pedir para ler, calcular e responder as questões.

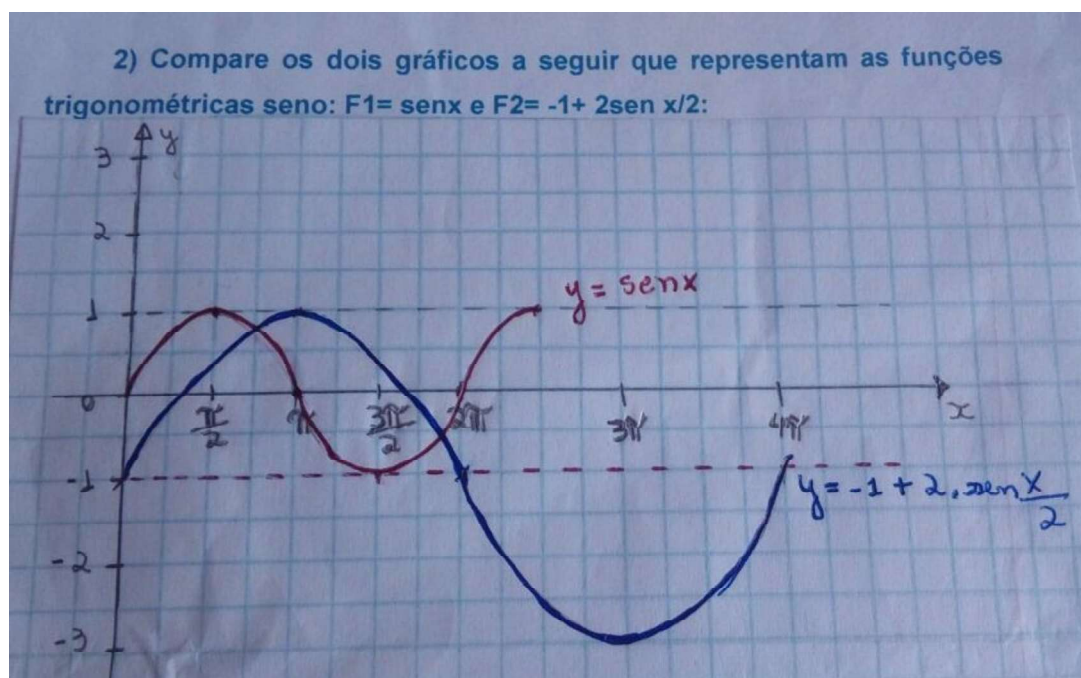


Figura 15: Gráfico das funções trigonométricas seno no mesmo plano cartesiano

Fonte do Autor

Função	$Y = \text{sen } x$	$Y = -1 + 2 \text{sen } (x/2)$
Período	$2\pi$	$2\pi / (1/2) = 4\pi$
Imagem	$[-1, +1]$	$[-3, +1]$
Amplitude	1	2

- a) Qual é a diferença entre os gráficos das funções:  $y = \text{sen} x$  e  $y = -1 + 2 \text{sen} x/2$ ?

*Quando altera-se o gráfico da função  $y = \text{sen} x$  para  $y = -1 + 2 \text{sen} x/2$  se desloca duas unidades no eixo vertical: -1 até -3, sendo o período igual a  $4\pi$  e a amplitude igual a 2.*

- b) Qual o valor máximo da função  $y = -1 + 2 \text{sen} x/2$ ?

*O valor máximo da função  $y = -1 + 2 \text{sen} x/2$  é igual a um.*

- c) Qual é o valor mínimo da função  $y = -1 + 2 \text{sen} x/2$ ?

*O valor mínimo da função  $y = -1 + 2 \text{sen} x/2$  é igual a menos um.*

- d) De acordo com o que foi estudado, podemos afirmar que a função seno é uma função limitada? Justifique.

*A função seno é uma função limitada, pois varia de -1 a 1.*

- e) É possível identificar alguma regularidade nos valores do seno?

*Sim. Os valores do seno se repetem a cada período de  $2\pi$ .*

Nossa expectativa de aplicar essa pesquisa sobre o Ensino Híbrido na Matemática e Música foi sendo atendida na medida que os alunos se envolviam na resolução das atividades propostas, procuramos associar os conceitos pesquisados na Sala de Aula Invertida com os das Rotações por Estações.

Dessa maneira, justificamos o trabalho feito na Sala de Aula Invertida, valorizando assim o modelo de Ensino Híbrido aplicado na E.E. David Zeiger.

Concordamos com Bacich et al (2015) que é importante valorizar os momentos em que os estudantes possam trabalhar de forma colaborativa e aqueles em que possam fazê-lo individualmente, por isso, fizemos essa proposta com dados reais retirados de diversas fontes especificadas em cada modelo de Ensino Híbrido.