

## SEJA UM LUTHIER! CONSTRUINDO UM INSTRUMENTO MUSICAL COM A MATEMÁTICA

Flávia Cristina Ferreira de Oliveira<sup>1</sup>  
Osnildo Andrade Carvalho<sup>2</sup>

### RESUMO

Este artigo visa analisar como a matemática pode ser utilizada para construção de uma flauta transversal de PVC, utilizando como tópico da matemática a proporcionalidade. Este trabalho surgiu a partir de uma oficina realizada no Instituto Federal localizado no interior da Bahia na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, que contribuirá para a compreensão de elementos da matemática na construção do instrumento, levando em conta aspectos da sustentabilidade. Foram utilizados tubos PVC e materiais simples de fácil acesso. Os próprios estudantes conseguiram construir o instrumento em uma metodologia dinâmica e interativa que possibilitou o próprio aluno a ser um cientista mirim, pesquisador e criativo para resoluções de problemas e construção da flauta, uma vez que o mesmo teve autonomia para construir sua flauta, obtivemos um resultado satisfatório, sendo observado a participação e envolvimento dos estudantes. Desta forma, a utilização de oficinas na construção de instrumentos musicais envolvendo conteúdos de matemática do ensino fundamental e médio pode ser capaz de motivar os estudantes na compreensão de determinados conteúdos da matemática e possui uma contribuição significativa para o entendimento e raciocínio dos estudantes inseridos no convívio escolar.

**Palavras-chave:** Proporcionalidade, Flauta, Sustentabilidade, Ensino musical.

### INTRODUÇÃO

Este trabalho visa apresentar algumas relações entre a matemática e a música, que muitas vezes são consideradas áreas completamente opostas e isoladas, e a utilização de materiais reutilizáveis de fácil acesso. Através deste trabalho mostraremos como elementos da matemática, como a proporcionalidade, está inserida na música e na construção de instrumentos e como podemos utilizar materiais na interseccionalidade da matemática, música e sustentabilidade, por meio de uma das aplicações práticas entre esses campos do saber, estratégias de ensino, aspectos práticos e teóricos relacionados a matemática, no ensino e aprendizagem também. Inicialmente concebido ao conhecer o vídeo do professor Vasconcelos (VIOLAOTAMBOR, 2016) e através de artigos, como também na iniciativa da NEOJIBA – Núcleos Estaduais de Orquestras Juvenis e Infantis da Bahia. A NEOJIBA inaugurou, em 2015,

---

<sup>1</sup> Estudante do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Edificações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA, [FlaviaOliveiraTr@gmail.com](mailto:FlaviaOliveiraTr@gmail.com);

<sup>2</sup> Professor orientador: Mestre em Matemática pela UFRB – SBM (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e a Sociedade Brasileira de Matemática). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA, [Osnildocarvalho@gmail.com](mailto:Osnildocarvalho@gmail.com).

um atelier para a construção de instrumentos feitos de PVC, nos fez pensar na construção do mesmo utilizando a matemática, porém de uma forma diferente onde utilizaremos elementos da teoria da proporcionalidade. Procurando explicar novas ferramentas que possam ser utilizadas no ensino da matemática, visando indicar uma das aplicações de oficinas e práticas matemáticas relacionadas a música. Pois, a primeira autora deste artigo na sua vivência como estudante da educação básica com intuito de apresentar algo significativo, sustentável e motivador aos alunos que veem a matemática como algo que muitas das vezes não perceberem na prática o que se vê na teoria acreditam que existe apenas na teoria, sem aplicações e contextos com a vivência dos estudantes. Não enxergando a matemática em sua volta.

Já não é antigo os resultados negativos das instituições públicas brasileiras terem um péssimo rendimento no ensino básico e médio. Em 2018 o MEC publicou dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) 2017 e mostrou que de 10 alunos do ensino médio, 7 não alcançaram o nível suficiente em matemática, além da maioria da população brasileira não saber como funciona a reciclagem (G1, 2018; 2019).

Julgamos que isso possa ser obtido a partir da junção dos aspectos teóricos e práticos do ensino de Matemática, desde que essa junção esteja associada a algo que possa estimular o interesse dos alunos, como por exemplo, a música. Por consequência, após a avaliação de prováveis formas de aplicação da matemática na música, foram avaliadas estratégias de execução e desenvolvimento de modelos matemáticos que resultaram em uma proposta de atividade didática com o intuito de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de tópicos da matemática na educação básica. Será apresentado primeiramente um estudo sobre os conceitos e aspectos de proporcionalidade, mais especificamente regra de três simples, para em seguida apresentarmos uma breve explicação sobre a relação entre o conteúdo abordado e a música.

Posteriormente, exibiremos a metodologia utilizada apropriadamente para este trabalho, explicitando suas etapas (a interação, a matemática, a resolução e interpretação, e a validação dos dados) e, finalmente, concluímos com uma proposta de atividade didática onde se aplica a teoria da proporcionalidade para modelar uma situação problema de origem musical através de uma oficina ministrada durante a V Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do Instituto Federal da Bahia *Campus* Feira de Santana.

Com o objetivo de fazer uma conexão entre a matemática a música e a sustentabilidade, entender como são formadas as escalas e construir seu próprio instrumento, pensamos em juntá-las e utilizar no ensino de forma tranquila para os estudantes

que têm dificuldade com o entendimento da matéria e fazer com que se transforme em mais uma ferramenta para os docentes que, não muito raro, são desmotivados a ensinar devido à resistência que a maioria dos alunos tem com as equações, contas e raciocínio (BISOGNIN, 2015, p. 9). Segundo Bisognin (2015):

É importante considerar que essa relação de dificuldade está vinculada ao mito de ouvirmos dizer que é difícil pelos nossos pais ou avós ou se isto ocorre pelo nível de complexidade por fatores mentais, físicos ou psicológicos. (2015, p. 9)

No desenvolvimento sustentável, nos baseamos em Arouca (2017) que apresenta no seu Trabalho de Conclusão de Curso o ensino de música na orquestra de Cateura, uma orquestra totalmente construída com instrumentos produzidos com materiais reciclados e uma oportunidade para as pessoas com um grau maior de vulnerabilidade social e que não podem comprar um instrumento para si. Já Camargos (2013) analisa a presença de modelos matemáticos na construção de instrumentos de materiais descartáveis.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Este artigo foi baseado na oficina realizada no Instituto Federal da Bahia *Campus* Feira de Santana com público alvo estudantes do instituto cursando o ensino médio integrado ao técnico, o subsequente, superior, técnicos e servidores da instituição e estudantes de outras escolas.

O tema “sustentabilidade” vem crescendo e sendo discutido com grande enfoque por conta de diversos acontecimentos e impasses vivenciados por populações do mundo inteiro causados pelo uso exacerbado dos recursos naturais e seu conseqüente escasseamento (AROUCA, 2017, p. 6), além do não reaproveitamento dos materiais utilizados e nem da reciclagem do mesmo.

Como elemento da matemática, consideramos neste trabalho a proporcionalidade. Este conteúdo da matemática é utilizado para compararmos medidas iguais, porém com representação ou Sistemas Internacionais diferentes, sejam elas maiores ou menores.

De acordo Lima et al (2006, p. 2), ao examinar o conceito de proporcionalidade e considerando  $x$  e  $y$  dois tipos de grandezas. Diz-se que  $y$  é proporcional a  $x$  quando:

1) As grandezas  $x$  e  $y$  acham-se de tal modo relacionadas que a cada valor de  $x$  corresponde um valor bem determinado de  $y$ . Diz-se então que existe uma correspondência  $x \Rightarrow y$  e que  $y$  é função de  $x$ .

Quando escrevemos  $x \Rightarrow y$  estamos afirmando que  $y$  é o valor que corresponde a  $x$ . Mas especificamente, trataremos de regra de três simples, que segundo Lima et al (2006, p. 4) “é um tipo de processo matemático, ao mesmo tempo útil e milenar”. Neste processo, são conhecidos três números e pede-se um quarto número aparentemente desconhecido.

A frequência da nossa flauta é A4 (432Hz), geralmente a nota lá possui frequência de 440Hz, sendo possível ainda a modificação de acordo com as dimensões do instrumento. Segundo GUIMARÃES, PIQUEIRA e CARRON (2014, p. 190) “a frequência harmônica é diretamente proporcional à velocidade com que a onda se propaga transversalmente na corda”, ou seja, as notas agudas têm uma frequência maior que as notas graves. Quando isso acontece, falamos que a nota subiu uma oitava<sup>3</sup>.

A matemática foi introduzida uma vez que, a autora deste artigo ao iniciar seus estudos na filarmônica no instrumento flauta transversal, conseguiu enxerga-la com um olhar mais amplo, além de desconstruir a ideia de que não precisaria aprender matemática no colégio, pois nunca iria utilizá-la e introduzi-la na vida de uma forma mais prática. Segundo Camargos (2010, p. 35) “Pitágoras e os pitagóricos consideraram, então, a música como um quarto ramo da matemática” pois para Pitágoras “o número era a base de todas as coisas” (GUIMARÃES, PIQUEIRA, CARRON, 2014, p. 203), desde o começo do universo até um provável fim, os números que estariam presentes.

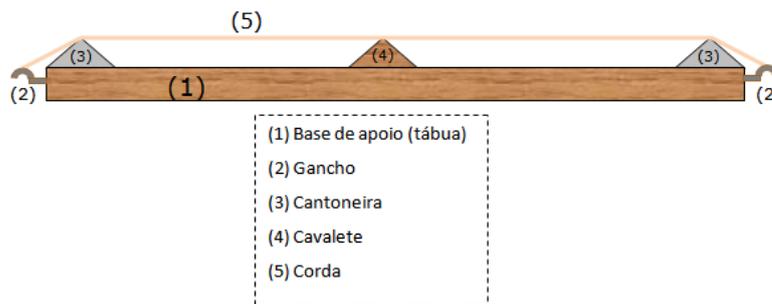
Para Pitágoras, o elemento essencial da vida era a matemática, então o mesmo começou a buscar os números em tudo. Utilizando o monocórdio (instrumento de uma corda só (imagem 1), Pitágoras testou suas teorias matemáticas e descobriu que variando a posição do cavalete o som emitido mudava com determinada relação matemática do comprimento da corda. Assim, “ele concluiu que os sons harmoniosos eram obtidos quando a relação  $L_2/L_1$  obedecia à proporção dos números inteiros e pequenos (Lei dos pequenos números: 2:1; 3:2; 4:3; ...)” (GUIMARÃES, PIQUEIRA, CARRON, 2014, p. 203).

---

<sup>3</sup> Na escala musical, temos 7 notas (dó, ré, mi, fá, sol, lá e si), porém para alcançarmos a nota dó aguda, precisamos passar por todas as 7 notas e chegaremos na oitava nota, ou seja, na nota dó com a frequência multiplicada.



Imagem 1. Representação esquemática de um monocórdio.



Disponível em <<http://clubes.obmep.org.br/blog/aplicando-a-matematica-basica-construcao-de-um-monocordio/>> Acesso em 12/03/2020.

Segundo Souza (2012), na introdução do ensino de música, há um fato negativo que é os alunos não poderem levar os instrumentos musicais disponíveis na instituição para casa, limitando seu aprendizado fora do colégio. Com isso, utilizamos Cuervo e Pedrini (2010) para pensar sobre a experiência criativa na sala de aula com utilização da música sendo prioridade, esse método dá prioridade ao desenvolvimento do estudante, deixando de lado somente o resultado (produto) do que é feito.

Sendo assim, “compreendemos a flauta doce [exemplo] como um instrumento rico em seu potencial artístico e didático” (CUERVO, PEDRINI, 2010, p. 7) e de fácil utilização e construção para trabalho sendo utilizada desde 1960 em salas de aula nas escolas brasileiras (SOUZA, 2012, p. 33) e de outros países, levando a escolha e a acessibilidade dela para muitos estudantes desde o ensino fundamental até o ensino médio.

Já a utilização da proporcionalidade foi escolhida por, segundo Lima et al (2006, p. 2) nos possibilitar encontrar a medida exata de um objeto (no caso a flauta transversal) baseando-se em outro (a quenacho), assim foi possível mostrar como a matemática, mais especificamente, a proporção está em nossas vidas, ao nosso redor e de como ela pode ser utilizada fora do ambiente escolar, sem exercícios repetitivos que não apresentam exemplos práticos do conteúdo.

É de suma importância que os assuntos matemáticos, como proporção e razão, sejam apresentados de outras formas para os/as estudantes, a partir de uma nova perspectiva fazendo ligações com as atuais vivências de cada um. Desse modo, abre-se um leque de possibilidades para diversos temas a serem discutidos no ensino e aprendizagem das exatas que possuem interpretações e conceitos já definidos causando medo e impossibilidades desde o ensino fundamental no assunto a ser estudado (BISOGNIN, 2015, p. 9), criando-se, assim,

novos interesses pelos estudantes e influenciando-os a ter um pensamento científico, ao ponto em que buscam fazer seu próprio processo utilizando e ressignificando o que foi aprendido e analisando em aula e trazendo maiores benefícios para a qualidade da educação brasileira, da ciência e da tecnologia.

## METODOLOGIA

Utilizamos como ideia inicial nesse processo o vídeo de Júlio Vasconcelos do “VIOLAOTAMBOR produções (2016)” onde é ensinado a construção de um Quenacho tonalidade em Mi (E) com a referência em A(Lá) 432 Hz<sup>4</sup> que, através da teoria da proporcionalidade encontraremos as medidas dos orifícios das notas para conseguirmos fazer a tonalidade e o som adequado da flauta transversal. Corroboramos com o pensamento de Camargos (2013), percebemos a matemática na construção de novos instrumentos com materiais descartáveis. Assim, tivemos a ideia de tentar construí-la utilizando a proporcionalidade da medida total da flauta de PVC<sup>5</sup> e do Quenacho do mesmo material.

Foram utilizados os seguintes materiais: um tubo PVC de 22 mm de espessura (¾ polegadas), uma lixa número 120, serra, uma rolha, régua, tesoura ou estilete, lápis e papel ou qualquer outro material que substitua estes e seja mais acessível.

Primeiro realizamos a comparação do comprimento de cada flauta. A Quenacho em Mi Bemol, construída por Vasconcelos, tem 528 mm e o primeiro orifício de 95,5 mm, enquanto a flauta transversal de PVC possui 333 mm e sua primeira abertura desconhecida. Assim, em problemas envolvendo grandezas proporcionais, utilizamos o cálculo de um termo desconhecido, também conhecido como regra de três para achar a medida da primeira nota da flauta. O cálculo segue o seguinte raciocínio:

$$\begin{array}{cc} 52 \text{ cm} & 33 \text{ cm} \\ 9,5 \text{ cm} & x \end{array}$$

$$52x = 9,5 \cdot 33 \quad \Rightarrow \quad x = \frac{313,52}{52} \quad \Rightarrow \quad x = 6 \text{ cm}$$

<sup>4</sup> A nota A (Lá) tem frequência 440 Hz e a maioria dos instrumentos possuem essa afinação, podendo variar em alguns países.

<sup>5</sup> Da sigla inglesa “Polyvinyl chloride”, o PVC (policloreto de vinila) é um plástico muito utilizado no mercado e principalmente na construção civil.

O primeiro orifício da nossa flauta terá uma distância de 6 cm começando pelo “pé” do instrumento, lembrando que ela começa pela abertura oposta ao bocal. Na oficina realizada, oferecemos aos estudantes o diâmetro dos furos da Quenacho e deixamos que calculassem a posição dos orifícios da flauta.

Abaixo, o quadro 1 com os comprimentos do quenacho feita por Vasconcelos e ao lado as medidas calculadas e encontradas pelos estudantes para a construção da flauta transversal de PVC.

Quadro 1. Comprimento das distâncias entre cada orifício das flautas a serem feitas.

Comprimento das distâncias dos orifícios (mm)		
Orifícios	Quenacho (528 mm)	Flauta (333 mm)
1°	95,5	60,2
2°	143	90,2
3°	169	106,5
4°	220	138,75
5°	260	163,97
6°	310	195,5

Fonte: autoral.

Na oficina foram utilizados apenas os comprimentos da quenacho e os da flauta transversal os estudantes obtiveram através dos cálculos utilizando a proporção.

Logo após, começamos a construir. Os estudantes cortaram os tubos de PVC em exatamente 33 cm, eles marcaram cada comprimento que iríamos perfurar, utilizamos uma furadeira para realizar os orifícios, depois alongamos com uma tesoura, fizemos o orifício do bocal com 3 cm partindo da parte superior da flauta (a cabeça), colocamos a rolha com 1,7 cm dentro da parte superior do tubo de PVC, seguindo todos procedimentos que consideramos no vídeo<sup>6</sup>. Ao final, adicionamos um tampão soldável para tubos PVC, somente por questão de estética. Em seguida, ensinamos como emitir o som vendo a escala da flauta construída. Também foi possível mostrar elementos da matemática na construção da escala Maior, pela frequência de cada nota através de uma progressão geométrica, pois as frequências das notas musicais seguem uma sequência numérica, nesse caso, a progressão geométrica.

<sup>6</sup> Como fazer um Quenacho em Mi com a referência em A 432 Hz. Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=fijj\\_mYs-yQ](https://www.youtube.com/watch?v=fijj_mYs-yQ)

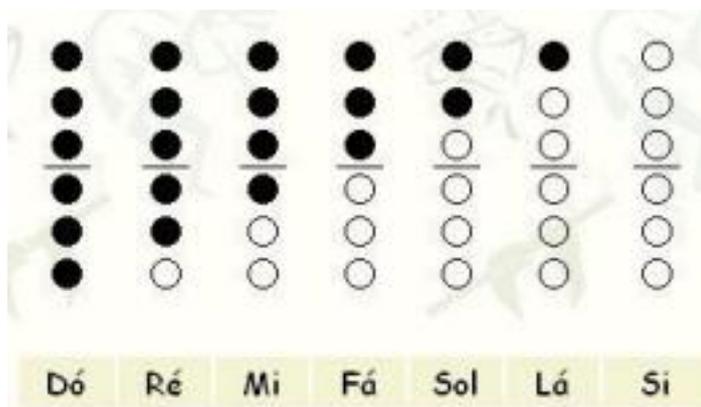
Já na afinação da flauta, usamos um aplicativo chamado “Soundcorset”<sup>7</sup> que possui várias funções, incluindo um metrônomo e um diapasão que nos possibilitou ouvir o som das notas através do aplicativo para ajustar a afinação através de um ajuste no tamanho do orifício.

Imagem 2. Flautas construídas em sala.



Fonte: Arquivo pessoal.

Imagem 3. Posição das notas na flauta.



Disponível em <<http://www2.ivanmeyer.com.br/forum/index.php?showtopic=23112>>. Acesso em 23/02/2020.

Na imagem 2 é possível visualizar as flautas construídas em sala. Já na 3 temos as posições dos dedilhados do instrumento construído, seguindo a escala musical de 7 notas. Para atingir uma oitava dependerá da frequência da onda sonora, ou seja, da embocadura do(a) musicista.

<sup>7</sup> Disponível para download nas plataformas do IOS (App Store) e Android (Play Store).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A interação e interesse dos estudantes em sala era explícita e autêntica com a utilização da matemática como forma de aprender e construir o instrumento, demonstrando interesse e influência na carreira científica e tecnológica, além da sustentabilidade. A utilização de tubos PVC para a criação de um instrumento ajudou a compreensão dos estudantes presentes e o desenvolvimento de práticas para o ensino fundamental desde o ensino médio, abrindo portas para a sustentabilidade em meio à crise ambiental em que vivemos no século XXI.

Durante a oficina, os participantes demonstraram interesse na flauta e na forma de construí-la. Mostraram-se atentos, curiosos, realizando perguntas em cada etapa enquanto explicamos os procedimentos para a construção. Poucos tiveram dificuldade nos cálculos de proporção, isso se deve ao nível de formação dos que participaram, já que alguns integrantes eram do curso superior Bacharel em Sistema de Informação e outros do curso Técnico em Edificações ou Eletrotécnica, ambos envolvem uma carga maior de exatas.

Em sequência houve uma avaliação e pudemos observar a satisfação pela realização da mesma. O resultado foi positivo para a construção da flauta. Um dos participantes, que era aluno do curso Bacharel em Sistema de Informação no IFBA, ficou muito animado com a flauta e a participação da oficina.

Em uma primeira análise, compreendemos que oficinas com esse eixo temático, de outros campos, ou áreas como a música são melhores para a compreensão e interação da turma. Aulas práticas como forma de complemento, aprendizado ou introdução de um assunto “(...) estimulam a curiosidade e o interesse de alunos, permitindo que se envolvam em investigações científicas, ampliem a capacidade de resolver problemas, compreender conceitos básicos e desenvolver habilidades.” (PERUZZI, FOFONKA, 2014). Assim vemos a importância das aulas práticas no ensino, como essa técnica abre portas e facilita a compreensão do conteúdo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A oficina “Seja um Luthier” construiu de forma prática, dinâmica e sustentável usando tubos PVC no ensino da matemática e na comunicação dinâmica do ensino. Como Peruzzi e Fofonka (2014) dissertam, as aulas são fundamentais para a compreensão da disciplina e do incentivo à pesquisa, pois coloca o estudante como protagonista do trabalho a ser realizado,



dando autonomia e liberdade para o mesmo resolver questões sozinho utilizando o conteúdo estudado. Além de despertar dúvidas, curiosidades e soluções para resolver problemas que possam vir aparecer e, conseqüentemente, serem vencidos, obtendo a solução do erro.

Esta investigação que fizemos através desta oficina foi significativamente importante, pois para a primeira autora foi uma oportunidade de perceber a presença da matemática não só na compreensão da música, mas na utilização dela e na construção de instrumentos, principalmente instrumentos construídos com materiais que seriam descartados, trazendo uma forma de sustentabilidade e educação ambiental para quem dela participar e desfrutar.

Oficinas, mini cursos e aulas práticas na qual o/a estudante consiga relacionar com seu dia a dia, desperta interesse pelo saber e investigação, além de ativar a curiosidade, querer solucionar problemas e descobrir mais sobre o ecossistema e maneiras sustentáveis de viver é essencial e indispensável nesse momento da conscientização de utilização dos recursos e reaproveitamento dos materiais.

## REFERÊNCIAS

AUROUCA, A. J. F. **Musicalização e sustentabilidade:** Orquestra de Instrumentos Reciclados de Cateura. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

BISOGNIN, B. V. M. **Um olhar dos professores sobre as dificuldades de aprendizagem em matemática nos anos finais do ensino fundamental.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015.

CAMARGOS, C. B. R. **Música e matemática:** a harmonia dos números revelada em uma estratégia de modelagem. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

CAMARGOS, C.; LUCAS, C.; PIMENTA, G.; DUQUE, T. **Sucata sinfônica:** uma análise sobre a presença de modelos matemáticos em instrumentos feitos de materiais descartáveis. XI ENEM, 2013.

CUERVO, L.; PEDRINI, J. **Flauteando e Criando:** experiências e reflexões sobre criatividade na aula de música. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2010.



G1 – Portal de Notícias da Globo. **7 de cada 10 alunos do ensino médio têm nível insuficiente em português e matemática.** 2018. Disponível em <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/11/27/maioria-dos-brasileiros-nao-sabe-como-funciona-a-reciclagem-diz-pesquisa.ghtml>> Acesso em 15/03/2020.

G1 – Portal de Notícias da Globo. **Maioria dos brasileiros não sabe como funciona a reciclagem.** 2019. Disponível em <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/11/27/maioria-dos-brasileiros-nao-sabe-como-funciona-a-reciclagem-diz-pesquisa.ghtml>> Acesso em 15/03/2020.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. Física, ensino médio, 2º ano. Editora ática, 1º edição. São Paulo, 2014.

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA. **NEOJIBA inaugura atelier para construção de instrumentos sinfônicos de plástico em Simões Filho.** 2015. Disponível em <<http://www.justicasocial.ba.gov.br/2015/11/636/Neojiba-inaugura-atelier-para-construcao-de-instrumentos-sinfonicos-de-plastico-em-Simoes-Filho-.html>> Acesso em 02/04/2020.

LIMA, E.L.; CARVALHO, P. C. P.; WAGNER, E.; MORGADO, A. C. Temas e Problemas Elementares. Coleção professor de matemática. SBM. 2006.

PERUZZI, S. L.; FOFONKA, L. **A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento:** a visão dos professores das ciências da natureza. Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1754>> Acesso em 15/03/2020.

SOUZA, Z. A. **Construindo a docência com a flauta doce:** o pensamento de professores de música. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2012.

VASCONCELOS. J. **Como fazer um Quenacho em Mi com a referência em A 432 Hz,** Violão e Tambor, 2016. Disponível em <[https://www.youtube.com/watch?v=fijj\\_mYs-yQ](https://www.youtube.com/watch?v=fijj_mYs-yQ)>. Acesso em 23/02/2020.