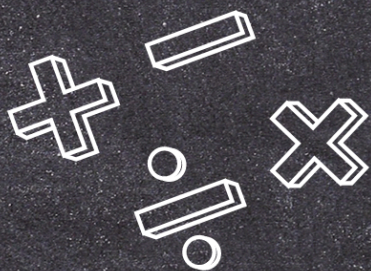


$$y = mx + b$$

$$M = \left(\frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2} \right)$$

ALBINA POYARES DE MELLO BHERING
EDUARDO BARBOSA PINHEIRO



$$a = \frac{V_f - V_i}{+}$$

Osom da **MATEMÁTICA**

PROTÓTIPO EDUCACIONAL PARA
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE
RELAÇÕES MATEMÁTICAS

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$X'_{\frac{1}{2}} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$$

PUC-RIO
2024

Sumário

1. Apresentação	3
2. Apresentação do tubofone	5
2.1. Conhecimentos básicos de ondas sonoras	5
2.2 Conhecimentos básicos de teoria musical	6
2.2.1 Ritmo	6
2.2.1.1 Atividade Dominó Rítmico	8
2.2.2 Escala musical	9
2.2.2.1 Atividade Razões de Pitágoras	10
2.2.3 Notas Musicais	11
2.2.3.1 Atividade Plano cartesiano musical	12
3. Construção do tubofone	13
4. Construção da flauta pan	15
5. Unidades temáticas de matemática da BNCC	17
5.1 Atividade 1	17
5.2 Atividade 2	19
5.3 Atividade 3	20
5.4. Atividade 4	21
5.5 Atividade 5	22
5.6 Atividade 6	23
5.7 Atividade 7	24
5.8. Atividade 8	26
6. Considerações finais	28
7. Referências	30
Apêndice – Dominó Rítmico	33

1. Apresentação

Este produto educacional foi produzido a partir da dissertação intitulada “A matemática e o som”, elaborada por Albina Poyares de Mello Bhering sob a orientação do professor Eduardo Barbosa Pinheiro, que consiste na proposta interdisciplinar de desenvolvimento de temas matemáticos tais como fração, razão e proporção e séries utilizando som, música, teoria musical, física e arte como integradores e motivadores desses aprendizados.

A culminância prática deste estudo aconteceu em 2 oficinas com alunos de 8 e 9 anos do Ensino Fundamental, por meio da construção de instrumentos musicais partindo da geração de notas musicais através da emissão de ondas sonoras com frequências produzidas em tubos de PVC e canudos de milk-shake. Foram construídos um tubofone e uma flauta pan.

A exploração desse tema foi motivada pelo interesse dos alunos em conhecer atividades práticas em áreas como o som e a música, com atividades matemáticas nas quais geralmente os alunos apresentam dificuldades de aprendizagem.

A junção de temas bem diversos estimula a curiosidade e, conseqüentemente, o interesse nas práticas não convencionais e diferentes das já vistas sobre o mesmo assunto em anos anteriores. A oficina ocorreu com práticas que relacionam a matemática e a música para vivenciar e aplicar os conhecimentos aprendidos em sala de aula.

Cabe lembrar que esses instrumentos já foram desenvolvidos e apresentados em outros estudos e feiras de ciências. O Tubofone tem sido atração em eventos culturais e atraído a curiosidade de estudantes de outros estabelecimentos de ensino. Durante o desenvolvimento desse instrumento, muitos conceitos serão explorados no ramo da teoria musical, das ciências e da matemática. Os conceitos matemáticos, como ferramenta para demonstração dos fenômenos físicos, são fortalecidos, internalizados e aplicados.

Sendo assim, este produto educacional será dividido em tópicos: apresentação do instrumento proposto, conhecimentos básicos de teoria musical, conhecimentos básicos de ondas sonoras e algumas unidades temáticas de matemática da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil,

2017), que podem ser abordadas explorando o tema e as competências desenvolvidas durante a construção do tubofone e da flauta pan.

2. Apresentação do tubofone

Tubofone é um instrumento musical de percussão composto por tubos afinados. Cada tubo produz um som específico quando é tocado com um objeto, geralmente uma baqueta de borracha em uma extremidade do tubo. O material do tubo pode ser metal, alumínio, aço ou materiais de baixo custo como tubo PVC.

O tamanho dos tubos determina a altura do som que eles produzem. O som emitido é gerado pela frequência produzida no interior do tubo provocada pela percussão com baquetas de borracha na extremidade do tubo. Os tubos são afinados de acordo com a escala musical específica. Cada tubo produz o som de uma nota na escala musical, podendo o tubofone ter várias notas musicais, um tubo para cada nota musical.

Figura 1 - Tubos na praça da ciência em Vitória /ES



Fonte: Prefeitura de Vitória, 2023.

2.1. Conhecimentos básicos de ondas sonoras

O estudo dos tubos sonoros faz parte da acústica, que é um dos ramos da física, e nos permite saber qual o comprimento do tubo necessário para produzir uma determinada frequência, gerando uma nota musical. Os tubos de PVC abertos ressoam em frequências bem definidas dependendo do seu

comprimento, e o som é emitido ao gerar a onda sonora através da percussão na extremidade do tubo.

A condição para que uma onda sonora de frequência f seja gerada em um tubo aberto nas duas extremidades é $L = \frac{v}{2f}$ onde:

v é a velocidade do som que consideramos neste trabalho 340 m/s;

f é a frequência do som emitido e

L o comprimento do tubo.

Dessa relação matemática, obtemos que a frequência f e o tamanho L do tubo são grandezas inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior o comprimento do tubo, menor será a frequência do som, isto é, um som mais grave. As grandezas v e f são grandezas diretamente proporcionais, ou seja, em um meio no qual a velocidade do som é maior que 340m/s, a frequência também será maior, ou seja, o mesmo instrumento emitirá um som mais agudo.

2.2 Conhecimentos básicos de teoria musical

Aqui estão alguns conceitos básicos de teoria musical que são importantes para uma atividade escolar envolvendo a interdisciplinaridade com a música e a matemática.

2.2.1 Ritmo

Ritmo, segundo a definição de Med (1996, p.11), é “ordem e proporção em que estão dispostos os sons que constituem a melodia e a harmonia”. Para fazer uma leitura rítmica de uma música, é necessário conhecer o desenho das notas musicais, o nome e a duração dos sons representados numa notação musical (Tabela 1).

Tabela 1 - Notas musicais

Nome	Desenho da nota	Duração de cada nota	Notas para preencher um compasso 4/4	
Semibreve		4	1	$1 \times 4 = 4$
Mínima		2	2	$2 \times 2 = 4$
Semínima		1	4	$4 \times 1 = 4$
Colcheia		$\frac{1}{2}$	8	$8 \times \frac{1}{2} = 4$
Semicolcheia		$\frac{1}{4}$	16	$16 \times \frac{1}{4} = 4$
Fusa		$\frac{1}{8}$	32	$32 \times \frac{1}{8} = 4$
Semifusa		$\frac{1}{16}$	64	$64 \times \frac{1}{16} = 4$

Fonte: De própria autoria, 2024.

Alunos de Ensino Infantil ou de Fundamental I poderão utilizar um jogo chamado “Dominó rítmico” para auxiliar no entendimento dos tempos de duração de uma nota musical e a sua ligação com a matemática. A percepção da fração ganhará significado através da duração da nota musical, ou seja, o tempo de duração de cada nota musical é associada a uma fração do tempo.

O aluno poderá associar uma fração à duração da nota dentro de um compasso. Ele terá a percepção sonora de que quanto maior o denominador de uma fração, menor é o tempo de duração da nota musical. Com isso, o educando adquire uma memória auditiva relacionada aos tempos das notas

musicais ligadas às frações. Isso fará com que eles naturalmente consigam comparar as frações, ou seja, conseguirão ordenar as frações em ordem crescente e decrescente.

2.2.1.1 Atividade Dominó Rítmico

Associando o ritmo musical à matemática, podemos relacionar o símbolo das notas musicais a valores que representam a duração do som. Essa relação está na Tabela 1. Aqui propomos dois dominós rítmicos como atividades para ajudar na fixação e no aprendizado, nos quais a criança deverá unir o desenho da nota musical ao seu valor de duração do som.

Serão necessários um dominó apenas com notas musicais com valores inteiros, duração de 1,2 ou 4 tempos e outro dominó com valores de tempos fracionários: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$ de duração.

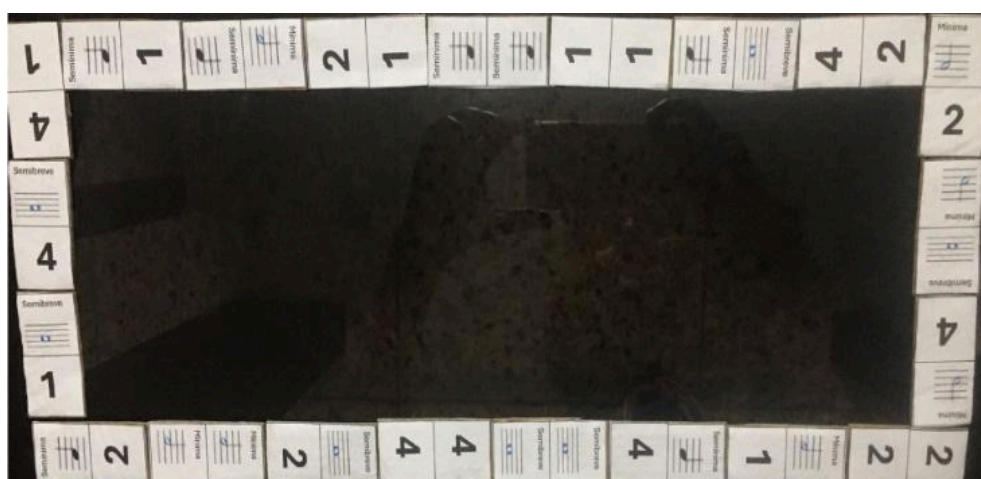
Os gabaritos destes dominós estão no Apêndice deste trabalho.

Figura 2 - Dominós da Atividade Dominó Rítmico



Fonte: De própria autoria, 2024.

Figura 3 - Dominós da Atividade Dominó Rítmico em uso

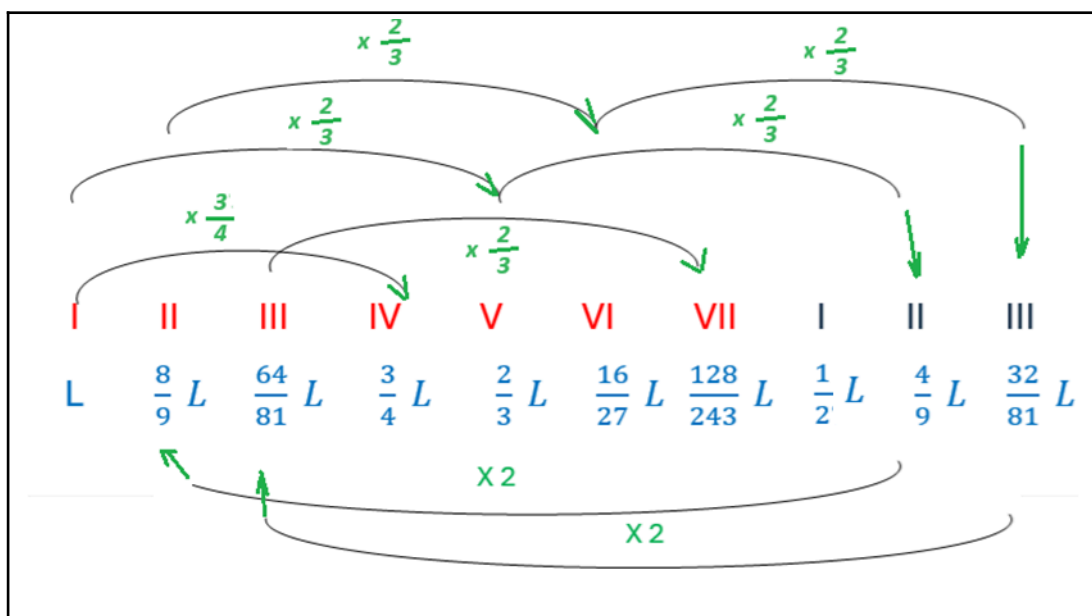


Fonte: De própria autoria, 2024.

2.2.2 Escala musical

A escala musical Pitagórica, descoberta através de experimentos de Pitágoras, define uma escala com 7 sons que, neste trabalho, chamamos de graus. Estes graus são encontrados a partir de uma corda de um tamanho L , e os demais graus são frações desse comprimento de corda L .

Figura 4: Esquema das razões de Pitágoras.



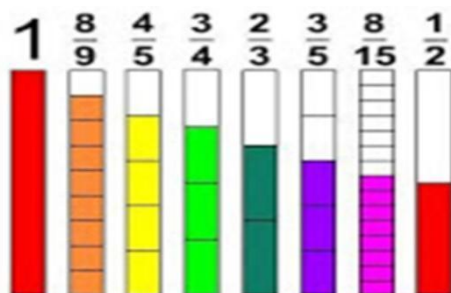
Fonte: De própria autoria, 2024.

Após ajustes feitos por Arquitas de Tarento, os graus ficaram com as razões:

grau I = L ; grau II = $\frac{8}{9}L$; grau III = $\frac{4}{5}L$; grau IV = $\frac{3}{4}L$; grau V = $\frac{2}{3}L$;

grau VI = $\frac{3}{5}L$; grau VII = $\frac{8}{15}L$; grau VIII = $\frac{1}{2}L$

Figura 5 - Razões de Pitágoras na escala



Fonte: Wikipedia, 2024.

2.2.2.1 Atividade Razões de Pitágoras

Contexto: Segundo Abdounur (2006, p.5):

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 $\frac{3}{4}$ do seu tamanho original – e tocando-a a seguir, ouvia-se uma quarta acima do tom emitido pela corda inteira. Analogamente, exercida a pressão a $\frac{2}{3}$ do tamanho original da corda, ouvia-se uma quinta acima e $\frac{1}{2}$ obtinha-se a oitava do som original.

Com o “ciclo das quintas”, que são obtidas aplicando a razão $\frac{2}{3}$ sobre os graus da escala, encontramos os demais graus da escala, multiplicando por 2 toda vez que o resultado encontrado sai do intervalo entre (L , $L/2$).

Situação-problema:

Você sabia?

**Bohumil-med
(1996,p14),
“Pentagrama ou
pauta musical é a
disposição de cinco
linhas paralelas
horizontais e
quatro espaços
intermediários,
onde se escrevem
as notas musicais.”
Usando a clave de
sol, seguem abaixo
os nomes das
notas musicais.**

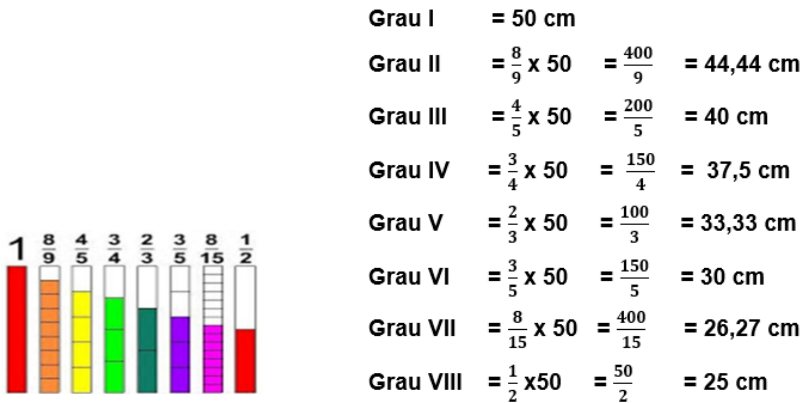


Repetindo o experimento de Pitágoras, encontre os tamanhos das cordas necessárias para produzir uma escala musical pitagórica, considerando uma corda inicial com tamanho de 50 cm.

Solução:

Seguindo as razões de Pitágoras para o dimensionamento das notas da escala, encontramos a multiplicação de cada fração por 50 cm.

Figura 6 - Aplicação das Razões de Pitágoras na escala



Fonte: De própria autoria, 2024.

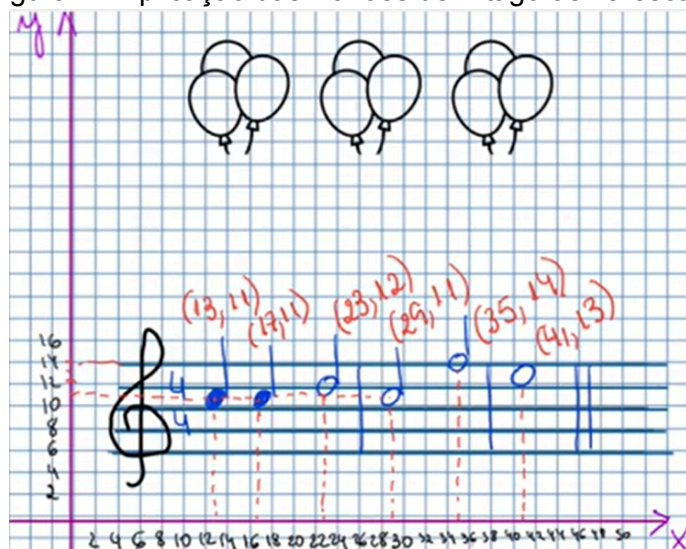
2.2.3 Notas Musicais

O pentagrama é composto por 5 linhas horizontais paralelas e 4 espaços entre essas linhas. Cada linha e cada espaço corresponde a uma nota específica. As notas musicais no pentagrama são símbolos que representam diferentes alturas dos sons. As notas mais altas são mais agudas, e as mais baixas são mais graves.

2.2.3.1 Atividade Plano cartesiano musical

Situação-problema: Colocando um pentagrama com algumas notas musicais que formam uma frase melódica no plano cartesiano, encontre os pares ordenados das notas musicais.

Figura 7 - Aplicação das Razões de Pitágoras na escala



Fonte: Youtube, 2024.

Para assistir à explicação completa, acesse o QR code ou o link:
<https://youtu.be/0A3fB1SWel8>



3. Construção do tubofone

Os materiais necessários à construção do tubofone são os seguintes:

- Tubo PVC com extensão de 3 m e 4 cm de diâmetro.
- Serra de mão para serrar o tubo nas medidas calculadas.
- Lixa de mão para retirar a rebarba deixada com a serra e dar acabamento liso na borda do tubo.
- 16 conexões “joelho” para encaixar em tubos de 4 cm de diâmetro.
- 8 braçadeiras para fixação dos tubos.
- 2 ripas de madeira para fixação dos tubos.
- Parafusos para fixar as braçadeiras nas ripas de madeira
- Chave de fenda para aparafusar.
- Baquetas de borracha (podem ser substituídas por chinelos de borracha).

Antes da construção do tubofone, tivemos aulas de planejamento do que iríamos construir, com croquis e cálculos de todas as peças. Nesse momento, os alunos tiveram acesso à calculadora para a construção da Tabela 2, abaixo:

Tabela 2 - Cálculos das peças do tubofone

	dó	ré	mi	fá	sol	lá	si	dó
Frequência	261,6	293,7	329,6	349,2	392	440	493,9	523,2
Posição da nota na PG	-9	-7	-5	-4	-2	0	2	3
Tamanho do tubo	64,98	57,88	51,58	48,68	43,37	38,64	34,42	32,49
Tubo menos as 2 joelhos	53,48	46,38	40,08	37,18	31,87	27,14	22,92	20,99
Tubo menos 20 cm (parte fixa)	33,48	26,38	20,08	17,18	11,87	7,14	2,92	0,99

Fonte: De própria autoria, 2024.

Detalhamento:

Partimos da frequência da nota lá4 = 440 Hz, que é a frequência encontrada no diapasão e, com a ajuda das fórmulas da física e da matemática, encontramos as medidas necessárias, que estão na Tabela 2.

- f_0 é a frequência da nota lá4 definida como 440 Hz.
- As frequências das notas, que estão na segunda linha da Tabela 2, foram calculadas usando a fórmula $f(k) = f_0 \cdot 2^{k/12}$, usando os valores que estão na terceira coluna como valores de k , que são os valores que a nota ocupa na progressão geométrica.
- Para encontrar a quarta linha da tabela, usamos a fórmula $L = \frac{v}{2f}$, na qual v representa a velocidade do som, aqui considerada $v = 340$ m/s; e f é a frequência encontrada na linha 2. É importante observar que a velocidade do som pode sofrer alteração de acordo com a temperatura e a altitude da localidade.
- A quinta linha foi construída considerando a inclusão de 2 cantoneiras, logo, a dimensão dessas, aproximadamente 11,5 cm, foi subtraída do tamanho do tubo.
- A sexta linha contém o registro do tamanho dos tubos variáveis, retirando a parte fixa definida de 20 cm.

Formulário:

$$f(k) = f_0 \cdot 2^{k/12}$$

cálculo da frequência

$$L = \frac{v}{2f}$$

$v = 340$ m/s

cálculo do tamanho do tubo

Para conhecer melhor o tubofone, acesse o Qr code ou o link

<https://youtu.be/idRbUO18g7k?si=r6U4FxMdm8hYBvU7>

Aponte a câmera do
celular



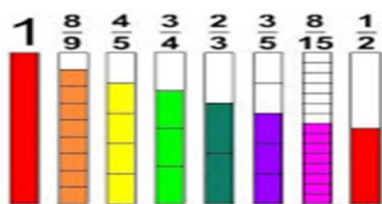
Apresentação do tubofone

4. Construção da flauta pan

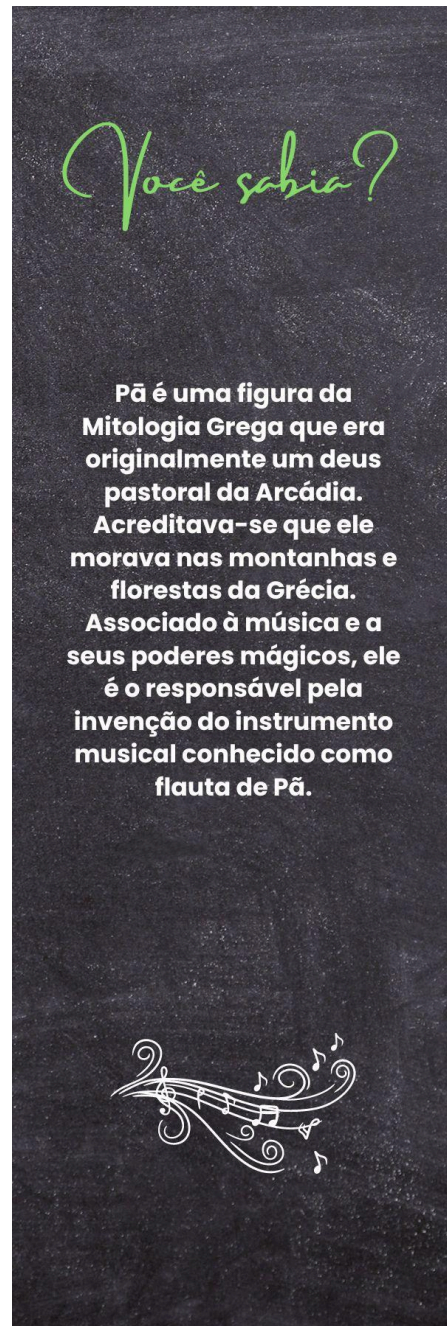
A flauta pan é um instrumento musical constituído por vários tubos fechados em uma extremidade, unidos entre si e que produzem sons soprando tangencialmente a abertura do tubo. Os tubos da flauta pan são fechados na extremidade inferior, produzindo, assim, uma onda sonora no interior do tubo. Os tamanhos diferentes dos tubos produzem frequências diferentes.

Neste trabalho, usaremos apenas a proporção entre os tubos, ou seja, não será definida a nota musical, apenas a relação entre elas, formando uma escala maior. Usamos as proporções dos intervalos musicais definidos por Pitágoras.

Figura 8 - Proporção dos intervalos musicais, segundo Pitágoras



Fonte: De própria autoria, 2024.



Material utilizado para construção da flauta pan:

- 8 canudos de plástico utilizados em milk-shake
- 1 par de esquadro
- Compasso
- Folha de papel branca para desenho
- Tesoura

- Cola

A construção da flauta pan, em sala de aula, iniciou com a fase de projeto da flauta. Nesse projeto, foram dimensionados todos os tubos a partir do canudo de plástico inteiro que foi definido como sendo o som mais grave da flauta, não importando aqui qual era a frequência emitida no interior do tubo. Nesse projeto, não foi necessária a ajuda da calculadora, pois a solução foi geométrica.

Após a definição dos tamanhos dos tubos, a construção também foi simples, pois necessitava apenas da junção dos tubos em ordem decrescente de tamanhos.

Para entender melhor a construção da flauta Pan e de sua sonoridade, acesse os Qr codes ou os links:



<https://youtu.be/yNV4a2oFYFw>



<https://youtu.be/FNw1C7T8M0I>

5. Unidades temáticas de matemática da BNCC

5.1 Atividade 1

UNIDADE TEMÁTICA: NÚMEROS

OBJETOS DE CONHECIMENTO: Números racionais na representação fracionária e operações

HABILIDADE (EF07MA12) - Resolver e elaborar problemas que envolvam as operações com números racionais.

Figura 9 - Construção do tubofone



Fonte: De própria autoria, 2024.

CONTEXTO: Para confecção do tubofone, foi adquirido um tubo PVC com 3 m de comprimento. Esse tubo foi dividido em vários tubos menores para a confecção do instrumento, no qual cada pedaço do tubo irá emitir uma frequência que representará uma nota musical. Para facilitar a montagem do tubofone, usamos para cada nota musical 2 partes menores do tubo unidas pela conexão com ângulo 90° .

SITUAÇÃO-PROBLEMA: Sabendo que as 2 partes do tubo são de 15 cm e a outra de 30 cm, qual a representação fracionária dos tubos em relação ao tubo original de 3 m? Qual a fração que representa a soma dos 2 tubos?

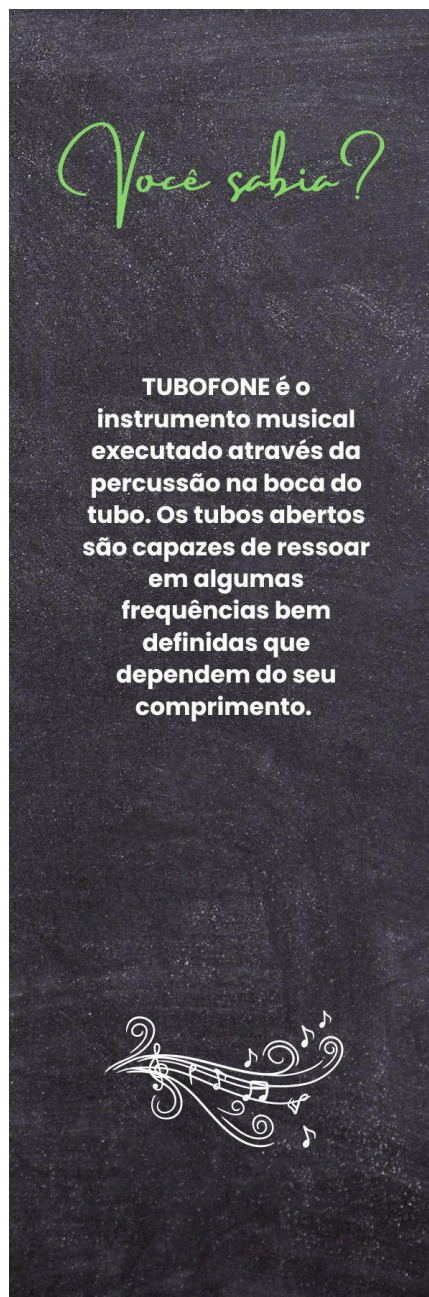
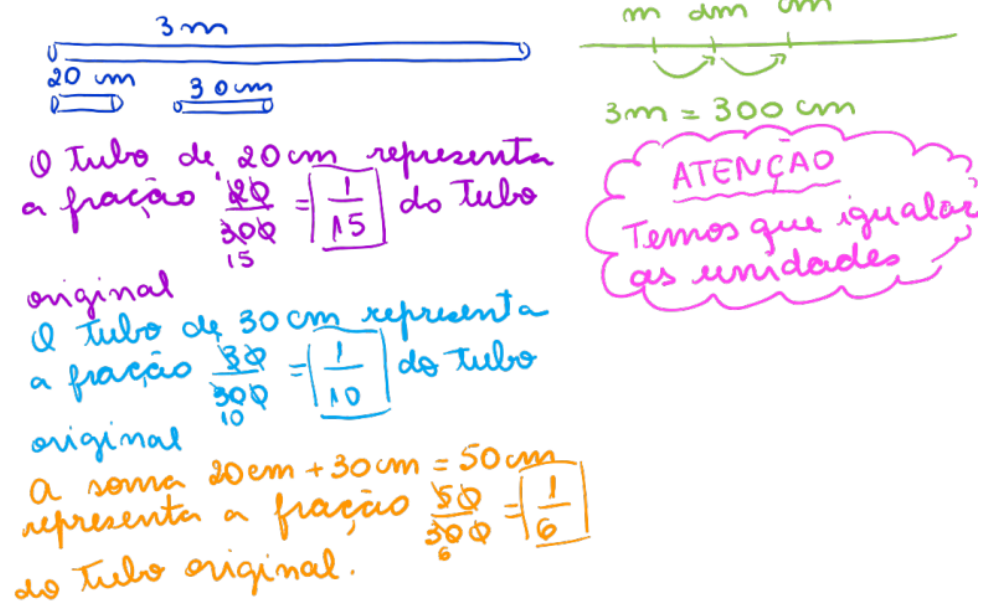


Figura 10 - Resolução do cálculo da situação-problema



Fonte: De própria autoria, 2024.

5.2 Atividade 2

UNIDADE TEMÁTICA: NÚMEROS

OBJETOS DE CONHECIMENTO: Potências com expoentes negativos e fracionários.

HABILIDADE (EF09MA03) - Efetuar cálculos com números reais, inclusive potências com expoentes fracionários.

SITUAÇÃO-PROBLEMA:

Nosso desafio é obter as frequências das notas musicais a partir da frequência emitida no diapasão, sabendo que as frequências das notas musicais estão numa sequência (progressão geométrica) onde a razão entre elas é $r = 2^{1/12}$.

1 - Sabendo que a razão entre as frequências das notas musicais é igual a $r = 2^{1/12}$, precisamos encontrar a frequência da nota sol4, que se encontra a dois semitons abaixo da nota emitida pelo diapasão (lá4).

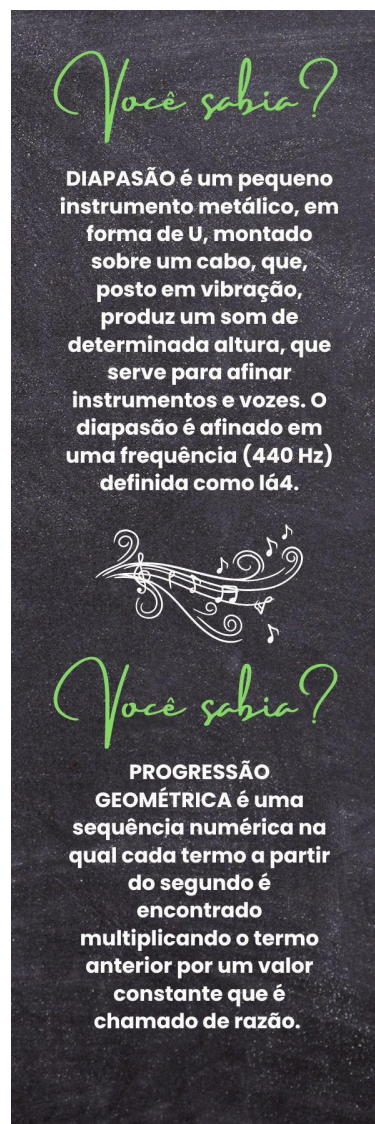
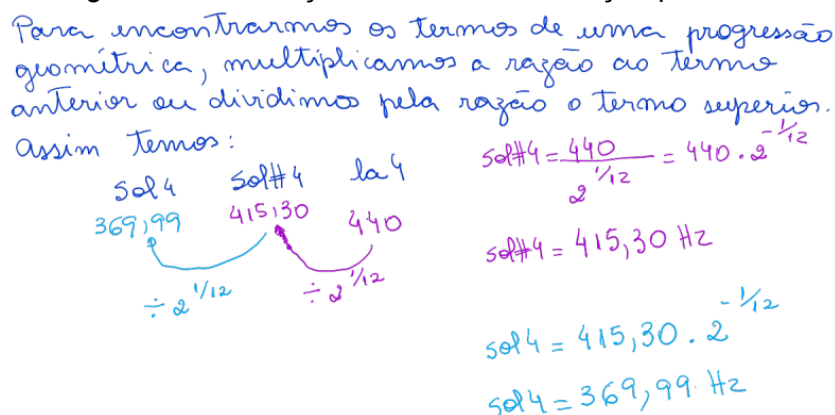


Figura 12 - Resolução do cálculo da situação-problema



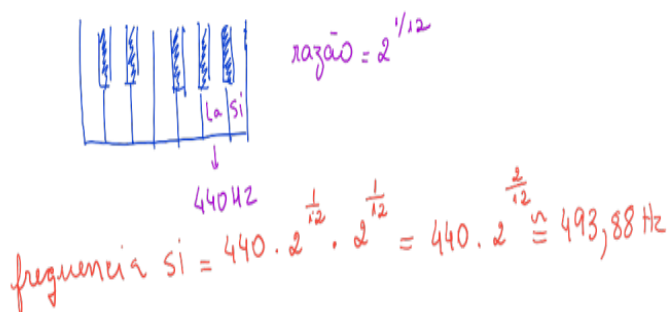
Fonte: De própria autoria, 2024.

5.3 Atividade 3

2 - Considerando a mesma sequência e a mesma razão, ou seja, $r = 2^{1/12}$, precisamos encontrar a frequência da nota si₄, que se encontra a dois semitons acima da nota emitida pelo diapásão.

SITUAÇÃO-PROBLEMA: Encontre a frequência da nota si₄, que está 2 semitons acima da nota lá₄ (440 Hz).

Figura 13 - Resolução do cálculo da situação-problema

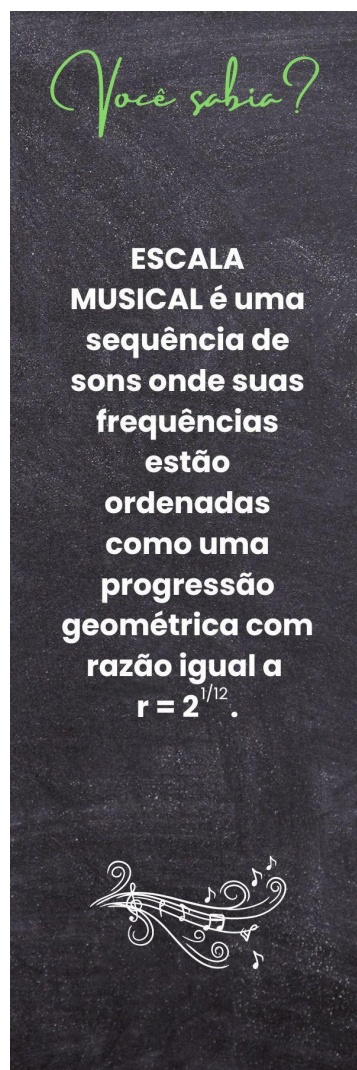


razão = $2^{1/12}$

440 Hz

frequência si = $440 \cdot 2^{\frac{1}{12}} \cdot 2^{\frac{1}{12}} = 440 \cdot 2^{\frac{2}{12}} \approx 493,88 \text{ Hz}$

Fonte: De própria autoria, 2024.



Para descobrir como encontrar a frequência da nota musical, acesse o Qr code ou o link <https://youtu.be/192sE4HuTbg>



5.4. Atividade 4

Precisamos completar a Tabela 3 com as frequências das notas musicais, utilizando como padrão a frequência emitida pela vibração do diapasão (lá4 = 440 Hz), e conhecendo a razão entre as frequências $r = 2^{1/12}$.

Tabela 3 - Frequências das notas musicais

nota musical	frequência (Hz)
dó4	
do#4	
ré4	
ré#4	
mi4	
fá4	
fá#4	
sol4	
sol#4	
lá4	440
lá#4	
si4	

Fonte: De própria autoria, 2024.

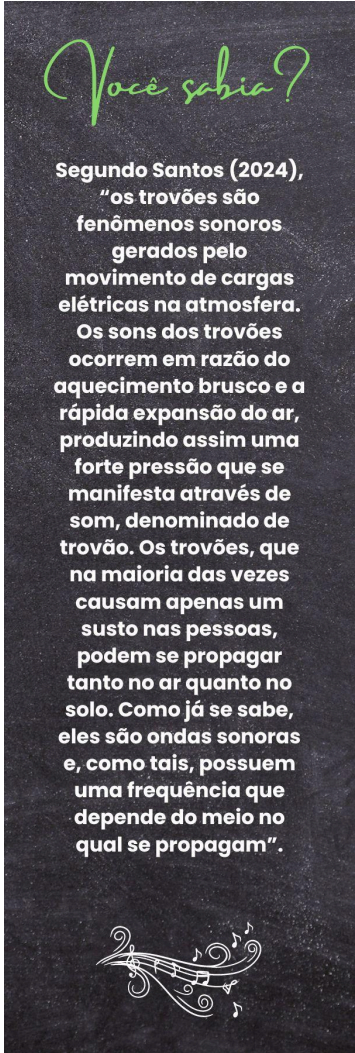


Figura 13 - Frequências das notas musicais

nota musical	frequência (Hz)
dó4	261,62
do#4	277,18
ré4	293,66
ré#4	311,13
mi4	329,63
fá4	349,23
fá#4	369,99
sol4	391,99
sol#4	415,30
lá4	440
lá#4	466,16
si4	493,88

Fonte: De própria autoria, 2024.

Para descobrir como encontrar as frequências das escalas musicais, acesse o Qr code ou o link <https://youtu.be/m3TzbBf9IT0>



5.5 Atividade 5

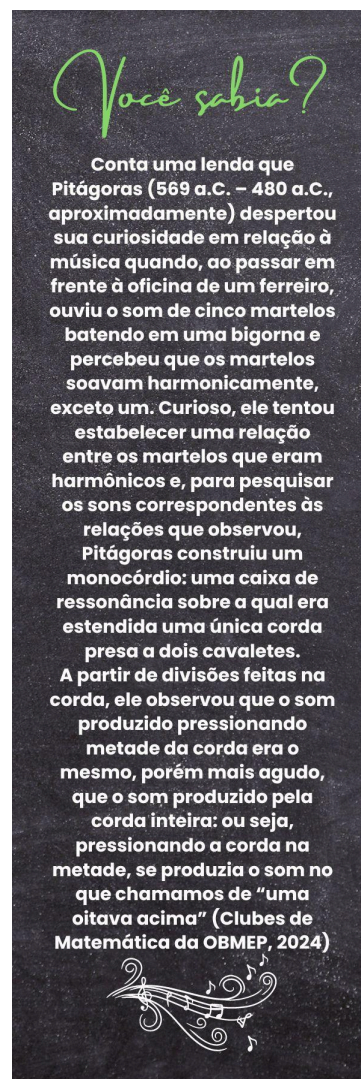
UNIDADE TEMÁTICA: NÚMEROS

OBJETOS DE CONHECIMENTO: Números inteiros: usos, história, ordenação, associação com pontos da reta numérica e operações.

HABILIDADE (EF07MA04) - Resolver e elaborar problemas que envolvam operações com números inteiros.

CONTEXTO: Essa atividade será aplicada escrevendo a reta numérica sobre um teclado musical. Regras: o aluno escolhe um número para iniciar a atividade (esse número pode ser sorteado num dado ou simplesmente escolhido pela professora). Para essa atividade é necessário utilizar o aplicativo Musicca¹.

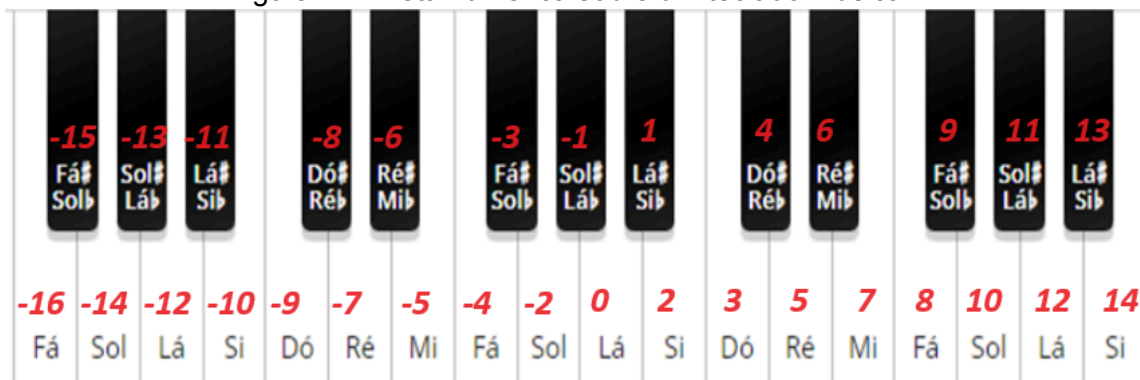
A partir do número N, o aluno deverá executar as operações $+ 4 + 3 + 5$. Em seguida, o estudante deve marcar sobre a reta numérica o valor inicial e os resultados das operações $+ 4$, $+3$ e $+5$. No aplicativo Piano virtual, o aluno toca as notas que ele encontrou no resultado das operações. Com isso, ele executa um



¹ Portal do aplicativo Musicca: <https://www.musicca.com/pt>

acorde perfeito maior. A sensação ao ouvir um acorde perfeito maior será a mesma para qualquer nota de valor iniciado.

Figura 14 - Reta numérica sobre um teclado musical



Fonte: De própria autoria, 2024.

Para compreender melhor a atividade do teclado numérico, acesse o Qr code ou o link <https://youtu.be/Vfjq1Vw2clM>



5.6 Atividade 6

UNIDADE TEMÁTICA: ÁLGEBRA

OBJETOS DE CONHECIMENTO: Valor numérico de expressões algébricas.

HABILIDADE (EF08MA06) - Resolver e elaborar problemas que envolvam cálculo do valor numérico de expressões algébricas, utilizando as propriedades das operações.

CONTEXTO: Tubofone é um instrumento musical de percussão composto por tubos afinados. Cada tubo produz um som específico quando é tocado com um objeto, geralmente uma baqueta de borracha em uma extremidade do tubo. O som é a percepção da frequência da onda gerada dentro do tubo. O tamanho

do tubo capaz de gerar uma determinada frequência é obtido através da fórmula: $L = (\frac{v}{2f})$, em que v é a velocidade do som que será arbitrada em 340 m/s e f é a frequência do som que se deseja emitir.

SITUAÇÃO-PROBLEMA: Calcule o comprimento de um tubo necessário para produzir uma nota musical Lá, produzida pela onda sonora com frequência (440 Hz).

Figura 15 - Cálculo do comprimento do tubo da nota Lá

$$L = \frac{v}{2f}$$

$$L = \frac{340}{2 \cdot 440}$$

$$L = \frac{34}{88}$$

$$\begin{array}{r} 340 \overline{) 188} \\ \underline{-264} \\ 760 \\ \underline{-704} \\ 560 \\ \underline{-528} \\ 32 \end{array}$$

0,386 m

m dm cm mm

$L = 38,6 \text{ cm}$

Fonte: De própria autoria, 2024.

Para compreender melhor o cálculo do tubo da nota lá, acesse o Qr code ou o link <https://youtu.be/n90YWd7vawA>



5.7 Atividade 7

UNIDADE TEMÁTICA: ÁLGEBRA

OBJETOS DE CONHECIMENTO: Razão entre grandezas de espécies diferentes.

HABILIDADE (EF09MA07) - Resolver problemas que envolvam a razão entre duas grandezas de espécies diferentes, como velocidade e densidade demográfica.

CONTEXTO: A velocidade v é uma grandeza obtida pela razão entre a distância percorrida d num determinado tempo t . A velocidade do som é alterada pelo meio de propagação assim como pela temperatura do ambiente. Considere uma velocidade do som aproximadamente igual a 340 m/s. A velocidade v é obtida pela equação $v = \frac{d}{t}$. Podemos ter variações dessa equação, tais como $d = v \cdot t$ ou $t = \frac{d}{v}$.

SITUAÇÃO-PROBLEMA: Considere uma velocidade do som aproximadamente igual a 340 m/s e responda: em quanto tempo uma pessoa levaria para ouvir o barulho de trovão que ocorreu a uma distância de 3400 m?

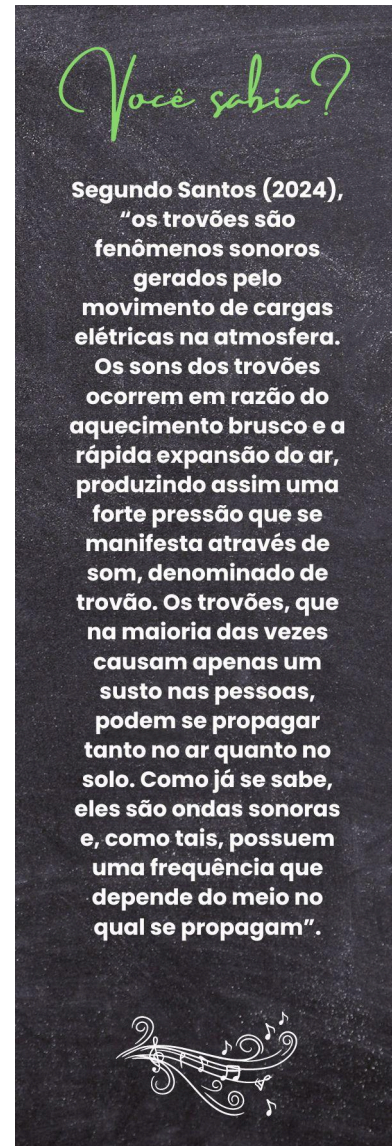


Figura 16 - Cálculo da velocidade do som

Considere uma velocidade do som aproximadamente igual a 340 m/s e responda, em quanto tempo uma pessoa levaria para se ouvir o barulho de trovão que ocorreu a uma distância de 3400 m?

$velocidade = \frac{distância}{tempo}$

$340 = \frac{3400}{t}$

$t = \frac{3400}{340}$

$T = 10s$

distância e tempo são grandezas diretamente proporcionais

Para compreender melhor a grandeza diretamente proporcional, acesse o Qr code ou o link <https://youtu.be/ktjoizy825g>



5.8. Atividade 8

UNIDADE TEMÁTICA: GRANDEZAS E MEDIDAS

OBJETOS DE CONHECIMENTO: Volume de prismas e cilindros

HABILIDADE (EF09MA19) - Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de volumes de prismas e de cilindros retos, inclusive com uso de expressões de cálculo, em situações cotidianas.

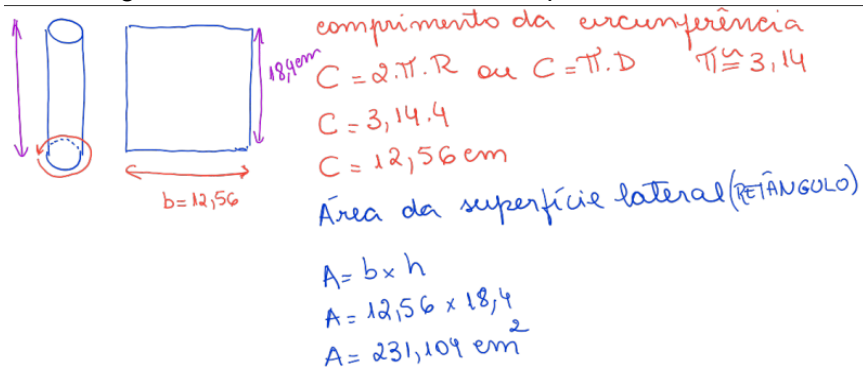
OBJETOS DE CONHECIMENTO: Área de figuras planas, área do círculo e comprimento de sua circunferência.

HABILIDADE (EF08MA19) - Resolver e elaborar problemas que envolvam medidas de área de figuras geométricas, utilizando expressões de cálculo de área (quadriláteros, triângulos e círculos), em situações como determinar medida de terrenos.

CONTEXTO: O tubofone foi construído com tubo PVC originalmente na cor branca. Para facilitar a distinção das notas musicais, a equipe de arte planejou uma forma de identificação visual entre os tubos. Para isso, foi necessário calcular a área lateral dos tubos para não haver falta nem desperdício de material.

SITUAÇÃO-PROBLEMA: Para a nota lá do tubofone construído com tubo de 4 cm de diâmetro e comprimentos iguais a 18,4 cm, encontre a área lateral necessária para cobrir o tubo.

Figura 17 - Cálculo da área lateral para cobrir o tubo



Fonte: De própria autoria, 2024.

Para compreender melhor como encontrar a superfície lateral do tubo, acesse o Qr code ou o link <https://youtu.be/g3r-SrOSl8k>

Aponte a câmera do celular



Descubra como encontrar a superfície lateral do tubo

6. Considerações finais

Este trabalho teve o propósito de mostrar os benefícios obtidos no ensino da matemática com a aplicação interdisciplinar, mais especificamente, com a arte na construção de instrumentos musicais.

Apesar deste trabalho ter escolhido o instrumento de sopro em tubos, os princípios matemáticos também estão presentes nos instrumentos de corda e de percussão, no teclado e nos instrumentos eletrônicos.

O aluno, quando é colocado como participante ativo do processo de aprendizagem, é envolvido em explorar, investigar, questionar e descobrir conceitos por si mesmo.

Neste trabalho foram explorados os conceitos matemáticos na construção de instrumentos que produzem sons através das ondas estacionárias dentro dos tubos. Foram construídos um tubofone e uma flauta pan. Utilizamos conceitos de física, de matemática e de teoria musical.

Os alunos, quando são envolvidos em atividades práticas, colocam-se diretamente em contato com o material de estudo, tornando-o mais atrativo e desafiador.

A inserção da sonoridade dos instrumentos musicais nas aulas de matemática, de forma interdisciplinar em conjunto com a física e a arte, abre inúmeras possibilidades que servem como base de reflexões e entendimentos de vários objetos de conhecimentos matemáticos.

Na aplicação prática do projeto, a construção do tubofone apresentou algumas dificuldades identificadas, pois nem todos os conteúdos exigidos eram de domínio dos alunos. A fase da construção também trouxe dificuldade de manuseio e corte do tubo. Após a construção do tubofone, também vimos que não foi previsto uma maneira de fixar os tubos um ao outro. Isso foi corrigido após a construção com a aquisição de uma peça braçadeira. Os alunos vivenciaram, experimentaram e aplicaram a matemática em todas as fases da construção do tubofone.

A construção da flauta pan apresentou muitas dificuldades na fase de projeto no manuseio de muitos alunos com o par de esquadro e o compasso. Infelizmente, muitos educandos que participaram dessa oficina não sabiam manusear o esquadro e o compasso. Essa foi uma habilidade que foi

necessária para o dimensionamento de forma geométrica dos tubos da flauta pan. Foi necessário um treinamento com os alunos para esse manuseio correto.

O entendimento advindo de diferentes áreas do conhecimento reforça a ideia de uma Educação Matemática mais abrangente, em que possa ser explorada e aplicada em situações reais, assegurando a aprendizagem e transformando-a na base para outras aprendizagens, em um processo contínuo.

7. Referências

ABDOUNUR, O. J. **Matemática e música**: pensamento analógico na construção de significados. São Paulo: Escrituras, 2006.

ÁREA LATERAL DO CILINDRO. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (3:38). Publicado por Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=g3r-SrOSl8k>. Acesso em: 12 fev. 2024.

BERTONI, N.E. **Educação e linguagem matemática**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. 95p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2023.

CÁLCULO DA FREQUÊNCIA SONORA DA NOTA MUSICAL SI4. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (3:23). Publicado por Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=192sE4HuTbg>. Acesso em: 20 jan. 2024.

CÁLCULO DO TAMANHO DO TUBO. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (6:31). Publicado por Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://youtu.be/n90YWd7vawA>. Acesso em: 20 jan. 2024.

CÁLCULO FREQUÊNCIAS DAS NOTAS MUSICAIS. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (7:21). Publicado por Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=m3TzbBf9IT0>. Acesso em: 12 fev. 2024.

DANTAS, J. D.; CRUZ, S. DA S. Um olhar físico sobre a teoria musical. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.41, n.1. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0099>. Acesso em: 29 ago. 2023.

FLAUTA DE PÃ. **Wikipédia, a enciclopédia livre**, 2024. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Flauta_de_p%C3%A3. Acesso em: 23 mar. 2024.

FLAUTA PAN - TUTORIAL. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (15:42). Publicado por Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://youtu.be/yNV4a2oFYFw>. Acesso em: 20 mar. 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GRANDEZAS DIRETAMENTE PROPORCIONAIS. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (5:06). Publicado por Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://youtu.be/ktjoizy825g>. Acesso em: 10 mar.

GUEST, Ian. **Harmonia**: Método Prático. São Paulo: Lumiar, 2020. 159p.

MED, Bohumil. **Teoria da música**. Brasília, DF: Musimed, 1996. 212p.

OLIVEIRA, Luís. **Aniversário da Praça da Ciência em Vitória: 24 Anos de Diversão e Conhecimento!** Prefeitura de Vitória, 2023. Disponível em: <https://vitoria.es.gov.br/noticia/aniversario-da-praca-da-ciencia-em-vitoria-24-anos-de-diversao-e-conhecimento-48914>. Acesso em: 10 dez. 2023.

PEREIRA, G. M; MOURA, S.; ORIOSVALDO, M. Avaliação do Processo de Ensino e Aprendizagem em Matemática: contribuições da teoria histórico cultural. **Boletim de Educação Matemática**, v. 22, n. 33, p. 97-116, 2009. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Rio Claro, Brasil. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/2960>. Acesso em: 29 ago. 2023.

PEREIRA, G. M; SANTOS, A. S; CRUZ, J. M. F. S. Aplicação de metodologias diferenciadas no ensino de Ciências, Matemática e Química: da Educação Básica ao Ensino Superior. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 15, 25 de abril de 2023. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/15/aplicacao-de-metodologias-diferenciadas-no-ensino-de-ciencias-matematica-e-quimica-da-educacao-basica-ao-ensino-superior>. Acesso em: 29 ago. 2023.

PLANO CARTESIANO MUSICAL. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (5:05). Publicado pelo Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://youtu.be/0A3fB1SWel8>. Acesso em: 10 jan. 2024.

PROBLEMA: PITÁGORAS, O MÚSICO. **Clubes de Matemática da OBMEP**, 2024. Disponível em: <http://clubes.obmep.org.br/blog/problema-pitagoras-o-musico/>. Acesso em: 16 mar. 2024.

TUBOFONE. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (12:16). Publicado por Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=idRbUO18g7k>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. Os sons dos trovões. **Brasil Escola**, 2024. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/sons-trovoes.htm>. Acesso em 09 de junho de 2024.

SILVA, Domiciano Corrêa Marques. Tubos Sonoros. **Mundo Educação**, 2023. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/tubos-sonoros.htm>. Acesso em: 13 nov. 2023.

SONORIDADE DA FLAUTA PAN FEITA DE CANUDINHOS COM ALUNOS. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (1:43). Publicado por Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://youtu.be/FNw1C7T8M0I>. Acesso em: 20 mar. 2024.

STEWART, I. **Uma história da simetria na matemática**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

TECLADO NUMÉRICO. Rio de Janeiro, **Youtube**, 2024. 1 vídeo (5:10). Publicado por Albina - Professora de Matemática. Disponível em: <https://youtu.be/Vfjq1Vw2clM>. Acesso em: 10 jan. 2024.

THIESEN J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 39, p. 545-598, set./dez. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782008000300010>. Acesso em: 29 ago. 2023.

Apêndice – Dominó Rítmico

Com inteiros:

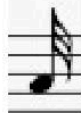
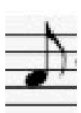
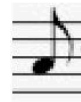
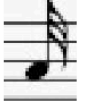
Semibreve 	Semibreve 	Semibreve 	Semibreve 	Semibreve 	Semibreve
Semibreve 	Mínima 	Semínima 	1	2	4

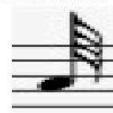
Mínima 	Mínima 	Mínima 	Mínima 	Mínima
Mínima 	Semínima 	1	2	4

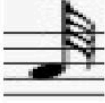
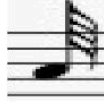
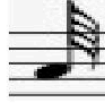
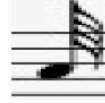
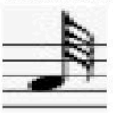
Semínima 	Semínima 	Semínima 	Semínima
Semínima 	1	2	4

4	4	4	2	1	2
4	1	2	2	1	1

Com frações:

$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	colcheia 	Semicolcheia 
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	Colcheia 	Colcheia 	Colcheia 	Colcheia 
Fusa 	Semifusa 	Colcheia 	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
			Colcheia 	Colcheia 	Colcheia 
			Semicolcheia 	Fusa 	Semifusa 
Semicolcheia 	Semicolcheia 	Semicolcheia 	Semicolcheia 	Semicolcheia 	Semicolcheia 
Semicolcheia 	Fusa 	Semifusa 	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$

Fusa 	Fusa 	Fusa 	Fusa 	Fusa 
Fusa 	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	Semifusa 

Semifusa 	Semifusa 	Semifusa 	Semifusa 
Semifusa 	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$

$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{16}$