

UM PIANO PERCUSSIVO COM TUBOS DE PVC: RELAÇÕES ENTRE A FÍSICA E A MÚSICA

Rafael Swarowsky 
Universidade Federal do
Rio
Grande/IMEF/PPGEC
rswarowsky@furg.br

Valmir Heckler 
Universidade Federal do
Rio
Grande/IMEF/PPGEC
swarowsky@furg.br

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma atividade experimental relacionando os temas da Física e da Música através da construção, exposição interativa e coleta de dados com um piano percussivo. O experimento foi construído e exposto com a interação do público da 46ª Feira do Livro da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), realizada na praia do Cassino, na cidade do Rio Grande- RS, espaço informal de ensino em que as informações da análise do estudo foram coletadas. Os materiais utilizados na construção do Piano, enquanto experimento, são materiais simples e de fácil acesso, como por exemplo madeiras e tubos de PVC. Também foram utilizadas tecnologias digitais e de softwares para melhorar o desempenho de nossa prática. Utilizou-se microfones, placa de áudio, computadores e caixas de som para amplificar o volume do nosso instrumento musical. O desenvolvimento de registros aconteceu com auxílio de celular e capturas via placa de som do computador. A experiência propiciada pelas interações dos participantes que eram crianças, jovens e adultos, entre estes um público de pessoas com experiência na Música fez emergir o diálogo com conceitos da Música e da Física. A atividade proporcionou uma troca de conhecimentos entre professores de áreas das Ciências da Natureza, com professores de diferentes áreas e músicos que tornaram a experiência enriquecedora e inspiradora de continuação do projeto. Entre os resultados do estudo estão os registros das etapas de construção do Piano, coleta e a análise dos sons, notas musicais obtidas no experimento e com auxílio de software.

Palavras-chave: Experimento musical; física da música; física do som; tic; feira do livro.

A PERCUSSIVE PIANO WITH PVC TUBES: RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICS AND MUSIC

Abstract

This article presents the development of an experimental activity relating the themes of Physics and Music through the construction, interactive exhibition and data collection with a percussive piano. The experiment was built and exposed with the interaction of the public at the 46th Book Fair of the Federal University of Rio Grande (FURG), held at beach of Cassino, in the city of Rio Grande-RS, an informal teaching space where the analysis information of the study were collected. The materials used in the construction of the Piano, as an experiment, are simple and easily accessible materials, such as wood and PVC pipes. Digital technologies and software were also used to improve the performance of our practice. Microphones, audio cards, computers and speakers were used to amplify the volume of our musical instrument. The development of records took place with the aid of cell phones and captures via the computer's sound card. The experience provided by the interactions of the participants who were children, youth and adults, among them an audience of people with experience in Music, brought up a dialogue with concepts of Music and Physics. The activity provided an exchange of knowledge between teachers in the areas of Natural Sciences, with teachers from different fields and musicians who made the experience enriching and inspiring for the continuation of the project. Among the results of the study are the records of the stages of construction of the Piano, collection and analysis of sounds, musical notes obtained in the experiment and with the aid of software.

Keywords: Musical experiment; music physics; sound physics; ict; book fair.

1. INTRODUÇÃO

Inicialmente apresentamos o grupo de pesquisa Comunidade de Indagação em Ensino de Física Interdisciplinar (CIEFI), espaço de constituição deste estudo. O Grupo de pesquisa CIEFI busca interligar aspectos da pesquisa, ensino e extensão no Ensino de Física Interdisciplinar. Abrange professores vinculados ao Instituto de Matemática, Estatística e Física – IMEF, do Centro de Educação Ambiental, Ciências e Matemática - CEAMECIM e da Secretaria de Educação a Distância - SEaD da Universidade Federal do Rio Grande - FURG; de escolas da Educação Básica; da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA e Universidade Federal de Alagoas - UFAL; mestrandos e doutorandos de Programas de Pós-Graduação; estudantes dos cursos de Licenciatura em Física e Matemática.

O grupo convidado a participar da 47ª Feira do Livro da FURG realizado pela Universidade Federal do Rio Grande, que ocorreu nos dias 29 de Janeiro até dia 09 de fevereiro de 2020, desenvolveu um piano percussivo, como forma de desenvolver a interação com o público do evento de forma interconexa a apresentar temáticas da Ciência da Natureza. Buscou-se elaborar uma atividade que proporcionasse um aprendizado do ensino de Física de maneira lúdica e divertida, interligado ao contexto dos conceitos centrais da Música.

A proposta envolveu a construção do experimento/instrumento musical na busca de

associar conceitos da física com a música. Neste estudo descrevemos inicialmente o processo de criação do material, com detalhamento das etapas do desenvolvimento do instrumento. Posteriormente avançamos no relato da coleta de informações, que aconteceu durante a interação do público na referida feira. Como resultados são apresentados a análise das notas, frequências musicais, bem como indicados as potencialidades, limitações e uma breve explanação da Física e da Música interligados ao contexto das músicas coletadas durante a interação do público do evento e analisadas neste estudo.

Vale ressaltar que a atividade surge de efeitos que vem de traços e raízes da caminhada do primeiro autor do estudo. O referido autor é pós-graduando em Educação em Ciências, e seus estudos vincula o percurso que tem na música eletrônica, na utilização de softwares e nas tecnologias digitais com a contextualização desses temas com o ensino de Física. Neste caso a criação do instrumento musical, Piano Percussivo com Tubos de PVC, envolveu a análise das gravações de áudios com auxílio de software para identificar se as frequências correspondiam com as notas musicais projetadas via os cálculos matemáticos para cada tamanho de tubo de PVC.

Os autores assumem existir relação entre a Física e a Música. Ambos as áreas se relacionam nas suas linguagens que complementam o sentido uma da outra. Um exemplo de como acontece esse processo está em uma simples pergunta: como diferenciar

uma nota musical da outra, o que elas têm de diferente? Com o instrumento musical podemos distinguir e associar com a sensação auditiva e pode ser respondida após os estudos sobre acústica.

Compreendendo as etapas entre as ondas sonoras e os instrumentos musicais podemos utilizar essas relações de diferentes formas para construir músicas. Existem músicos que por particularidades escolhem apenas tocar notas musicais de frequências pares ou apenas escolhem alguns tipos de sequências de notas musicais. Brincando matematicamente estimula a criatividade e as possibilidades de uma sequência nova surgir. Assim surgem novas escalas musicais e por consequência demanda novos afinamentos para instrumentos musicais, aqui podemos citar um exemplo de Gioseffo Zarlino teórico musical da época da idade do Renascimento em torno dos séculos XIV e XV que em sua obra teve como base teórica o matemático Ludovico Fogliani, que teve como principal obra a *Música Theorica*, em que ele discute a natureza do som de maneira puramente matemática.

Isto vale para todos os tipos de instrumento musicais independente da sua propriedade de propagação da onda sonora que caracteriza o instrumento e seu timbre por si só. Por exemplo poderíamos dividir em quatro grupos os instrumentos musicais.

Os instrumentos de cordas vibrantes acústico, exemplos são violão e violino temos também cordas vibrantes eletrônico que é o

caso da Guitarra Elétrica. Em nosso segundo grupo temos os instrumentos de percussão produzem som a partir de impacto que é caracterizado por aquele som que tem um *Attack* de curta duração. O instrumento ao ser tocado vai praticamente imediatamente do silêncio a seu volume (intensidade) máximo e sofre um decaimento curto logo após. São exemplos de instrumentos musicais desse grupo: tambor, xilofone, pratos de bateria. O terceiro grupo é composto pelos instrumentos de sopro onde as ondas são geradas pelos deslocamentos das colunas de ar vibrante, exemplo de instrumentos musicais são a flauta, trompete e o saxofone. E por último o quarto grupo o instrumento musical digitais ou eletrônicos que são de certa forma recente possuem segundo o site outlet do músico:

“Esses instrumentos tem por base duas origens do som. Uma são os próprios instrumentos das outras famílias, através de amostras gravadas de seus timbres. A segunda são ondas geradas por componentes eletrônicos ou pelo computador, através de funções matemáticas.” (EDITORIAL OUTLET DO MÚSICO, 2020, p. 01).

As funções matemáticas que envolvem os conceitos e os parâmetros de síntese sonora abrangem relações entre a Física e as ondas sonoras. O instrumento musical desenvolvido, o piano percussivo, está contido no segundo grupo, por necessitar de impacto e da pressão para deslocar o ar vibrante dentro da extensão dos tubos de PVC. Para uma melhor

compreensão da nossa experiência, abrangemos e concordamos com o autor quando ele organiza cada os conceitos a respeito de som e onda sonora e seus subgrupos pertencentes.

[...] características sonoras físicas e psicoacústicas, torna-se crucial fazer distinção entre som e onda sonora. Neste texto, onda sonora trata do fenômeno físico, isto é, a propagação de uma perturbação no ar na forma de uma onda. Som, por sua vez, trata do fenômeno perceptivo. Acústica é o estudo da física e transmissão das ondas sonoras. Trata de conceitos tais como frequência, amplitude, tempo, espectro e localização sonora. Psicoacústica é o estudo da maneira como os seres humanos percebem sons. A preocupação aqui é com a resposta subjetiva à onda sonora em termos de altura (*pitch*), intensidade percebida (*loudness*), duração, timbre e localização aparente (CAETANO, 2006, p. 24).

A descrição da experiência abrange dividir e separar os conceitos, pois conforme registramos nos relatos das atividades, pode-se compreender de um ponto de vista qualitativo como se desenvolve a interação do sujeito com o experimento. Um exemplo, seria buscar compreender sobre quais seriam as reações e impressões deixadas por uma parcela das pessoas que experienciaram as atividades propostas.

Assumimos que o experimento proposto é justamente esse de promover a troca de conhecimento, promover a aprendizagem das duas áreas, promover o interesse sobre os instrumentos musicais, promover a curiosidade

pela construção de instrumentos e a promoção de uma experiência imersiva. Uma proposta de progressão de ideias conceituais das Ciências interligada aos sentimentos para nós seres humanos. Isso de acordo com a ideia de que a “[...] arte, então, deve ser direcionada àqueles que desejam ampliar não apenas conhecimento, mas que almejam compartilhá-lo” (SEVERO, 2020, p. 01). Nesse estudo, busca-se descrever a experiência do construir o experimento, dos registros das interações das pessoas, da coletas de informações musicais e de análises preliminares realizadas com o uso de software computacional.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Aqui apresentamos os procedimentos metodológicos de nossa atividade. Descrevemos todo o percurso realizado desde a criação do experimento, com uma experiência da Física e da Música, sua exposição, interação do público na 47ª Feira do Livro da FURG. Na referida feira coletamos registros fotográficos, dados de algumas músicas produzidas e gravadas.

Inicialmente a proposta foi o de construir um objeto de aprendizagem para servir de apoio teórico/pedagógico na explicação de conceitos Físicos com enfoque na interdisciplinaridade da Música. Nosso instrumento nomeado de Piano Percussivo, como citado acima, pois é instrumento que é tocado por impacto que desloca as colunas de ar, reverberando dentro dos tubos de PVC até a extremidade oposta provocando assim os sons

de natureza própria de nosso instrumento. A ideia surgiu do vídeo encontrado no Youtube no canal do *bunkerTools*, o referido se chama *DIY PVC Instrument, How to Make (Plans)*¹ link na nota de rodapé.

movimento inicial comprou-se os Tubos de PVC, o arco de serra e as lixas. Enquanto foram feitas as medidas dos TUBOS de PVC, encomendamos o pedido das madeiras para a marcenaria. Destas 4 madeiras de medidas de 600mm x 300mm, duas delas precisaram ser furadas conforme detalhado na imagem da Figura 1.

Quadro 01: Quadro de materiais

Materiais	Unidade/Medidas
Madeira MDF	4 Madeiras (600mm x 300mm) 2 Madeiras (120mm x 300mm).
Tubos de PVC	4 Tubos (3 metros) x (40mm de diâmetro).
LUVAS de Conexão	13 Luvas de rosca de 40mm de diâmetro.
Arco de Serra	1 unidade.
Parafusos Rosca Soberbas	24 Parafusos diâmetro de 6,0mm x 65mm.
Espuma Expansiva	1 unidade.
Lixa	Lixas de número 120, 220 e 440.
Tíner	1 Lata.
Verniz	1 Lata.
Pincel	1 Pincel.
Chinelo	1 Par.

Fonte: <https://youtu.be/qeEGuwkkth0>

Na física temos uma equação matemática que ajuda a encontrar os valores corretos para o dimensionamento de cada tubo que é basta dividir a velocidade do som que é aproximadamente 343 m/s por 2 vezes o valor

Todos os materiais foram comprados menos as madeiras de MDF que foram cedidas pela marcenaria da Universidade. Em um

da frequência da nota musical desejada. Para fins de aproximação, subtraímos do resultado 60% do diâmetro interno do tubo. Para o experimento construído a relação é:

$$L = \frac{343m/s}{2F_n} - (0.6 * 0.04)$$

Utilizando uma tabela de apoio relacionamos as frequências, as notas musicais com o dimensionamento dos tubos. Em nossos cálculos utilizamos a seguinte tabela representada na Figura 2.

Figura 2. Tabela de Frequência por nota musical.

		Frequência em Hz									
Nota musical		1ª Oitava	2ª Oitava	3ª Oitava	4ª Oitava	5ª Oitava	6ª Oitava	7ª Oitava	8ª Oitava	9ª Oitava	
Dó		33	66	132	264	528	1056	2112	4224	8448	16896
Dó #		34,947	69,894	139,79	279,6	559,15	1118,3	2236,6	4473,2	8946,4	17893
Ré		37,026	74,052	148,1	296,2	592,42	1184,8	2369,7	4739,3	9478,7	18957
Ré #		39,237	78,474	156,95	313,9	627,79	1255,6	2511,2	5022,3	10045	20089
Mi	20,79	41,58	83,16	166,32	332,6	665,28	1330,6	2661,1	5322,2	10644	
Fá	22,03	44,055	88,11	176,22	352,4	704,88	1409,8	2819,5	5639	11278	
Fá #	23,33	46,662	93,324	186,65	373,3	746,59	1493,2	2986,4	5972,7	11945	
Sol	24,72	49,434	98,868	197,74	395,5	790,94	1581,9	3163,8	6327,6	12655	
Sol #	26,19	52,371	104,74	209,48	419	837,94	1675,9	3351,7	6703,5	13407	
Lá	27,75	55,506	111,01	222,02	444	888,1	1776,2	3552,4	7104,8	14210	
Lá #	29,4	58,806	117,61	235,22	470,4	940,9	1881,8	3763,6	7527,2	15054	
Sí	31,15	62,304	124,61	249,22	498,4	996,86	1993,7	3987,5	7974,9	15950	
Dó	33	66	132	264	528	1056	2112	4224	8448	16896	

Fonte: <http://blogtudoamao.blogspot.com/2016/06/tabela-com-frequencia-de-todas-as-notas.html>

Utilizando a relação $L = \frac{343m/s}{2F_n} -$

$(0.6 * 0.04)$, encontramos os tamanhos de tubos de PVC para cada nota musical, conforme demonstrado no quadro 2.

Quadro 2. Nota musical x Comprimento dos Tubos

NOTA Musical	Comprimento dos Tubos de PVC (cm)
--------------	-----------------------------------

C_4	66,55
$C\#_4$	61,87
D_4	58,40
$D\#_4$	55,12
E_4	52,03
F_4	49,11
$F\#_4$	46,35
G_4	43,75
$G\#_4$	41,30
A_4	38,98
$A\#_4$	36,80
B_4	34,73
C_5	32,78
$C\#_5$	30,94
D_5	29,20
$D\#_5$	27,56
E_5	26,01
F_5	24,55
$F\#_5$	23,18
G_5	21,88
$G\#_5$	20,65
A_5	19,49
$A\#_5$	18,39
B_5	17,36
C_6	16,39

Após cortar os Tubos de PVC nestes determinados tamanhos passamos a lixa nas extremidades onde foram cortadas com a finalidade de alinhar horizontalmente as extremidades. Neste momento então tínhamos 26 Tubos de PVC identificados pelas suas notas musicais.

Quando as madeiras chegaram, tivemos uma surpresa, pois a marcenaria nos entregou ela montada. Fomos surpreendidos, pois o diâmetro dos furos da mesa estava com 45 mm, em nosso planejamento o diâmetro seria de 41 mm, conforme registro da Figura 3.



Figura 3. Medindo os furos.

A consequência disto deixou os tubos com folga. Por um tempo nos levou a pensar em novos meios para fixar os tubos. Podemos ver a folga na Figura 4.

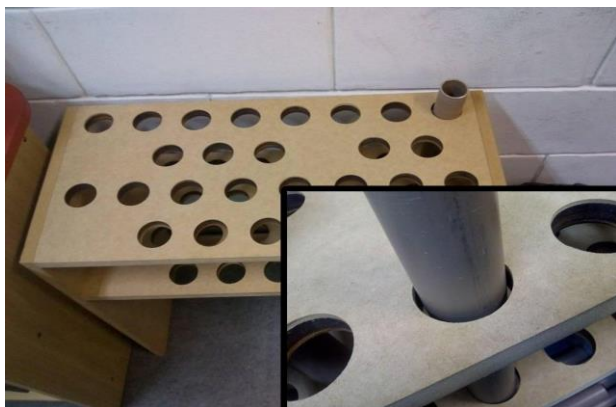


Figura 4. Mesa semi pronta.

O próximo passo foi comprar as “luvas” de conexão. Cada luva tinha uma borda externa com o diâmetro de 45 mm, em que cada peça de luva cortada ao meio servia para dois tubos de PVC. Primeiramente cortamos no meio cada peça e depois utilizamos a lixa para limpar as rebarbas do corte e também para lixar internamente, para melhor conectar nos tubos de PVC. Os resultados e o processo de estruturação do Piano são registrados na figura 5.



Figura 5. Desenvolvimento da construção do Piano Percussivo.

Para concluirmos a construção efetuamos o preenchimento do centro da mesa com a espuma expansiva. Após a espuma secar, processo que levou 24 horas, cortou-se e lixou-se alguns excessos de espuma para enfim fechar a caixa do piano percussivo. Para fins estéticos o piano percussivo foi pintado com verniz, conforme registro da figura 6.



Figura 6. Piano Percussivo.

Também foram feitas as baquetas para tocar o instrumento musical. Mas após elas ficarem prontas percebemos que elas não ficaram como o esperado, estavam rígidas

demais e acabavam limitando o som quando batia nos tubos. Optamos por utilizar um chinelo com numeração 41 e 42.

Chegou o grande dia da 47^a Feira do Livro FURG e nós estávamos ansiosos para ver os resultados e interações que poderiam surgir conosco e com o experimento. Preparamos um QR CODE para os interessados, que tivessem interesse em conhecer os detalhes do processo de construção, com acesso a vídeos e fotos que demonstram as diferentes etapas do desenvolvimento.

APONTE A CÂMERA PARA O
QR CODE



Figura 7. QR CODE.

Para a interação com o público, bem como possibilitar captura e disponibilização do áudio gerado pelo instrumento, foram utilizados dois microfones, placa de áudio de 4 canais e uma caixa de som. Assim, possibilitou-se amplificar o volume do nosso instrumento musical, bem como coletar informações via computador, conforme registro da figura 8.



Figura 8. Aparelhagem Técnica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A natureza do som é como uma perturbação no espaço, esta perturbação agita as moléculas e estas pelas suas reverberações chegam até nossos ouvidos onde as identificamos como ondas sonoras. A frequência com qual essas moléculas vibram alteram a pressão periodicamente dos sólidos e assim que essas ondas chegam até os nossos ouvidos. Sabe-se que o espectro de frequências audíveis para o ser humano está na faixa entre 20 Hertz e 20 K hertz, alguns animais como morcego e golfinho são peculiaridades que ressaltam as diferenças da fisionomia animal visto que estes conseguem captar frequências acima do ultra som acima de 20kHz e elefantes por exemplo ouvem ruídos abaixo de 20Hz caracterizado como faixa do infra som.

Na experiência desenvolvida com auxílio dos recursos disponibilizados ao público e ao grupo é importante examinarmos exatamente esta região do espaço, buscando dentro da sonoridade do nosso instrumento argumentos válidos para explicar os conceitos físicos. Para isso após o instrumento pronto coletamos evidências e registro de áudio e imagens para qualificar este processo.

Para entendermos na perspectiva da interdisciplinar da música e dos conceitos da Física, devemos primeiramente compreender o conceito de timbres diferentes. Assumimos, a partir do conceito de timbre que cada instrumento terá o seu som único. Em termos físicos, o som corresponde a uma vibração de determinada frequência. Uma das consequências disso é que a sua sonoridade estará representada em uma faixa limitada de frequências. Consequentemente uma nota musical representa uma vibração numa frequência específica que é identificada como uma das 12 notas. Por convenção, a nota A (Lá) foi escolhida como frequência de referência 440 Hz. Podemos notar também utilizando a tabela da Figura 02 para demonstrar que para tocarmos novamente a nota A (Lá) uma oitava acima basta multiplicar por 2. Nosso piano percussivo foi criado com apenas duas oitavas para todas as notas musicais exceto para as notas C (Dó) que tem quatro oitavas.

Para analisar esses espectros das frequências dos áudios registrados utilizamos o software Equalizador da Fab-filter PRO-Q2. A escolha do software aconteceu associado a necessidade de análise das informações, e as potenciais informações que o mesmo disponibiliza. Os registros foram coletados durante a 47ª Feira do Livro da FURG, com a presença de público em local aberto. Isso justifica a quantidade de ruídos de fundo presentes nos dados analisados, mesmo após um leve tratamento no áudio para melhorar a qualidade e destacar os resultados.

A seguir a nota musical E (Mi) é tocada na figura 9. A nota é registrada através do espectro representado no Equalizador da figura 10.



Figura 9. Nota E (Mi) sendo tocada.

O primeiro harmônico, da nota musical E (Mi) da figura 09 está representada na imagem gráfica, com auxílio do software Fab Filter PRO-Q2, na figura 10.



Figura 10. Nota E (Mi) representada no Equalizador PRO-Q2.

Salientamos que o instrumento foi tocado por um chinelo e isso afetou algumas notas musicais. Fizemos dois cortes para não captar muitos ruídos graves e agudos que são as linhas amarelas que descem em forma de curva chamadas de Filtros high-pass (Passa alta) e low-pass (Passa baixa). Todos os sons

analisados estão disponibilizados na nuvem que é direcionada com o QR CODE². No referido link o leitor encontra também as músicas completas que foram registradas durante o evento e não só amostra de áudio da nota musical.

Mesmo com as adversidades, como os ruídos do público do evento, podemos encontrar bons resultados ao olhar para esta nota E (Mi) sendo tocada, como por exemplo sua frequência fundamental para aquela nota está na faixa 335 Hertz. Observamos também um segundo pico, que é caracterizado como segundo Harmônico que está representado exatamente na faixa de 670 Hertz. Analisando os tamanhos dos tubos, nos referimos ao quadro 2, podemos perceber que a diferença de uma nota com oitava acima em relação a mesma nota uma oitava abaixo é aproximadamente a metade do valor do comprimento do tubo da primeira oitava, o que condiz também com esse fator de multiplicação das frequências.

Quando tocamos a nota G (Sol) mesmo pertencendo a mesma oitava da nota E (Mi) podemos observar um harmônico fundamental em destaque e os outros picos, não tiveram tamanho destaque como na nota E (Mi) tocada, conforme figura 11.



Figura 11. Nota SOL(G) sendo tocada.

Algumas possibilidades para o registro desta diferença são o movimento feito com o chinelo, a intensidade da força da batida e ou a captação do áudio que foi feito por celular e não diretamente na placa de som do computador.



Figura 12. Nota SOL(G) sendo analisada.

Podemos observar na figura 12 que a nota G (Sol) tocada está representada pela frequência na faixa de 764 Hz. Na frequência de 382 Hz que seria a nota G (Sol) no 4 Harmônico podemos visualizar um pequeno pico. Fatores que podem ter provocado este

² QR CODE - Feira do Livro FURG -
https://drive.google.com/open?id=1uz67mWKGfZGYx1mJh_Fda-hgjJr3Fyn5

resultado, são o não alinhamento entre os dois microfones que capturavam os áudios. Um dos microfones estava mais próximo das notas G, A, B, C do que as notas do outro lado do piano percussivo.

No processo de análise dos resultados, concluímos que os erros comparando a nota musical são mínimos, que chega à ordem de alguns semitons. Esse primeiro movimento de captura e análise, nos encaminha para ajustes na forma de obter o som, em que o próximo movimento será fazer uma captação adequada do som do Piano Percussivo para uma nova análise. Outro detalhe importante observado é que um dos tubos apresentou uma vibração diferente, por ter se desprendido da espuma expansiva. Nos encaminha a necessidade de aperfeiçoamento na forma de preenchimento, entre os tubos, o que influenciou na sonoridade adequada e mais precisa, sem que a vibração afete a nota musical.

3. CONCLUSÃO

A experiência relatada se apresenta com potenciais para o desenvolvimento de temas da Física e Música de forma interdisciplinar, ainda que tenham existido particularidades nesse espaço não formal de ensino, a Feira do Livro. A construção e a interação das pessoas com o experimento do Piano Percussivo, nos encaminha ao sentimento de que é um ótimo experimento para se trabalhar ambos os conceitos, pois muitas pessoas se mostraram interessadas em tocar

músicas conhecidas e saber como funciona o instrumento. Em outro sentido emergem as possibilidades visualizadas. Após uma vivência com o experimento e durante a análise surgem potencialidades de exploração dos diferentes resultados, para um debate mais aprimorado no ensino de Física, nos diferentes níveis de ensino.

Em síntese podemos afirmar que o instrumento funciona de acordo com os conceitos Físicos e suas relações com as notas musicais. No referido projeto tivemos dificuldades com material para cortar os canos. Registramos que as medidas de comprimento dos canos foram aproximadas, pois durante os cortes, não conseguimos deixar um corte liso, horizontal e depois com a lixa aproximávamos do valor. Isso nos trouxe o questionamento se estamos com valores das frequências de cada nota musical desafinadas, comprovados depois nas análises com software. Outro fator importante que influencia muito no projeto é o preenchimento da caixa com a espuma expansiva, que precisa ser preenchida de forma completa na caixa. Em nosso projeto em uma parte dos canos ficou com menor quantidade de espuma, ocasionando vibrações que influenciam no resultado das notas. E por último a nossas baquetas foram um par de chinelo o que dava uma diferença na sonoridade a cada nota tocada, por motivos de acertar o alvo com a mesma precisão.

Atribuímos ao nosso experimento uma experiência positiva, onde nos possibilitou discorrer mais sobre os conteúdos da Física,

como as ondas sonoras e sua relação direta com a música. Existem muitos conceitos que possam ser trabalhos e esquematizados, a partir e com o experimento relato, assumidos como um caminho de potencial educativo.

REFERÊNCIAS

A resposta de Nietzsche. Disponível em: <https://blog.globaleditora.com.br/literatura/a-resposta-de-nietzsche/>. Acessado em 08 de fev. de 2020.

As Famílias dos Instrumentos Musicais. Disponível em: <http://outletdomusico.com.br/blog/as-familias-dos-instrumentos-musicais>. Acesso em 10 de fev. de 2020.

CAETANO, Marcelo Freitas et al. Síntese Sonora Auto-Organizável Através da Aplicação de Algoritmos Bio-Inspirados. Campinas, SP, 2006.

DIY PVC Instrument, How to Make (Plans). Publicado pelo canal bunkerTools. Disponível em: <https://youtu.be/qeEGuwkkth0>. Acessado EM 20 DE NOV. DE 2019.