

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

**Percepções táteis acerca de características físicas de ondas sonoras por
pessoas surdas**

Luiza Celloto Canto

**IFGW - UNICAMP
2019**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Tópicos de Ensino de Física – F609 IFGW - Unicamp



Luiza Celloto Canto
RA 183104
luizacelloto (arroba) gmail.com

Orientadora: Prof^a Dr^a Aryane Santos Nogueira

Responsável: Prof. Dr. José J. Lunazzi

Campinas, São Paulo
2º semestre de 2019

Sumário

Introdução.....	1
Objetivos.....	1
Descrição do experimento.....	2
Discussão teórica.....	5
Resultados.....	7
Conclusões.....	9
Comentário da orientadora.....	10
Referências.....	11

Introdução

O som é percebido pelo corpo humano não só pelo sistema auditivo, mas também por outras partes. As ondas sonoras transmitidas através do ar, chão, paredes, cadeiras, mesas e outras entidades físicas causam uma percepção da música, por exemplo, em todas as pessoas presentes no recinto em que toca. Porém, essa percepção pode ser notada com mais atenção por pessoas surdas, pelo fato de não terem a interpretação auditiva do som igual à dos ouvintes [2].

Neste experimento, tentamos reconhecer habilidades sensoriais nos surdos que os ouvintes podem, muitas vezes, subestimar, pois consideram que o som seja percebido apenas pelos ouvidos. Quando, na verdade, devido à constante exposição ao som, surdos interpretam de sua própria maneira os estímulos táteis recebidos através das vibrações sonoras.

Percebemos, neste trabalho, alguma semelhança entre a interpretação de surdos e de ouvintes acerca de sons e música, assim como percebemos características que tornam possível o ensino de Física Acústica para surdos, uma vez que têm estas percepções internalizadas como interações cotidianas e naturais com o som.

Objetivos

Este trabalho tem como objetivo a análise de percepções táteis relatadas por pessoas surdas quando expostas à vibração causada por diferentes tipos de ondas sonoras. A ideia é compreender como os surdos entendem estas vibrações e quais informações são apreendidas através das diferentes características sonoras.

A intenção deste tipo de análise é aprimorar o entendimento de pessoas ouvintes sobre como os surdos podem compreender o som por outras vias sensoriais e desenvolver, futuramente, métodos didáticos mais efetivos para o ensino de Física Acústica voltado aos alunos surdos. Cabe salientarmos, portanto, que estudar a percepção sonora de surdos, em nenhum momento, tem a intenção de significar uma antiga imposição de uma lógica auditiva aos surdos, mas sim de construir entendimentos sobre como esses alunos já percebem os sons em seus cotidianos e, com essa informação, pensar em possibilidades e estratégias que favoreçam o ensino de um conteúdo específico da Física que é a Acústica.

No Brasil, a educação de surdos está muito longe do modelo ideal desejado pelas pessoas surdas. Há relatos de professores que retiram alunos surdos de salas regulares durante aulas de música por suporem que estes alunos não são capazes de compreender a disciplina [6]. Porém, a musicalização dos surdos, mais do que possível, é muito importante para os indivíduos que gostam e se interessam por música, uma vez que existem, inclusive, outras possibilidades do que, convencionalmente, se concebe por música e a participação de um aluno surdo nas aulas de música pode vir a evidenciar isso.

Os dispositivos e experimentos que demonstram o som de maneira tátil e visual podem ajudar os surdos na compreensão de aspectos do som. Ao mesmo tempo, esses também podem funcionar como excelentes ferramentas para complementar as características auditivas do som percebidas por ouvintes no estudo de Acústica. Afinal, as crianças surdas, assim como as ouvintes, estão expostas a estímulos musicais a todo o tempo, pois assistem à televisão e já manusearam DVDs, CDs, celular e outros dispositivos que possibilitam o acesso à música [7].

Por isso, este trabalho é dedicado a perceber como alguns surdos percebem as características do som para, futuramente, possibilitar a elaboração de práticas pedagógicas que utilizem recursos além dos auditivos para garantir que tanto surdos como ouvintes tenham acesso a esta área da Física. É preciso desvencilhar o acesso ao entendimento do som da capacidade de ouvir e retirar o protagonismo do ouvido nesse processo [8], e, por isso, a capacidade visual e tátil tanto de surdos como de ouvintes deve ser explorada em atividades lúdicas e pedagógicas.

Descrição do experimento

O aparato experimental conta com uma caixa de som modelo JBL js 121a (Figura 1), cuja grade de proteção foi desparafusada, para deixar à mostra o autofalante e tornar mais fácil o manuseio e a percepção da vibração. Além disso, um computador conectado à caixa foi responsável pela reprodução dos sons desejados. Na 1ª parte do experimento, foi utilizado um site chamado *Online Tone Generator* [3] para gerar as ondas sonoras, enquanto na 2ª parte, as músicas foram reproduzidas utilizando o aplicativo Spotify [9].



Figura 1: caixa de som utilizada no experimento

Participaram do experimento onze surdos, dez com idades entre 12 e 19 anos e um de 46 anos. Todo o experimento foi realizado utilizando a Língua Brasileira de Sinais (Libras) para comunicação com os participantes durante a explicação e realização de perguntas ao longo do experimento. Apenas duas participantes optaram por conversar em Português oral (ver Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização dos participantes surdos

Código do participante	Sexo	Idade	Comunicação
S1	feminino	16	Libras
S2	feminino	15	Libras
S3	feminino	16	Libras
S4	masculino	15	Libras
S5	masculino	15	Libras
S6	masculino	14	Libras
S7	masculino	46	Libras
S8	masculino	19	Libras
S9	masculino	19	Libras
S10	feminino	19	Português oral
S11	feminino	19	Português oral

O experimento foi realizado dividindo os participantes em três trios e uma dupla, tendo cada grupo participado separadamente do experimento. Os participantes foram posicionados sentados em frente à caixa de som apoiada em uma mesa (ver Figura 2). Foi pedido para que colocassem a mão sobre o autofalante e descrevessem o que sentiam quando determinados sons eram reproduzidos.

Alguns participantes utilizavam aparelhos auditivos, e foi deixado a seu critério desligar ou não o aparelho durante o processo (ver Tabela 2).

Tabela 2: Utilização de aparelhos auditivos durante o experimento

Participante	Utiliza aparelho auditivo?	Desligou o aparelho durante o experimento?
S1	Não	-
S2	Não	-
S3	Sim	Sim
S4	Não	-
S5	Não	-
S6	Sim (Implante Coclear)	Inicialmente sim, depois preferiu religar
S7	Sim	Não
S8	Não	-
S9	Não	-
S10	Sim	Não
S11	Sim	Não

O experimento contou com duas partes, descritas abaixo:

1ª parte

Foi solicitado aos participantes que colocassem a palma de suas mãos encostadas no autofalante da caixa de som. Nesta parte do experimento, foram emitidos sons isolados sem sentido musical. Esta parte teve três etapas, sendo que em cada uma delas, uma das três características sonoras a serem analisadas (intensidade, altura e timbre) foi variada, enquanto as outras foram mantidas constantes. Conforme as características

foram variadas, foi pedido ao participante que descrevesse as mudanças na vibração percebidas através do tato.

-Etapa 1: Foram fixados o timbre e a altura, variando a intensidade (amplitude da onda) entre 55 dB e 90dB.

-Etapa 2: Foram fixados o timbre e a intensidade, variando a frequência (altura do som) desde 440 Hz até 55Hz, caindo sempre à metade.

-Etapa 3: Foram fixadas a altura e a intensidade, variando o formato da onda (timbre). Primeiro foi reproduzida uma onda senoidal, depois uma onda quadrada, depois triangular e, por fim, uma em formato de dente de serra.

Quando fixados, os parâmetros formato da onda, intensidade e frequência correspondiam, respectivamente, a uma onda senoidal, 70 dB (decibéis) e 220 Hz (hertz).

2ª parte

Foram tocados trechos de músicas e foi perguntado aos participantes se as reconheciam e se apreciavam o gênero musical. Estão listadas a seguir as músicas que foram tocadas:

-Pop: Señorita – Shawn Mendes, Camila Cabello;

-Rock: Sweet Child o' mine – Guns N' Roses;

-Clássica: Waltz of the Flowers – Pyotr Ilyich Tchaikovsky, Royal Philharmonic Orchestra, David Arnold;

-Funk: Pra Inveja é Tchau – Mc Kevin, Mc Davi;

-MPB: Garota de Ipanema – Vinícius de Moraes, Tom Jobim.



Figura 2: Participantes realizando o experimento com as mãos encostadas no autofalante

Discussão teórica

O som é uma onda mecânica, o que significa que transfere energia através de vibrações periódicas em um meio material. Ou seja, quando uma fonte sonora vibra, o ar (ou outro meio material ao redor) vibra também, periodicamente, e essa vibração é interpretada pelas pessoas que ouvem como som.

Abaixo, temos uma figura que ilustra o que acontece com o ar quando um dispositivo sonoro produz uma vibração.

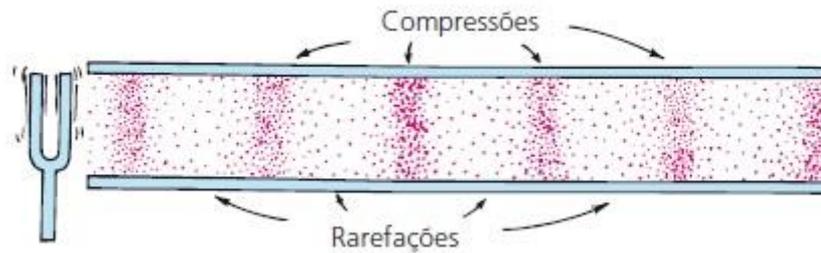


Figura 3: Esquema ilustrativo do padrão formado pelas moléculas de ar por uma onda sonora [4]

Nesta figura, os pontos cor-de-rosa representam as moléculas de ar. A vibração sonora acontece em um movimento de vai-e-vem, no qual as moléculas se deslocam para frente e para trás e, neste movimento, transferem energia umas às outras através da colisão entre elas. Assim sendo, essas moléculas não são transportadas no processo, apenas oscilam. Como a oscilação das partículas tem a mesma direção que a propagação de energia na onda, dizemos que o som é uma onda longitudinal. A partir desta oscilação, são formadas zonas em que há maior concentração de ar (compressões, alta pressão) e outras, menor (rarefações, baixa pressão). Essas zonas não ficam fixas no ar, elas se propagam na velocidade de propagação da onda.

Representamos uma onda como na figura abaixo, em que as cristas (partes mais altas da onda representada) simbolizam as zonas de alta pressão e os vales (partes mais baixas), as zonas de baixa pressão.

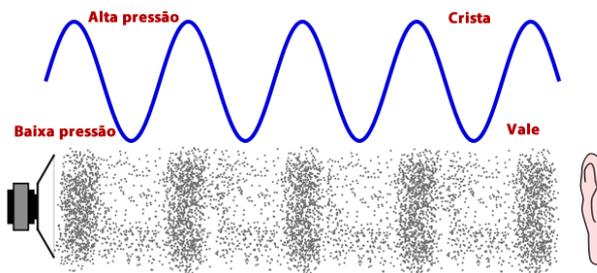


Figura 4: representação de uma onda sonora [5]

A distância horizontal entre duas cristas ou entre dois vales é chamada comprimento de onda (λ). A quantidade de comprimentos de onda que acontecem por segundo caracteriza a frequência da onda (f). Estas duas grandezas são relacionadas com a velocidade de propagação da onda (v) através da seguinte equação:

$$v = \lambda f$$

Como o som sempre se propaga no ar com a mesma velocidade (343 m/s a 20°C), comprimento de onda e frequência são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a frequência, menor o comprimento de onda.

As oscilações do ar acontecem a partir de um ponto de equilíbrio (ponto em que as moléculas se encontram no início da oscilação) e são limitadas por uma amplitude, ou seja, a distância máxima que elas chegam do ponto inicial. Na representação gráfica, a amplitude é representada por metade da distância vertical entre uma crista e um vale.

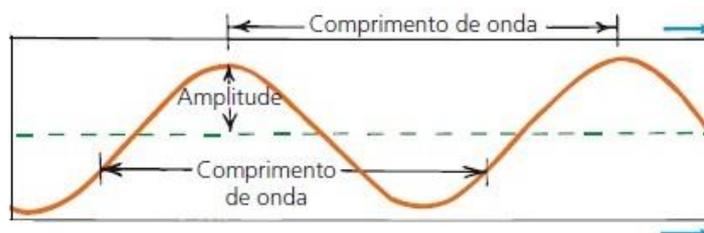


Figura 5: Representação das características de uma onda [4 – imagem adaptada]

Quando a amplitude de um som é aumentada, a intensidade do som aumenta. Este tipo de alteração é percebido por pessoas ouvintes como “aumentar o volume”, na linguagem coloquial. Quando a amplitude diminui, diminui também a intensidade sonora (“abaixar o volume”).

Os sons agudos e graves percebidos por ouvintes são resultado de variações na frequência da onda sonora. Quanto maior a frequência, dizemos que o som é mais alto, e também mais agudo. Quanto menor a frequência, mais baixo é o som, e também mais grave. Assim, a expressão “som alto”, na Física, não significa o mesmo que na linguagem coloquial, pois expressa um som agudo, e não um som forte. A frequência também determina a nota musical de um som. A nota Lá, por exemplo, equivale à frequência de 440 Hz (ou seja, 440 oscilações por segundo).

Quando uma mesma nota musical é produzida por diferentes instrumentos musicais, ela é percebida como a mesma nota, porém é possível identificar diferença no som. O que causa essa diferença é o formato da onda, e essa diferença é o que caracteriza o que é chamado de timbre.



Figura 6: Mudança de timbre em uma mesma nota musical produzida por dois instrumentos diferentes [4]

Como essas características são variações na vibração do ar, os seres humanos são capazes de percebê-las através do tato, com as vibrações que chegam através tanto do ar como de objetos próximos, paredes e chão. Porém, pessoas surdas, em geral, podem ser mais atentas a este tipo de percepção, enquanto os ouvintes podem estar acostumados a ignorar estes estímulos ao favorecerem a percepção apenas pela via auditiva. Há estudos que mostram que os surdos percebem variações de frequência pelo tato com mais precisão do que ouvintes [1].

Resultados

Durante a realização do experimento, os participantes foram deixados à vontade para colocarem ou não a mão na caixa de som. Todos os participantes, inicialmente, encostaram uma das mãos no autofalante, porém alguns optaram por tirar a mão durante o experimento e continuar descrevendo o que sentiam apenas pela vibração do ar. Quando em dúvida, voltavam a encostar a mão na caixa.

1ª parte - Etapa 1: variação da intensidade sonora

Nesta primeira etapa, foi fixada a frequência sonora de 220 Hz e o formato de onda senoidal para avaliar como os participantes percebem mudanças na intensidade sonora.

Primeiramente, a intensidade foi variada gradativamente de 70 dB até 90 dB, e foi perguntado aos participantes qual era a diferença notada.

Três descrições predominaram entre as respostas dadas pelos participantes. Três participantes fizeram um sinal ascendente com uma das mãos, com a palma virada para baixo, o que significa algo como “SUBIR¹”. Enquanto o faziam, mudavam também a postura corporal, elevando os ombros. Outra resposta, dada por 5 dos participantes, foi que o som tinha ficado “mais forte” (que é, de acordo com a Física, um dos termos corretos para descrever aumento de intensidade sonora). As participantes S10 e S11 descreveram o aumento da intensidade dizendo apenas a palavra “*augmentou*”.

Quando a intensidade foi abaixada, de 70 dB para 55dB, um dos participantes fez o sinal de “SILÊNCIO”, outros participantes fizeram o sinal de “PEQUENO”. As participantes S10 e S11, descreveram a diminuição de intensidade apenas com a palavra “*diminuiu*”.

1ª parte - Etapa 2: variação da frequência

Nesta etapa, apenas a frequência foi variada, mantendo o formato da onda senoidal e a intensidade em 70 dB. Iniciando em 440 Hz, a frequência foi diminuída sempre à metade até atingir 55 Hz, e depois elevada novamente até voltar a atingir 440Hz.

Quando a frequência abaixou para 220 Hz (som mais grave), cinco participantes descreveram a vibração como mais intensa, chacoalhando uma ou as duas mãos com vigor. Além, disso, a frequência de 220 Hz causou uma mesma impressão em cinco outros participantes, que independentemente das respostas dos colegas descreveram o som como semelhante a um grito.

Quando a frequência abaixou para 110 Hz e depois 55 Hz, nove participantes descreveram a sensação como uma vibração mais “SUAVE” ou mais “FRACA” do que a anterior.

Ao elevar novamente a frequência, a impressão de dois participantes foi que o som ficou “FINO”, palavra que é muito utilizada por ouvintes para descrever sons agudos. Novamente, a frequência de 55 Hz foi descrita como mais “FRACA”, a de 220 Hz foi descrita como mais “FORTE”, semelhante a um grito, e a de 440 Hz, curiosamente, foi descrita como mais fraca. Isso pode indicar que alguns intervalos de frequência são mais perceptíveis ao tato do que outros, assim como são percebidos mais ou menos pela

¹ A notação utilizada para palavras transcritas originalmente ditas em Libras será em caixa alta, enquanto as ditas em Português oral serão escritas em letras minúsculas e em itálico.

audição de pessoas ouvintes. Esta percepção, evidentemente, varia de acordo com cada indivíduo.

1ª parte – Etapa 3: variação do timbre

Com a variação do formato da onda, a frequência e a intensidade foram mantidas constantes nos valores já citados. Três participantes definiram a onda gerada em formato quadrado como “MAIS FORTE” do que a senoidal e a onda dente de serra como “MAIS FORTE” do que as anteriores. A onda em formato triangular foi descrita como “MAIS FRACA” por estes mesmo participantes.

Três participantes não perceberam nenhuma diferença entre as ondas com timbres diferentes. As participantes S10 e S11, que haviam utilizado as palavras “*augmentou*” e “*diminuiu*” para descrever alterações na intensidade utilizaram novamente estas palavras para retratar sua percepção acerca da mudança de timbre. Quando a onda senoidal foi trocada pela quadrada, disseram que “*augmentou*”. Ao mudar para a onda dente de serra, disseram que “*augmentou mais*”. À reprodução da onda triangular, reagiram dizendo que “*diminuiu*”.

2ª parte

Foi perguntado aos participantes se gostavam de música, e todos responderam que sim. Porém, ao perguntar qual o gênero musical favorito de cada um, não houve preferência generalizada por um tipo em específico, as respostas foram bem variadas. Os gêneros citados foram Funk (participantes S9 e S10), Sertanejo (S7 e S10), Eletrônica (S8) e Gospel (S11). Alguns não responderam com um gênero em específico, mas com descrições do estilo musical. A participante S1 disse gostar de “MÚSICA QUE VIBRA BASTANTE, QUE DÁ PARA SENTIR NO CHÃO”, enquanto os participantes S2 e S3 disseram “MÚSICA QUE DÁ PARA DANÇAR LEGAL”. O participante S6 disse que adora a trilha sonora do filme “O Rei Leão”.

O primeiro gênero tocado foi Pop, e a participante S3 reconheceu quase instantaneamente a música, mesmo com o aparelho auditivo desligado. Disse que gosta muito da canção e, ao fim do experimento, pediu que eu colocasse novamente. Além dela, apenas mais uma pessoa (S8) reconheceu a canção. O participante S5 disse que não conhecia a música, mas apenas pela vibração do autofalante comentou que tinha a impressão de ser uma “MÚSICA QUE FALA DE AMOR, DA IMPORTÂNCIA DE ALGUÉM ESPECIAL”. Apenas dois participantes (S7 e S8) disseram não gostar da música.

Ao tocar Rock, o participante S9 disse que conhecia e gostava da música, mas não lembrava o nome. Três participantes (S6, S10 e S11) não gostaram da batida da música, mas um deles (S6) começou a dançar com o ritmo.

A reação à Música Clássica foi a que gerou maior precisão nas descrições apresentadas, apesar de o participante S7 ter pensado que estava tocando Música Sertaneja. Os participantes S5, S6, S8 e S9 reconheceram ser uma música com piano e violino. S10 descreveu como “*parece música de filme*”, sugerindo que o caráter instrumental se assemelhava às músicas de trilhas sonoras famosas. Sete participantes descreveram como “MÚSICA CALMA”, e S2 ainda disse que parecia “MÚSICA PARA DORMIR”. A participante S1 acompanhou os agudos e graves variando no início da canção com um movimento ascendente e descendente da mão, desenhando

uma onda no ar. Curiosamente, os agudos eram representados com a mão no alto e os graves, com a mão no baixo.



Figura 7: Descrição das ondulações da música clássica pela participante S1

Quando o gênero tocado foi funk, As participantes S3 e S10 reconheceram quase imediatamente. Alguns demoraram um pouco a perceber, mas quando lhes foi dito que o gênero era Funk, concordaram. O mesmo participante (S6) que dançou com o Rock dançou também com Funk. Os outros participantes disseram não gostar deste gênero.

Nenhum dos participantes reconheceu a música quando foi tocada MPB. A maioria deles (oito participantes) disse não gostar. O mesmo participante (S5) que opinou sobre o tema da canção Pop tocada disse que essa música falava sobre “PAZ, FELICIDADE”. Ele sentiu a batida da música mais intensamente, pois tirou a mão do autofalante assim que a canção foi colocada.

Nesta parte do experimento, alguns participantes se sentiram confortáveis em compartilhar quais os sons que reconhecem no dia-a-dia, tanto pela vibração do ar, das paredes e do chão, quanto por conta do resíduo auditivo. S5 disse que consegue perceber quando um ônibus passa em uma rua próxima a ele ou quando alguém dá partida em uma moto. Disse ainda que, quando sua família se reúne e começa a conversar muito ou ouvir música num volume muito grande, prefere ir para o seu quarto e colocar fones de ouvido, para ficar mais tranquilo. Podemos perceber, portanto, que há uma relação cotidiana com a música, e que colocar um fone de ouvido tocando canções vai muito além do ouvir, mas está relacionado com o sentir. S4 disse que consegue saber quando algo cai em sua casa e faz um barulho forte, ou quando sua mãe o chama gritando.

Conclusões

Através da realização deste experimento, podemos perceber algumas características que nos permitem refletir sobre o ensino de Física Acústica para surdos. Quando não há uma familiaridade com os termos físicos que descrevem altura, intensidade e timbre, as pessoas expostas a sons em que essas características variam reconhecem que há uma diferença e sabem descrevê-la qualitativamente, mas não há o formalismo da Física Acústica em seu discurso. Como já citado, esse tipo de resultado se deve à constante

exposição a estímulos sonoros e musicais, que são interpretados de maneira diferente por surdos e ouvintes, mas são familiares e encontram-se nos cotidianos de ambos.

Neste sentido, é plausível sugerir que o experimento elaborado neste trabalho seja utilizado no ensino de Física Acústica para surdos, expondo aos alunos sons com diferentes características físicas e observando seu entendimento destes sons. Sobre suas respostas, é possível explicar aos alunos a diferença entre altura, intensidade e timbre e refazer o experimento, dessa vez indicando quais as mudanças realizadas em cada etapa e formalizando estes conceitos como parte do processo de aprendizagem. Atrélado a este trabalho, é possível também utilizar de recursos visuais para complementar o entendimento sensorial do som como onda.

Cabe comentar que este tipo de experimento pode ser inserido em atividades pedagógicas para diversos públicos. Afinal, atividades experimentais relacionadas ao som que não sejam focadas na percepção auditiva não são apenas benéficas a surdos, mas também ouvintes, ao passo que lhes permite perceber o som como uma vibração, como onda, e não apenas como o que é interpretado por seus ouvidos.

Comentário da orientadora

Profa. Dra. Aryane Nogueira
14 de novembro de 2019

O campo de estudos sobre a surdez e a educação de surdos numa perspectiva socioantropológica (SKLIAR, 1998), nos dias de hoje, vem, entre outros aspectos, buscando caminhos e estratégias de ensino que favoreçam a participação efetiva dos alunos surdos nas salas de aula. Se pensarmos no ensino de Física, em específico, isso pode significar a busca por alternativas para o ensino de um conteúdo que a princípio pode parecer distante do aluno surdo, como o estudo das características do som.

Considerando que o conteúdo de Física Acústica pode aparecer nos exames nacionais, como é caso do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) – que possibilita o acesso de muitos estudantes ao ensino superior –, nos parece muito pertinente a (pre)ocupação do professor de Física com os modos de ensinar esse conteúdo para um aluno que não acessa o som da mesma maneira que os alunos ouvintes.

A autora Regina Campello (2008) foi uma das pesquisadoras surdas brasileiras que sugeriu que o mundo dos surdos não seria um mundo de silêncio, como se poderia pensar, mas sim marcado pela presença do som em suas diferentes formas. A autora explica que um ambiente em que muitas pessoas estão sinalizando em língua de sinais, ou com muito estímulo visual, pode significar um ambiente “barulhento” aos surdos. Por outro lado, Campello (2008) também relata diferentes situações em que a presença acústica de um som no ambiente é percebida, pelos surdos, visualmente ou por outras vias sensoriais.

Considerando o exposto, a realização do experimento aqui relatado mostrou-se bastante coerente com o que acreditamos ser importante para a educação de surdos: a atenção inicial às vias específicas de acesso ao conhecimento por parte desse público de alunos para proposição de possíveis estratégias de ensino a partir do conhecimento adquirido a fim de favorecer a participação efetiva desses alunos em todas as situações de ensino propostas.

Por meio do experimento, portanto, foi possível constatar diferentes formas de interação e percepção dos sons pelos alunos surdos participantes. Muitas delas, aproximadas do que relatam ouvintes quando interagem com os mesmos tipos de estímulos sonoros. O passo a passo de realização do experimento, em si, pode servir como parâmetro para professores que desejam trabalhar o conteúdo de Física Acústica com alunos surdos. Os resultados encontrados também podem dar pistas ao professor sobre o que esperar da percepção de seus alunos surdos e, ao mesmo tempo, sugerir modos de explorar tais percepções na compreensão dos aspectos sonoros, associando-as com estratégias visuais e táteis de apresentação das características do som. A realização do experimento, desse modo, abre possibilidades para que outros estudos futuros sejam realizados, procurando compreender com mais profundidade as diferentes percepções e relações dos surdos com os sons de modo a colaborar com a proposição de materiais e metodologias de ensino dos conteúdos de Física.

Referências

- [1] LEVÄNEN, S.; HAMDORF, D. Feeling vibrations: enhanced tactile sensitivity in congenitally deaf humans. **Neuroscience Letters**, v. 301, p. 75-77, 18 jan. 2001.
Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030439400101597X>. Acesso em: 06 nov. 2019.
- [2] NANAYAKKARA, S.; TAYLOR, E.; WYSE, L.; ONG, S. H. An enhanced musical experience for the deaf: design and evaluation of a music display and a haptic chair. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, p. 337-346, 9 abr. 2009.
Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=1518701.1518756>. Acesso em: 06 nov. 2019.
- [3] Endereço do site: <https://www.szynalski.com/tone-generator/>. Acesso em: 06 nov. 2019.
- [4] HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12. ed. [S. l.]: Bookman, 2015. ISBN 978-85-8260-341-3.
- [5] Disponível em:
<http://professorbiriba.com.br/boilerplate/html/colégio/terceiroano/aula12-terceiroano.html>. Acesso em: 06 nov. 2019.
- [6] BENASSI, C. A; LEANDRO, R. C; DUARTE, A. S. Além dos sentidos: aprendizagem de música por surdos; mitos, verdades e possibilidades. In.: **Revista Diálogos**. Caderno Música, Arte e Cultura. Ano II, N. I, 2014. Cuiabá: 2014.
Disponível em:
https://www.academia.edu/11406023/ALE_M_DOS_SENTIDOS_Aprendizagem_de_mu_sica_por_surdos_mitos_verdades_e_possibilidades. Acesso em: 06 nov. 2019.
- [7] Nepomuceno, M.; Reily, L.H.; Educação Musical para crianças surdas e ouvintes: uma proposta de inclusão. In: XXIV Congresso de Iniciação Científica da Unicamp, 2016. **Anais eletrônicos...** Campinas, GALOÁ, 2018.

Disponível em: <https://proceedings.science/unicamp-pibic/pibic-2016/papers/educacao-musical-para-criancas-surdas-e-ouvintes%3A-uma-proposta-de-inclusao>. Acesso em: 06 nov. 2019.

[8] Friedner M.; Helmreich S.; 2012, Sound Studies Meets Deaf Studies, **The Senses and Society**, 7:1, 72-86.

Disponível em: <https://doi.org/10.2752/174589312X13173255802120>. Acesso em: 06 nov. 2019.

[9] Disponível em: <https://www.spotify.com/br/>. Acesso em: 13 nov. 2019

[10] Torres, C.; Ferraro, N.; Soares, P. **Física: Ciência e Tecnologia, V.2**. 2. ed. [S. l.]: Moderna, 2010. ISBN 978-85-16-06573-7.