



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
FACULDADE DE FÍSICA**

**CONCEITOS BÁSICOS DE ACÚSTICA PARA SURDOS**

**DISCENTE:** Lourran Lucas Coelho de Almeida

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Rubens Silva

Belém-Pará  
Dezembro de 2016

## **LOURRAN LUCAS COELHO DE ALMEIDA**

### **“CONCEITOS BÁSICOS DE ACÚSTICA PARA SURDOS”**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado à faculdade de física da universidade federal do Pará (UFPA) como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado Pleno em Física.

#### **Banca Examinadora:**

#### **Orientador**

---

Prof. Dr. Rubens Silva  
(FACFIS – ICEN – UFPA)

#### **Membro 1**

---

Profa. Espec. Lizângela Maria Almeida da Silva  
(Mestranda da USP)

#### **Membro 2**

---

Prof. Espec. Lucival Fábio Rodrigues da Silva  
(FALEM – ILC - UFPA)

## **(DEDICATÓRIA)**

Com muito amor e satisfação que dedico esta monografia à minha família, em especial, a minha avó, à minha noiva e aos meus colegas e amigos de curso.

## Agradecimentos

Agradeço primeira e principalmente a Deus, pela benção que foi chegar até este presente momento e por me permitir dar orgulho a meus familiares.

À minha avó, Lucimar Amaral, que foi a responsável pela minha criação e foi quem sempre me incentivou a seguir em frente com meus estudos, mostrando que sempre vale a pena fazer as coisas certas.

À meus tios, Eunice Amaral, Elaine Cibele e Paulo Roberto, pelas longas conversas sobre futuro que me ajudaram a tomar as decisões corretas em minha vida.

À minha mãe, Gisele Almeida, pelas horas de orações direcionadas a minha vida.

Aos meus amigos da turma de 2012, em especial ao colega Noel Maia, que construíram comigo uma graduação, que apesar de difícil, foi cheia de momentos engraçados e divertidos.

Aos meus companheiros dos velhos tempos de PET Física, Joás Venâncio, Ari Patrick, Isaac Torres, Maico Almeida e em especial a Cássio Iago Santos Marinho por sempre me ajudarem nos estudos.

Aos alunos Surdos, Davi F. Amós, Yasmim L. S. S Franco, Olivia S. V. da Silva, Paloma O. Souza, Brenda K. C. dos Santos, Emilly E. S. Pereira, Gabrielle da Siqueira, Pedro V. B. da Costa, Vitória K. S. Martins, Hugo Cesar, Renne I. M Souza e Matheus P. Vaz, por criarem os sinais desta pesquisa e por me ensinar a entender e respeitar a sociedade surda.

Aos interpretes do Colégio Santa Madre, Ana Paula P. de Souza e Jefferson C. do Nascimento por me ajudarem sempre que possível em diversos momento que envolviam os alunos com surdez

Aos Professores Drs. Rubens Silva e Sérgio Vizeu, por serem profissionais que realmente se importam com o aprendizado de seus alunos por saberem o quão longe eles podem chegar com seu esforço.

## Sumário

RESUMO.....	6
INTRODUÇÃO .....	8
Capítulo 1 .....	9
A EVOLUÇÃO DA LINGUAGEM DE SINAIS .....	9
1.1) BREVE HISTÓRICO: SURDOS NA ANTIGUIDADE.....	9
1.2) PRECURSORES DA EDUCAÇÃO DE SURDOS.....	9
1.3) A CONCRETIZAÇÃO DA LÍNGUA DE SINAIS NO BRASIL.....	10
1.4) CRIAÇÃO DE SINAIS EM LIBRAS:OS PARÂMETROS ESTABELECIDOS PARA A CRIAÇÃO .....	13
1.5) COMO SE DÁ A CRIAÇÃO DE SINAIS PELO SUJEITO SURDO NA LÍNGUA.....	14
ESTRATÉGIAS DE ENSINO .....	16
2.1) SALA DE AULA.....	16
2.2) MAPA CONCEITUAL.....	17
Capítulo 3.....	19
METODOLOGIA DE ENSINO DE ACÚSTICA PARA SURDOS .....	19
3.1) ACÚSTICA.....	19
3.2)QUALIDADES FISIOLÓGICAS DO SOM.....	20
3.2.1) INTENSIDADE SONORA.....	21
3.2.2) ALTURA.....	22
3.2.3) TIMBRE.....	23
3.3) PROPRIEDADES DAS ONDAS SONORAS.....	24
3.3.1) REFLEXÃO .....	24
Figura 14: Reflexão natural gerada pelo morcego.....	25
Fonte: <a href="https://deltateta.wordpress.com">https://deltateta.wordpress.com</a> [20] .....	25
3.3.2) REFRAÇÃO.....	25
3.3.3) DIFRAÇÃO .....	26
3.3.4) EFEITO DOPPLER .....	27
CRIAÇÃO DE SINAIS PARA ACÚSTICA.....	29
4.1) Questionário de auxílio .....	29
4.2) Sinais criados por alunos .....	31

## RESUMO

Há muitos anos os surdos não tinham seus direitos reconhecidos por não serem considerados cidadãos, em virtude de não ouvirem e conseqüentemente não falarem como a maioria da sociedade. Muitas vezes eram denominados de mudos pelo mesmo motivo. As escolas obrigavam os surdos a falarem por meio da oralização e quando não conseguiam eram punidos. Os surdos não podiam se comunicar através das mãos e recebiam castigos quando o faziam. Depois de estudos e de observações da comunidade surda, percebeu-se que os surdos em contato com outros surdos estabeleciam comunicação através de sinais e estes sinais começaram a ser analisados por estudiosos. Porém, mesmo com tal avanço, as instituições de ensino ainda encontram muitas dificuldades como falta de interpretes e falta de infraestrutura, e quanto à disciplina física, existe uma problemática extra que é a falta de alguns conceitos físicos da língua brasileira de sinais. Para exemplificar uma dessas dificuldades, nem mesmo a palavra “acústica” possui um equivalente na linguagem de sinais, e o mesmo vale para diversos outros conceitos desta área. Muitos professores, cientes dessa carência, procuraram se adaptar aos alunos surdos, estes criando seus próprios sinais emergentes, em sala de aula. Sendo assim, o presente trabalho se propõem, através da comunidade surda, criar sinais específicos para o ensino de acústica.

**Palavras-chaves:** Ensino de física, Acústica, LIBRAS.

# ABSTRACT

For many years the deaf had not their rights recognized because they were not considered citizens because they did not listen and consequently did not speak like the majority of society. They were often called dumb for the same reason. Schools forced the deaf to speak through oralization and when they could not get punished. The deaf could not communicate through their hands and were punished when they did. After studies and observations of the deaf community, it was noticed that the deaf in contact with other deaf people established communication through signals and these signals began to be analyzed by scholars. However, even with such advancement, educational institutions still encounter many difficulties such as lack of interpreters and lack of infrastructure, and as for physical discipline, there is an extra problem that is the lack of some physical concepts of the Brazilian sign language. To exemplify one of these difficulties, not even the word "acoustics" has an equivalent in sign language, and the same goes for several other concepts in this area. Many teachers, aware of this need, sought to adapt to deaf students, creating their own emerging signals in the classroom. Therefore, the present work proposes, through the deaf community, to create specific signs for the teaching of acoustics.

Keywords: Physics teaching, Acoustics, LIBRAS.

# INTRODUÇÃO

A maioria dos alunos tem muitas dificuldades na disciplina física, sendo suas desmotivações as mais diversas, como a falta de preparo dos professores quando se trata de “alcançar” seus alunos de forma diferenciada, pois a educação inclusiva chegou de forma rápida e crescente em sala de aula e muitas vezes escolas não disponibilizam a infraestrutura necessária para experimentos e outros métodos didáticos. Alunos portadores de necessidades especiais apresentam essa dificuldade no aprendizado ainda mais agravada, pois a maioria das universidades não preparam os professores de maneira adequada para lidar com certos alunos e suas especificidades.

Os estudantes surdos sentem tais dificuldades todos os dias, pois na maioria das escolas, além de não possuírem professores capacitados para lecionar surdos, também não possuem interpretes, que seriam de grande ajuda para facilitar o aprendizado, mesmo depois da lei 10.436 ser aceita em 2002. Entretanto, mesmo com auxílio de interpretes, ainda existe um problema, que é justamente a carência de sinais em libras referentes aos assuntos de física, como é o caso da acústica.

Acústica, como qualquer outro assunto de física, necessita de certos conceitos e definições para ser compreendida, por tanto, necessita-se de sinais em libras para melhor entendimento de acústica, nem a própria palavra “acústica” possui um sinal próprio. Para cada pessoa que os surdos conhecem, eles analisam e dão um sinal referente a característica única daquela pessoa, pois seus nomes só podem ser datilografados, logo o sinal se torna mais eficiente, pratico e dentro do contexto linguístico da língua brasileira de sinais, analogamente faremos para certos conceitos de acústica.

# Capítulo 1

## A EVOLUÇÃO DA LINGUAGEM DE SINAIS

### 1.1) BREVE HISTÓRICO: SURDOS NA ANTIGUIDADE

A história da educação dos Surdos basicamente se configura nos dias atuais, uma vez que estes na antiguidade, eram considerados como pessoas incapazes de possuir quaisquer tipos de autonomia, em uma sociedade onde a maioria das pessoas eram ouvintes, e portanto, não eram considerados cidadãos, pois como não falavam oralmente não poderiam exercer suas funções sociais, uma vez que era impossível a comunicação com os mesmos, de acordo com os governantes da época.

Na Grécia, por exemplo, dizia-se que os surdos eram incapazes de exercer o raciocínio lógico, tornando-se um infortúnio para a sociedade. Em suas principais cidades-estados como Atenas os surdos destas sociedades eram rejeitados e abandonados em praças públicas ou nos Campos e Esparta, na qual eram jogados do alto dos rochedos.

A necessidade de se comunicar levou os Surdos da antiguidade a usarem as mãos como forma de diálogo estabelecendo sinais para cada palavra, com isso perceberam que os surdos quando em contato com outro surdo conseguiam estabelecer comunicação utilizando as mãos e realizando sinais e isso preocupou as autoridades, pois não permitiam essa forma de comunicação, obrigando-os a oralizarem.

### 1.2) PRECURSORES DA EDUCAÇÃO DE SURDOS

Pedro Ponce de León (ver figura 1), no século XVI, tornou-se um dos precursores da educação dos surdos, pois dedicou-se a ensinar aos filhos de nobres que nasciam ou desenvolviam a surdez visto que estes necessitavam de auxílio para desenvolverem a comunicação em seu meio social. Muitos trabalhos de Ponce de León serviram de base para o estudo das línguas de sinais e que até hoje são referências em trabalhos científicos.



**Figura 1:** Imagem de Pedro Ponce de Leon, primeiro professor dos surdos.

Fonte: <http://memoria.ifrn.edu.br/> [10]

Apesar dos trabalhos iniciais de Ponce de Léon, foi Charles Michel L’Epee no século XVIII (ver figura 2) quem fundou a primeira escola pública de Surdos, intitulada como “Instituto para Jovens Surdos e Mudos de Paris” e publicou o primeiro livro de Língua de Sinais. Com o intuito de realizar pesquisas sobre esta língua, ele entrou em contato com muitos surdos de origem humilde, buscando conhecer e apropriar-se da língua para assim conduzir seus estudos.



**Figura 2:** Imagem de Charles Michel L’Epee, fundador da primeira escola de surdos.

Fonte: <https://diversidadeemcomunicar.wordpress.com/> [11]

### **1.3) A CONCRETIZAÇÃO DA LÍNGUA DE SINAIS NO BRASIL**

Nas escolas, anteriormente utilizava-se o método da oralização, método este que consistia na repetição de palavras e que era imposto aos deficientes auditivos, estes viam-se obrigados a fazê-lo. Porém muitos não obtiam êxito pelo fato de não ouvirem o que estavam a dizer, preferindo muitas vezes utilizar sinais que compreendiam. Todavia, quando isso ocorria eram punidos com castigos severos. A oralização, como já esperado, não obteve resultados satisfatórios com a maioria dos Surdos, pois quando em contato com outro Surdo, começavam a estabelecer sinais para as palavras e disseminá-las para os demais, mostrando a língua de sinais muito mais eficaz para a comunicação entre surdos.

Devido ao crescimento da população surda e a luta dos mesmos pela obtenção de seus direitos, em 24 de abril de 2002 o presidente da república Fernando Henrique Cardoso, pela lei 10.436 regulamentou no Brasil a Língua de Sinais Brasileira (LIBRAS). De acordo com Veloso:

"Assim a pessoa que aprende LIBRAS, vivencia "estranheza" ou seja, sente como é a maneira de se comunicar sem som, fazendo movimentos no ar com as mãos, acompanhado de expressão facial e corporal, gestuais visuais baseadas no uso das mãos, dos olhos, da boca, enfim, do corpo todo." VELOSO, 2010 (p. 5)

Nesta perspectiva, a Libras é muitas vezes tida com motivos de estranheza, pela maior parte da sociedade que é de ouvintes, portanto, esta língua utiliza-se de diversos recursos como a utilização de expressões faciais. A Língua brasileira de sinais é reconhecida como língua por possuir estrutura e gramática própria entre outras características que intitulam-na como língua, ressalta-se que não é universal, ou seja, a língua de sinais utilizada no Brasil não será a mesma de qualquer outro país, pois os sinais são diferentes.

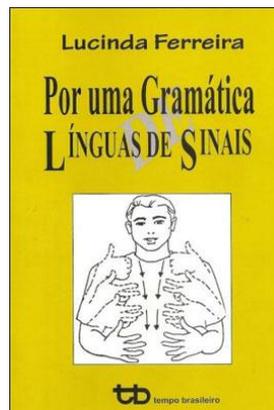
A educação para surdos no Brasil por ser reconhecida a pouco tempo, ainda se tem um pequena taxa de alunos que completam os estudos, como diz VELOSO:

O censo demográfico de 2000 contabilizou 5,75 milhões de pessoas surdas no Brasil, das quais 796.344 com até 24 anos. No censo escolar de 2000 foi divulgada a existência de 50 escolas especiais para

surdos, havia 344 pessoas surdas nas universidades brasileiras, 3% dos surdos concluíram o 2º grau e 0,1% concluíram o curso superior. VELOSO, 2013.

Este quadro não menospreza o surdo, mas sim faz um alerta para o ensino desses sujeitos, uma vez que a língua oficial do Brasil é o Português e a escrita do surdo é de acordo com a estrutura de sua língua e por isso encontra muitas dificuldades nas escolas. Outro fator é a ausência de professores formados na Língua deles, a falta de tradutores e intérpretes nas salas de aula e de atendimento educacional especializado para os mesmos.

Nesta perspectiva, muitos pesquisadores na área de linguagem voltaram suas pesquisas para o "universo" surdo, e publicaram diversas obras a respeito, como: “Por uma Gramática de Língua de Sinais” de Lucinda Ferreira Brito que deu início aos estudos a respeito da língua de sinais e “Língua de Sinais Brasileira: Estudos Linguísticos” escrito pelos autores Ronice Müller de Quadros e Lodenir Becker Karnopp, que contem um estudo mais aprofundado a respeito da estrutura morfossintaxe da língua.



**Figura 3:** Obra que deu início aos estudos da língua de sinais brasileira.

Fonte: <http://www.martinsfontespaulista.com.br/> [12]

Os estudos sobre a língua de sinais vem crescendo e motivando outros pesquisadores que buscam cada vez mais saber sobre esta nova língua e essa comunidade que antes era marginalizada. Faz-se importante destacar que os surdos assim como as demais pessoas da sociedade, possuem seus direitos, especialmente no que diz respeito ao acesso à educação. E para garantir esse direito lutam por seus direitos nas escolas ou qualquer outro ambiente e devem ser respeitados.

Assim como na disciplina português, os surdos ainda encontram dificuldades em outras disciplinas o que muitas vezes os desmotivam a continuar os estudos, assim como a física por se tratar de assuntos mais complexos, porém a dificuldade não vem somente dos assuntos, mas sim das ações metodológicas utilizadas pelos professores para o ensino desses surdos, uma vez que fazem uso do campo visual e gestual.

#### **1.4) CRIAÇÃO DE SINAIS EM LIBRAS: OS PARÂMETROS ESTABELECIDOS PARA A CRIAÇÃO**

Os surdos estabeleceram a comunicação através da criação de sinais. Os sinais constituem a base da língua, possuindo parâmetros próprios. Tais parâmetros são divididos em cinco, são eles: configuração de mãos, pontos de articulação, movimento, orientação, e expressão corporal ou facial, ou seja, cada sinal tem em sua estrutura os parâmetros da língua, portanto para a criação de um sinal leva-se em consideração os aspectos supracitados. Neste sentido, a configuração de mão é a maneira como a mão vai realizar movimento ou podendo até mesmo ser a própria datilologia. Os pontos de articulação delimitam o espaço onde os sinais serão executados podendo ser realizados em um espaço neutro ou tocar em alguma parte do corpo. No movimento, existem sinais que o possuem e outros não, entretanto, movimento consiste na translação da mão dentro do ponto de articulação, orientação consiste na direção para a qual a palma da mão apontará para executar o sinal. Por último, a expressão facial é o marcador dos sinais, o que transmite o sentimento que quer se passar em uma palavra ou frase.

Conhecendo os parâmetros da libras podemos compreender quais as características são analisadas ao criarmos ou fazermos um sinal. Nessa análise os surdos consideram de alta importância a combinação destes cinco elementos para a execução do sinal.

Nesta pesquisa pretende-se criar sinais para determinados assuntos da física que ainda não existem na LIBRAS facilitando assim o aprendizado de alunos surdos, melhorando a praticidade da comunicação em sala de aula e até mesmo para os intérpretes da língua que necessitam de conhecimento dos

termos técnicos para realizarem a transmissão da comunicação de forma clara e compreensível.

### **1.5) COMO SE DÁ A CRIAÇÃO DE SINAIS PELO SUJEITO SURDO NA LÍNGUA.**

Os surdos foram reconhecidos por possuírem uma língua própria, que tem como principal característica o modo visual-espacial, onde, o importante para surdo é o que ele observa em um determinado espaço. A língua de sinais por este motivo é reconhecida por lei e assegura ao indivíduo usuário da língua, todos os direitos como cidadãos, portanto é através de sinais que a língua se torna vigente, tais sinais em libras, equivalem a palavras para o português. Cada sinal é criado levando-se em consideração as características de pessoas, lugares, objetos entre outras coisas. Ao se tratar de sinais de identificação de pessoas, a maioria dos surdos observa o comportamento do indivíduo, seus traços, sinais de nascimento e até mesmo cicatrizes, para que com esta análise feita, o surdo lhe "batiza" com um sinal que será o sua identificação na comunidade surda.

Os sinais criados constituem as frases em libras que possui uma estrutura mais dinâmica, em comparação com o português, não utilizando-se de conectivos e nem conjugações verbais. Neste sentido, para o surdo compreender uma aula, por exemplo, precisam ser respeitados a estrutura de sua língua para que ele adquira o conhecimento de determinado assunto, para isso deve-se explorar o campo visual, como imagens, uso de data shows e vídeos para sua melhor compreensão.

Na física muitos alunos surdos encontram dificuldades pelo fato de os assuntos serem mais abstratos e por possuir diversos termos técnicos que tornam a compreensão falha e que são desconhecidos. Quando isso ocorre os intérpretes recorrem ao uso da datilologia que consiste a soletração da palavra, todavia, este método se torna extenso fazendo com que o profissional não consiga acompanhar a fala do professor, transmitindo a mensagem atrasada e tornando a aula mais extensa. Os conceitos de acústica, foco desta pesquisa, não possuem sinais em libras, por isso o interesse em criar estes sinais junto a comunidade surda, porém primeiramente os mesmos precisam compreender

os conceitos relacionados a acústica para então criarem sinais que deverão ser aceito pelos demais surdos.

Somente o sujeito surdo, usuário da língua pode criar sinais que devem ser validados pela comunidade surda, logo, se um surdo cria um sinal e ele é aceito pela comunidade surda, este torna-se oficial. Na língua existem sinais emergentes, que são sinais muitas vezes criados para a comunicação de pequenos grupos como famílias utilizando-se muitas vezes de mímicas, esses sinais não são oficiais para a libras, pois o número de pessoas que o utiliza são pequenos. Isso ocorre geralmente em famílias de surdos localizadas em interiores que não tem ou não querem ter contato com a libras por alegarem já possuir uma linguagem própria que lhes permite a comunicação.

# Capítulo 2

## ESTRATÉGIAS DE ENSINO

### 2.1) SALA DE AULA

O professor de alunos surdos necessita de habilidades em sua metodologia que facilitarão o processo de aprendizagem em sala de aula, uma vez que está acostumado com alunos ouvintes e sua fala oral. As estratégias de ensino devem ser muito bem elaboradas em um plano de ensino que propiciarão a esse aluno uma aquisição completa de conteúdo, se o mesmo for bem estruturado.

Neste aspecto supracitado, deve-se levar em conta as singularidades da língua de sinais, conhecê-la profundamente para não cair no erro de confundir o aluno ou não ter êxito no conteúdo ministrado. Essa interação entre professor e aluno é imprescindível, daí a importância da fluência na língua ou auxílio do intérprete do conhecimento da vivência do aluno.

Os recursos visuais tornam-se muito importantes nas estratégias de ensino e devem ter uma linguagem clara para o aluno surdo, pois este comparado ao ouvinte, possui um conhecimento de linguagem e de mídias bem mais restrito e o contato com outras línguas bem mais reduzido, ou seja, a escolha de recurso visuais deve ser cautelosa, o que nos afirma o autor:

“Nessa mesma direção é relevante pensar em uma pedagogia que atenda as necessidades dos alunos surdos que se encontram imersos no mundo visual e apreendem, a partir dele, a maior parte das informações para a construção de seu conhecimento. Para os surdos, os conceitos são organizados em língua de sinais, que por ser uma língua visuogestual pode ser comparada a um filme, já que o enunciador transmite por meio de imagens, compondo cenas que exploram a simultaneidade e a consecutividade de eventos”. BROGLIA, et al. 2014

No que diz respeito a fala da autora, temos um interessante estudo da chamada pedagogia visual que fala sobre a semiótica imagética que estuda o campo visual e ajuda a compreender a estrutura das línguas de sinais. Esta

pesquisa seria baseada na importância do campo visual para alunos com surdez, pois através das imagens tem-se resultados mais rápidos de entendimento e compreensão e o uso desse recurso implica em amplas reflexões sobre um mesmo assunto.

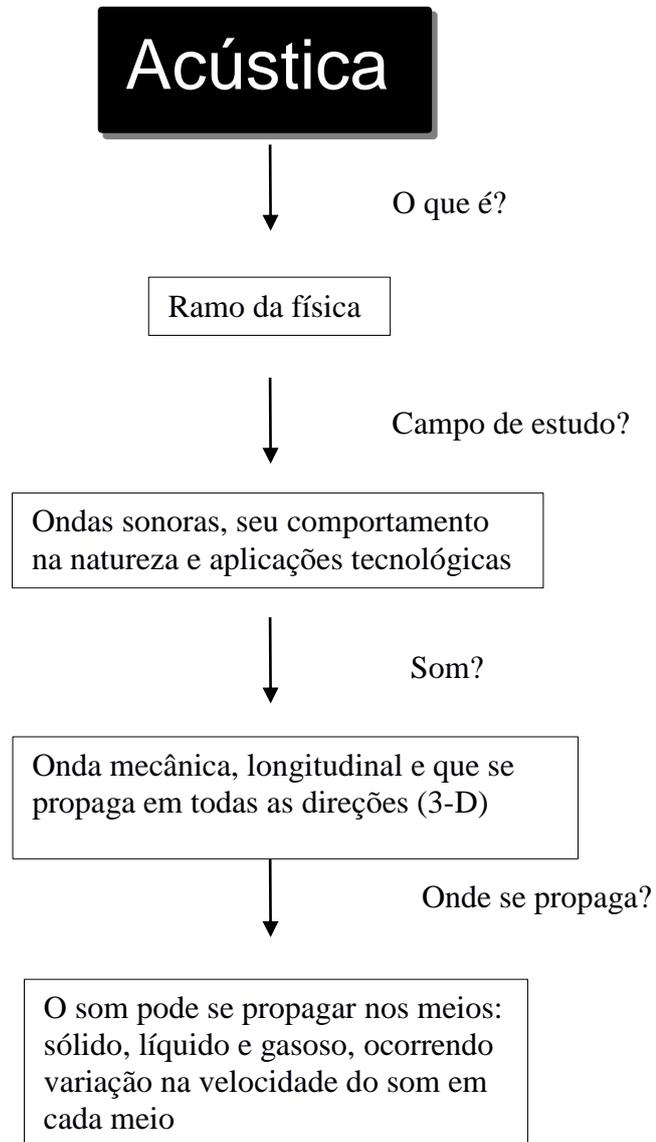
## **2.2) MAPA CONCEITUAL**

Dentre os recursos mais eficazes, temos o chamado mapa conceitual que consiste em uma estratégia onde utiliza-se setas, para se elaborar um esquema onde o aluno terá uma visão mais ampla do assunto que será abordado, sendo muito utilizada por professores em um primeiro contato. Através do mapa, o aluno fará suas inferências e suposições sobre o tema a ser estudado e a imagem fica em sua cabeça.

Joseph Novack foi quem criou o conceito de mapas conceituais, porém, ainda pode-se aprofundar para que essa estratégia seja uma importante ferramenta no ensino de alunos em sala regular, universidade e palestras. Nas escolas, as salas de atendimento educacional especializado são compostas de muitas imagens e recursos multimídia por saberem a importância da semiótica imagética e os professores utilizam-se de diversos recursos como *power point*, flash, animações digitais, aplicativos e filmes legendados para despertar o interesse do aluno referente ao assunto a ser abordado.

O professor que irá trabalhar com alunos com surdez precisa ter conhecimentos de diferentes estratégias e saber como utilizá-las de modo a não confundi-los com muita informação e para que a aula não se torne monótona. O uso do mapa conceitual (figura 4) para uma primeira abordagem do assunto é importante, acrescido dos recursos já citados que captarão a atenção do aluno e farão que o mesmo adentre no assunto através do esquema utilizado pelo professor e assim fazendo com que o mesmo aprenda de forma mais rápida e eficaz.

## Exemplo de mapa conceitual de acústica para surdos



**Figura 4:** Mapa Conceitual

# Capítulo 3

## METODOLOGIA DE ENSINO DE ACÚSTICA PARA SURDOS

### 3.1) ACÚSTICA

O estudo dos sons é tão antigo quanto a curiosidade do homem em entender e apreciar certos sons agradáveis a seus ouvidos, sons esses que por sua vez, possuíam organização, ritmo e melodia, ao que foi denominado como música.

A figura 5 deixa claro que desde o Egito antigo (1350 a.C.) já tínhamos a ideia de música, onde os homens buscaram entender melhor a criação de sons de forma a modernizar e criar formas de geradores de sons que ficaram conhecidos como instrumentos.



**Figura 5:** Egito, coleção Grandes Civilizações do Passado (Ediciones Folio).  
Fonte: <http://www.gradadm.ifsc.usp.br/>. [05]

Na China (270 a.C.), o aprimoramento do conhecimento referente aos sons, foi necessário. Como medida de segurança, o imperador LinLun estabeleceu limites para a altura que o som poderia ser emitido, em pitch (unidade) para não prejudicar os habitantes locais, além de ser o construtor de diversos sinos como mostra a figura 6.



**Figura 6:** Sino desenhado pelo imperador LinLun.  
Fonte: <http://www.gradadm.ifsc.usp.br/>. [05]

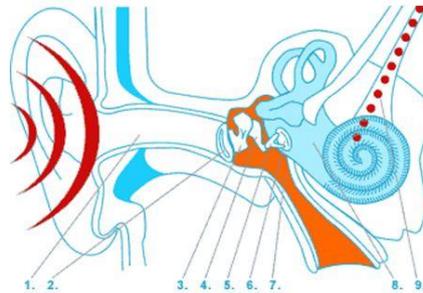
A busca de entender e aprimorar o conhecimento a respeito da natureza das ondas sonoras, originou o ramo da física responsável por tal função, conhecida com acústica.

### **3.2) QUALIDADES FISIOLÓGICAS DO SOM**

Ondas sonoras são, ondas mecânicas, pois se propagam através de meios materiais, como exemplo o ar. Desta forma, quando essas ondas chegam ao tímpano humano devido ao som nele propagado nos possibilita o ato de escutar (figura 7). O tímpano também nos permite diferenciamos ou identificamos os sons recebidos, caracterizando assim o que chamamos de qualidades fisiológicas do som.

# O ouvido humano

1. Canal auditivo
2. Tímpano
3. Martelo
4. Bigorna
5. Estribo
6. Janela oval
7. Tromba de Eustáquio
8. Cóclea
9. Nervos auditivos

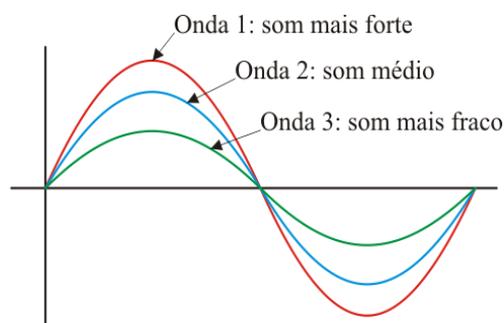


**Figura 7:** Trajetória percorrida pelo som até a interpretação no cérebro.  
Fonte: <http://slideplayer.com.br/> [13]

## 3.2.1) INTENSIDADE SONORA.

Todas as ondas possuem uma característica, denominada de amplitude. No caso das ondas sonoras, amplitude é o que determina a força da onda, para as ditas fracas, o som recebido pelo ouvido possui pequena amplitude; assim como, para onda forte o som percebido terá grande amplitude (figura 8).

Para certas amplitudes elevadas, temos grandes danos a audição, pois com ondas muito fortes, o impacto no tímpano prejudica os ouvidos do receptor, onde intensidades acima de 85 decibéis (unidade referente a intensidade sonora) podem trazer lesões irreversíveis ao ouvido humano. Por esse motivo, em diversos estados foram decretadas leis, que consistem em limitar a intensidade sonora.



**Figura 8:** Classificação de ondas através da sua amplitude (força). Fonte: <http://obaricentrodamente.blogspot.com.br/> [14]

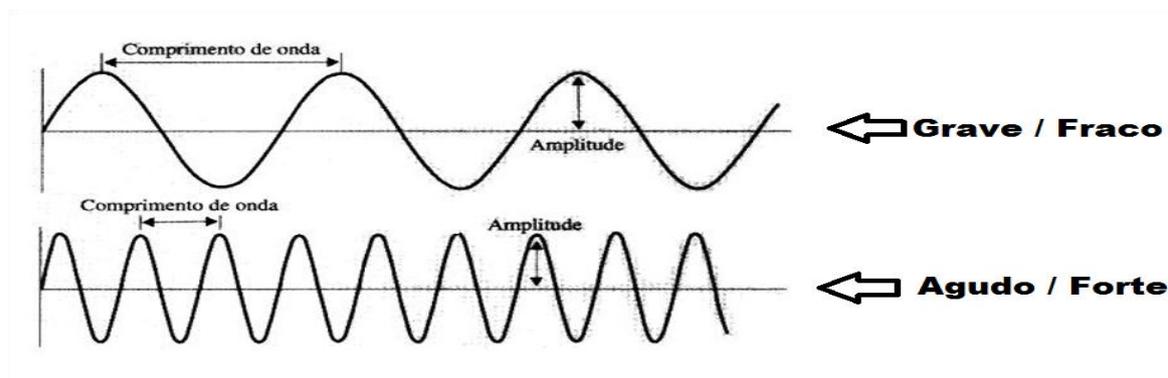
Para melhor entendimento dos alunos, após explicação, foi pedido para eles colocarem as mãos sobre o braço de sua cadeira. Em seguida, as cadeiras foram submetidas a dois choques mecânicos, gerando assim ondas sonoras. O primeiro impacto produziu uma onda fraca e o segundo uma forte, devido a diferença de força aplicada nos dois momentos.

Como os alunos surdos possuem uma sensibilidade maior no tato eles facilmente perceberam a diferença entre os sons fortes e sons fracos.

### 3.2.2) ALTURA

Na natureza existe diversos tipos de sons, dentre eles, temos os classificados como sons graves e sons agudos. A qualidade que permite diferenciá-los é o que chamamos de altura sonora. Incorretamente, no senso comum, as pessoas utilizam altura sonora como sinônimo de intensidade sonora, pois assim que deparadas com sons que causam desconforto auditivo, pensam que o som está alto.

Altura sonora está relacionada com a frequência do som, onde temos que sons com maior frequência são denominados agudos (altos), e os de baixa frequência são graves (baixos). Podemos fazer a distinção entre tais sons apenas analisando a figura 09, pois temos duas ondas, uma considerada fraca e outra forte, onde a onda que possui o maior comprimento de onda é também a mais fraca, analogamente acontece para a onda de menor comprimento de onda.

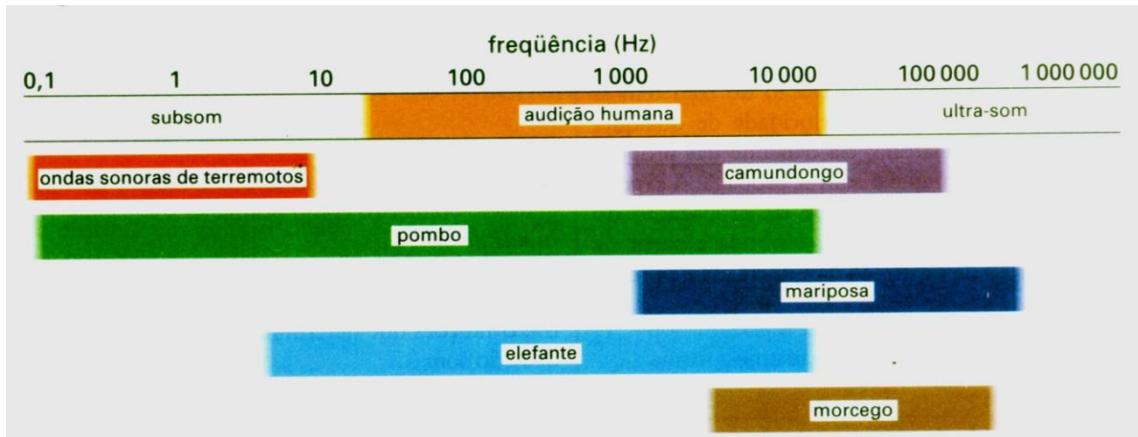


**Figura 9:** Classificação de ondas de acordo com sua frequência.

Fonte: <http://beatrizsousa99.blogspot.com.br/> [15]

Em certos dicionários da língua portuguesa, temos que surdo é todo aquele que não escuta ou escuta pouco, se este conceito for verdadeiro, temos que para determinadas frequências de ondas sonoras, todos os seres humanos

são surdos, pois existe um limiar e um limite de audibilidade para o ouvido (ver figuras 10 e 11).



**Figura 10:** Imagem que mostra a capacidade auditiva de certos animais.  
 Fonte: <http://slideplayer.com.br/> [16]



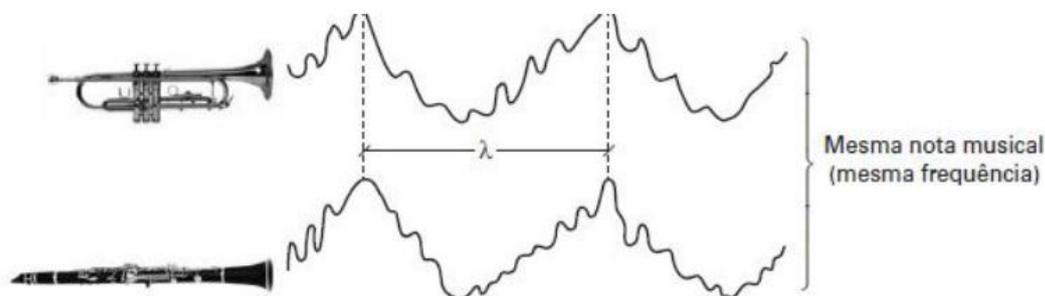
**Figura 11:** Limite específico da audição humana.  
 Fonte: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/> [17]

O entendimento a respeito da altura sonora se complementou, quando, uma vez mais eles utilizaram seu tato como auxílio, o professor pediu aos alunos que tocassem em sua garganta, este por sua vez emitia dois sons de diferentes frequências, inicialmente um som grave e por fim, um som agudo.

### 3.2.3) TIMBRE

O ouvido humano consegue perceber com certa facilidade diversos sons na natureza e diferenciá-las, mesmo quando possuem mesma intensidade e frequência, pois cada onda sonora possui uma forma única (figura 12) que somente a mesma possui, análogo aos sinais que os surdos atribuem as pessoas com base em suas principais características.

Distinguir cada uma das ondas recebidas pelo ouvido se dar devido a capacidade fisiológica denominada timbre.



**Figura 12:** Forma de cada onda emitida, diferença obtida pelo timbre. Fonte: <http://www.jesusadolescente.g12.br>. [18]

O conceito de timbre entregue aos alunos ouvintes, normalmente presente nos livros didáticos, não condiz com a realidade dos alunos surdos. Isso se deve ao fato de que nesses livros o entendimento do que vem a ser timbre é associado como os sons emitidos por instrumentos musicais distintos. Por esse motivo, foi proposto que os alunos colocassem uma das mãos no pescoço do professor, e a outra mão no pescoço do interprete lá presente. Professor e interprete emitiam sons simultaneamente e de aproximadamente de mesma intensidade, fazendo o aluno facilmente notar a diferença entre os timbres de cada um.

### 3.3) PROPRIEDADES DAS ONDAS SONORAS

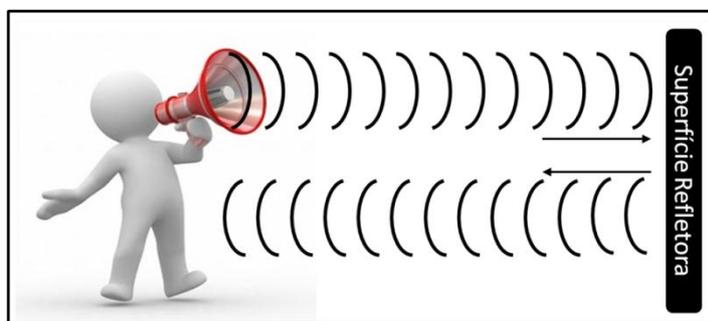
As características de uma onda emitida são originadas da fonte sonora, como velocidade e frequência, entretanto, certos fenômenos ondulatórios podem interferir no estado inicial da onda, como reflexão, refração e difração.

Para o aluno surdo, entender as propriedades das ondas é um desafio ainda maior do que compreender as qualidades fisiológicas, pois tais propriedades não são tão presentes no "universo" dos surdos, diferentemente das qualidades fisiológicas que são perceptíveis por todo o corpo do aluno.

#### 3.3.1) REFLEXÃO

Onda sonora ou não, quando deparada com um obstáculo fixo (uma parede), que impeça o estado natural de sua propagação, ocorre o fenômeno

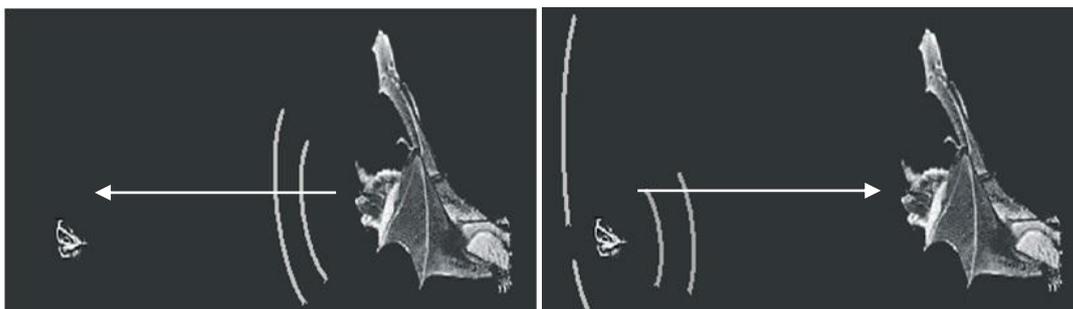
conhecido como reflexão, onde a onda emitida retorna em direção a fonte sonora tendo a inversão em sua fase (figura 13).



**Figura 13:** Onda sonora emitida pelo megafone e refletida para o mesmo.

Fonte: <http://andre-godinho-cfq-8a.blogspot.com.br/> [19]

Para que os alunos fixassem a idéia de reflexão, foi utilizado o power point com recurso visual, onde se têm o morcego, animal que naturalmente utiliza a reflexão do som com forma de sobrevivência. Fazendo o aluno acompanhar o percurso da onda emitida pelo morcego.



**Figura 14:** Reflexão natural gerada pelo morcego.

Fonte: <https://deltateta.wordpress.com> [20]

### 3.3.2) REFRAÇÃO

O fenômeno ondulatório chamado de refração é caracterizado no momento em que quaisquer tipo de onda, passa de um meio material para outro diferente (ver figura 15), tendo perturbações no estado natural da onda, como velocidade, sentido de propagação e no comprimento de onda.

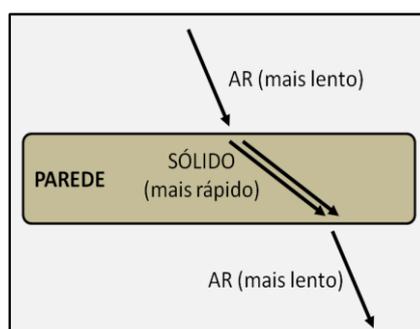
Para a onda sonora, ocorre um aumento de velocidade diretamente proporcional com a densidade do meio (sólido, líquido ou gasoso) como mostra a figura 14, logo, a maior velocidade obtida pelo som é através dos sólidos,

pois o som se propaga através das vibrações moleculares, logo, o meio que possui maior coesão molecular são os sólidos (ver figura 14) .

MEIO DE PROPAGAÇÃO	VELOCIDADE DO SOM (Km/h)
AR	12348
HÉLIO	34992
ÁGUA	5328
MERCÚRIO	5220
BORRACHA	194,4
CHUMBO	4680
OURO	11664
AÇO	21384
DIAMANTE	43200

**Figura 15:** Diferença de velocidade entre as velocidades de propagação em cada meio.

Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/> [21]



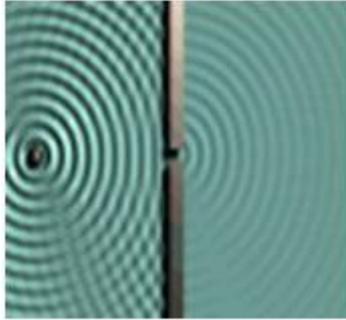
**Figura 16:** Mudança de direção e velocidade que ocorre devido a refração.

Fonte: <http://andre-godinho-cfq-8a.blogspot.com.br/> [22].

Não se teve recursos didáticos necessários para trazer o conceito de acústica para o "universo" surdo, só se pôde mostrar a onda sonora passando de um meio para outro e afirmando aos alunos que ocorria algumas mudanças na onda incidente para onda refratada.

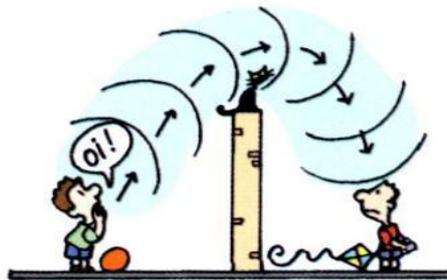
### 3.3.3) DIFRAÇÃO

A tendência da onda em contornar obstáculos que se encontra no caminho de sua propagação original (ver figuras 16 e 17) é denominado de difração, devida a este fenômeno por exemplo que se pode haver comunicação entre pessoas que estão dentro e fora das residências



**Figura 17:** Ondas mistas em um fluido que atravessam a abertura da superfície sólida, análogo com o som.

Fonte: <http://pt.slideshare.net/> [23]



**Figura 18:** Crianças estabelecendo comunicação.

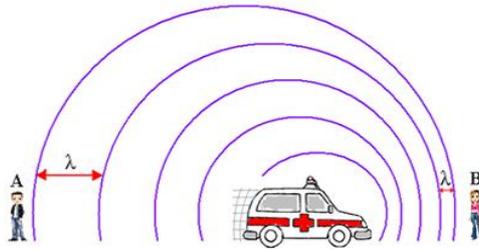
Fonte: <http://ec2-107-21-65-169.compute-1.amazonaws.com/>. [24]

Para que os alunos vivenciassem a idéia de timbre, professor retirou-se da sala deixando a porta pouco aberta, de onde estava o comunicava-se com o interprete que ainda estava em sala com os alunos, pedindo para o interprete chamá-los pelo sinal de cada um.

### 3.3.4) EFEITO DOPPLER

É o fenômeno onde o observador recebe a onda com uma frequência diferente daquela realmente emitida pela fonte sonora (ver figura 18). A diferença na frequência se dar em dois momentos, quando o observador se aproxima da fonte e quando se fasta da mesma.

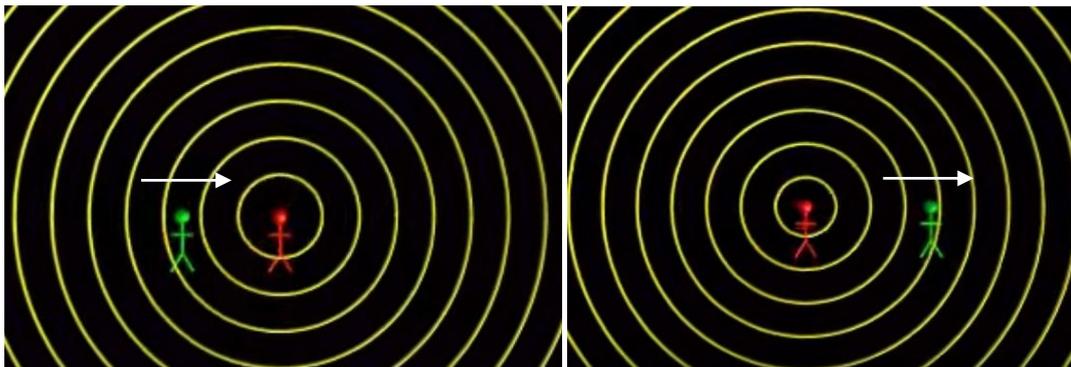
Ao ocorrer a aproximação entre receptor e fonte, o receptor se depara com uma frequência maior (som mais agudo) do que a realmente emitida, por sua vez, quando tem-se o afastamento entre os mesmos, a frequência diminui (somo mais grave) tomando como referencial a frequência de origem, essas "falsas" frequências são conhecidas como frequências aparentes.



**Figura 19:** Fonte sonora gerando efeito Doppler para dois observadores em diferentes posições.

Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/> [25]

Para o entendimento a respeito do efeito Doppler ser completo, uma vez mais utilizou-se o recurso do power point, onde foi mostrado para os alunos uma animação, que consiste na percepção do observador em dois momentos, inicialmente ele se aproxima da fonte sonora e por fim se afastando. Foi proposto aos alunos, que fizessem uma contagem de quantas frentes de onda o observador em movimento recebia da fonte. O alunos, então, notaram que o número de frentes de onda que o observador em movimento media aumentava quando ele se aproximava da fonte (aumento da frequência) e diminuía quando se afastava da mesma (diminuição da frequência).



**Figura 20:** Efeito Doppler em dois momentos diferentes.

Fonte: <http://web.ncf.ca/> [26]

# Capítulo 4

## CRIAÇÃO DE SINAIS PARA ACÚSTICA

### 4.1) Questionário de auxílio

Para melhor entender as dificuldades demonstradas pelos alunos surdos, utilizou-se um questionário para avaliar o aprendizado, maiores dificuldades e metodologia utilizada pelo professor dentro e fora de sala de aula.

Como campo de pesquisa, foi utilizada a escola Santa Madre, onde tradutores e alunos foram postos a disposição da pesquisa, tal como toda a estrutura necessária para a realização da mesma.

Uma aula foi ministrada especificando todos os conceitos básicos necessários para compreender o comportamento das ondas sonoras no cotidiano, sempre trazendo exemplos que podem ser relacionadas com a vida e sensações sentidas pelos alunos.

#### Questionário de ensino



Nome:

#### Questionário sobre aprendizado de acústica

1) Você encontra dificuldades na disciplina Física?

( ) Sim, pois a disciplina apresenta um grau de dificuldade elevado.

( ) Não, todos os conceitos são entendidos plenamente.

( ) Sim, pois o professor não se esforça para dar uma aula adaptada para alunos surdos.

( ) Não, pois o professor ministra a aula que atende todos os alunos da mesma maneira.

2) Você consegue relacionar física com seu cotidiano?

( ) Sim, pois é o professor sempre relaciona a física com nosso dia a dia.

( ) Não, pois é uma disciplina muito abstrata.

3) Você conseguiu entender o conceito de acústica?

Sim                     Não                     Parcialmente

4) Você sentiu dificuldades devido à ausência de certos sinais?

Sim                     Não                     Parcialmente

5) O auxílio de experimentos ajudaria seu entendimento?

Sim                     Não                     Parcialmente

6) Você acha que a criação de sinais, escolhidos por você, próprios de sua classe ajudaria seu entendimento

Sim, pois a datilografia não é suficiente por ser lenta em relação a fala do professor.

Não, pois a datilografia é o suficiente para obter completo entendimento referente ao assunto.

7) Você conseguiu entender todos os conceitos físicos que envolve acústica apenas como o auxílio das imagens projetadas e exemplos dados?

Sim                     Não                     Parcialmente



### Gráfico representativo



Figura 21: Gráfico sobre o questionário.

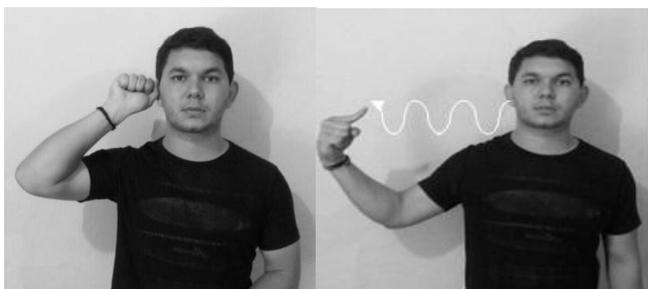
O índice de alunos, que concordam que a criação de sinais para certos conceitos ajudaria muito no seu aprendizado é unânime, pois todos têm ciência

que proporciona maior dinamização em aula, sem atraso de conteúdo quando comparado com os alunos ouvintes.

Com este artifício didático e com auxílio de intérprete, os professores terão mais liberdade para tratar dos assuntos, pois não terá que distinguir seus alunos em sala.

## 4.2) Sinais criados por alunos

Acústica:



Som forte:



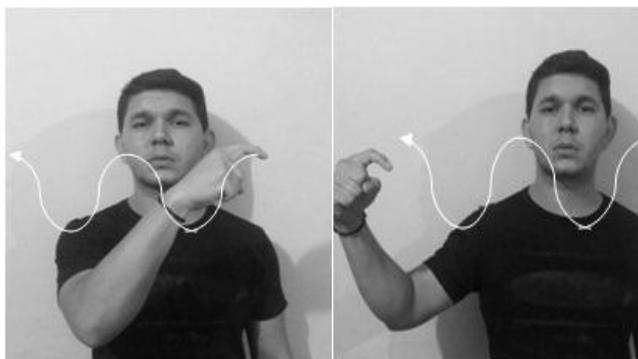
Som fraco:



Som agudo:



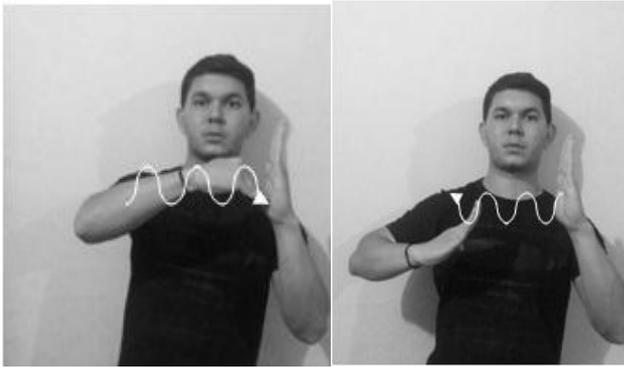
Som grave:



Timbre:



Reflexão:



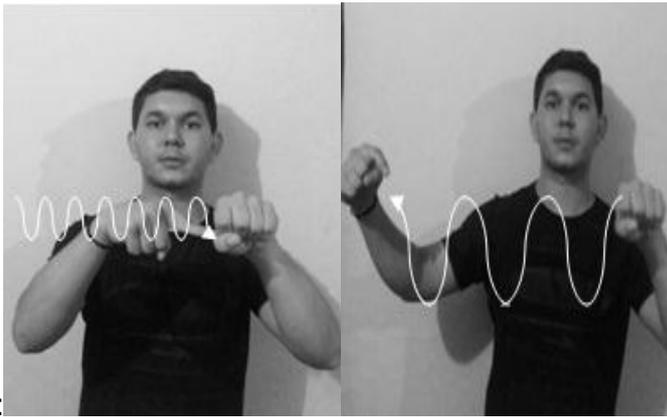
Refração:



Difração:



## Efeito Doppler



## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Os estudos acerca da língua de sinais vai além da LIBRAS propriamente dita, os surdos desejam um espaço na educação, como é de direito. Aprender física na sua própria língua faz com que os alunos sintam-se mais confiantes e seu aprendizado mais dinâmico.

Alunos com surdez demonstram certa insatisfação com a forma de ensino nas salas de aulas ditas regulares, com a falta de conhecimento e estratégias dos professores a respeito de LIBRAS, logo, ocasionando o afastamento e o desinteresse dos alunos surdos com as disciplinas escolares.

Os conceitos de acústica tornaram-se mais claros quando alguns sinais foram criados, pois os alunos aprenderão através da sua própria língua, proporcionando maior interesse dos estudantes.

Em diversas áreas da física existe a carências de sinais específicos, logo tal pesquisa é o precursor de muitas outras, relacionando cada vez a física com a LIBRAS.

## REFERÊNCIAS

- [01] CHARLES, Diones. **acústica. 2015**
- [02] VELOSO, Éden; MAIA, Valdeci. **Aprenda libras com eficiência e rapidez.** Curitiba: Mão sinais 2010
- [03] SOUZA JÚNIOR, José. **Perspectiva de toponímia por sinais.** Brasília/Df 2012
- [04] LACERDA, Cristina; SANTOS, Lara; CAETANO, Juliana. **Estratégias metodológicas para o ensino de alunos surdos.** 2014
- [05] DONOSO, José. **História da acústica [200-]**
- [06] QUADROS, Ronice; KARNOPP, Lodenir. **Língua de sinais brasileira estudo linguístico. 2004**
- [07] LEITE, Marlene. **A questão da raça e da diferença. 2014**
- [08] LACERDA, Cristina; SANTOS, Lara. **Tenho um aluno surdo, e agora?. 2013**
- [09] PAULG. HEWITT **Fundamentos de física conceitual. 2011**
- [10] OLIVEIRA, Laralis; SILVA, Gisele. **História da educação de surdos. 2014**
- [11] Diversidade em comunicar, Google. Disponível em: <<https://diversidadeemcomunicar.wordpress.com/2013/08/06/um-pouco-da-historia-da-lingua-de-sinais-no-mundo-e-no-brasil/>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016
- [12] martinsfontespaulista.com.br. Disponível em: <<http://www.martinsfontespaulista.com.br/por-uma-gramatica-de-linguas-de-sinais-391188.aspx/p>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016
- [13] Slideplayer. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/282185/>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016
- [14] O baricentro da mente. Disponível em: <<http://obaricentrodamente.blogspot.com.br/2014/02/qualidades-do-som.html>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016
- [15] O meu blog-ciências físico-químicas. Disponível em: <<http://beatrizsousa99.blogspot.com.br/2013/03/o-que-sao-ondas-ah-espera-isso-eu-sei.html>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016
- [16] Nunes, renato. **Acústica**. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/352681/>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016
- [17] Os fundamentos da física. Disponível em: <[http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/12/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas\\_10.html](http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/12/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_10.html)>. Acesso em 14 de dezembro de 2016
- [18] COLÉGIO JESUS ADOSLECENTE. Disponível em: <http://www.jesusadolescente.g12.br/docenteArtigos/84/9%C2%BA-ano>
- [19] Blog de físico-química do André. Disponível em: <<http://andre-godinho-cfq-8a.blogspot.com.br/2013/06/fenomenos-do-som.html>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016
- [20] Delta teta- física explícita. Disponível em: <<https://deltateta.wordpress.com/2008/02/15/a-reflexao-de-ondas/>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016

[21] Brasil Escola. Disponível em: < <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/ondas-sonoras.htm>> Acesso em 15 de dezembro de 2016

[22] Blog de físico-química do André. Disponível em: <<http://andre-godinho-cfq-8a.blogspot.com.br/2013/06/fenomenos-do-som.html>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016

[23] SlideShare. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/exata/ondulatória-10036484>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016

[24] ebah. Disponível em: <<http://ec2-107-21-65-169.compute-1.amazonaws.com/content/ABAAAg2H4AK/ondas>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016

[25] Alunos online. Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/fisica/efeito-doppler.html>>. Acesso em 14 de dezembro de 2016

[26] PELLETIER, Yves. **Physics animations**. Disponível em: < <http://web.ncf.ca/ch865/englishdescr/main.html>> Acesso em 14 de dezembro de 2016

NOMEAÇÃO DE LUGARES NA LÍNGUA DE SINAIS BRASILEIRA. UMA PERSPECTIVA DE TOPONÍMIA POR SINAIS Brasília/DF 2012