

Universidade Federal do Rio de Janeiro



Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza

**Instituto de Física**

**AS DIFICULDADES DO ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS:  
PROPOSTA DE ENSINO DE ONDAS SONORAS  
NUMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA**

GABRIEL DA CRUZ FERREIRA

Monografia de conclusão de curso

12/2016

**GABRIEL DA CRUZ FERREIRA**

**AS DIFICULDADES DO ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS:  
PROPOSTA DE ENSINO DE ONDAS SONORAS  
NUMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA**

Monografia de final do curso apresentada no Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ como requisito para obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Roberto Affonso Pimentel Junior  
Titulação: Doutor em História da Ciência

Rio de Janeiro, dezembro de 2016

**GABRIEL DA CRUZ FERREIRA**

**AS DIFICULDADES DO ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS:  
PROPOSTA DE ENSINO DE ONDAS SONORAS NUMA  
ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA**

Monografia de final do curso apresentada no  
Curso de Licenciatura em Física da UFRJ como  
requisito para obtenção do grau de Licenciado  
em Física.

Aprovada em .... de ..... de .....

**BANCA EXAMINADORA**

---

Roberto Affonso Pimentel Junior (Orientador)  
(Doutor em História da Ciência)

---

Prof. Hélio Salim de Amorim  
(Doutor em Geologia)

---

Prof. Marcos Binderly Gaspar  
(Mestre em Física)

---

Prof. Hugo Henrique de Abreu Pinto  
(Mestre em Ensino de Física)

Rio de Janeiro, dezembro de 2016

# Agradecimentos

Seria impossível aqui agradecer a todos que me ajudaram a percorrer esta árdua missão de concluir o Curso de Licenciatura em Física. Cada contribuição de colegas, amigos e professores dentro e fora da universidade ao longo desses anos foram primordiais para a minha formação e compreensão como pessoa, ao que eu hoje considero ser a ciência.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer especialmente à minha família Eliana e Bernardo, pelo constante suporte e confiança em todos os momentos críticos na tentativa de conciliar trabalho, provas e viagens e também de maneira um pouco mais distante, ao meu pai Ederval.

Aos colegas de curso e professores da UFRJ que no início do curso não me deixaram desistir desse sonho de me formar em uma universidade federal, compartilhando as dificuldades após longos dias de trabalho.

De maneira especial agradeço à minha namorada Lays, componente esta essencial no suporte emocional durante o intercâmbio, como também pelo companheirismo e incentivo nas madrugadas de estudo. Além da compreensão nos momentos aos quais tive que me dedicar à física.

Quero deixar registrado meu agradecimento aos quais foram minha segunda família durante dois anos em Coimbra, em especial aos colegas do Programa de Licenciaturas Internacionais (PLI) por me mostrarem que o mundo é muito mais além das barreiras que criamos em nossa mente, como também é muito mais fácil seguir em frente com apoio de colegas. Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da bolsa de estudos do PLI durante os 2 melhores anos já vividos, como também aos professores e coordenadores do projeto na Universidade de Coimbra e UFRJ por terem me ajudado na escolha do meu futuro.

Aos amigos que fiz ao longo da vida que hoje levo comigo presente de forma inestimável.

Agradeço a todas as pessoas dispostas a me ajudar a construir conhecimento para a realização deste trabalho, em especial aos funcionários e docentes do Instituto Nacional de Educação de Surdos.

Em último, porém não menos importante, aos colegas licenciandos do Colégio de Aplicação da UFRJ e ao Professor Roberto Pimentel, que além de orientador, se tornou inspiração pela dedicação que tem ao ensino de física e que tanto me fez aprender sobre o que é realmente ensinar.

À essa força que permeia todo o universo e transcende a compreensão do homem.

*O conhecimento nos faz responsáveis.*

***Che Guevara***

# Resumo

Este trabalho tem como principal objetivo informar, discutir e propor soluções para as fragilidades do ensino de física para surdos, fazendo uso de recursos audiovisuais e propondo uma metodologia de ensino baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, além de sugerir um roteiro de aula para introdução de conceitos de física relativos a ondas mecânicas, especificamente ondas sonoras como fator motivador.

A estrutura desse trabalho é essencialmente dividida em: ***Breve história da surdez***, onde são enfatizadas as lutas dos surdos ao longo dos séculos por direitos, algo primordial na compreensão da formação e complexidade de sua comunidade e métodos de ensino-aprendizagem; ***Fundamentação teórica***, onde desenvolve-se o raciocínio e física relacionadas para a transmissão do conteúdo a estes alunos, como também informações sobre o ouvido humano; ***Metodologias de ensino***, onde se propõe explicitar o método de ensino a ser utilizado e a intervenção pedagógica a ser aplicada; ***Considerações finais***, onde a proposta é concatenar as informações e avaliar a execução deste trabalho.

**Palavras-chave:** História, Surdez, Ensino de Física, Ondas Sonoras, Surdos, LIBRAS.

# Abstract

The main objective of this work is to inform, discuss and propose solutions to the frailty of physics education for deaf students, making use of audiovisual resources and proposing a teaching methodology based on David Ausubel theory of meaningful learning, as well as suggesting a classroom script For the introduction of physics concepts related to mechanical waves, specifically sound waves as a motivating factor.

The structure of this work is essentially divided into: ***Brief history of deafness***, where the struggles of the deaf over the centuries for rights are emphasized, something primordial in the understanding of the formation and complexity of their community and teaching-learning methods; ***Theoretical basis***, Where it develops the reasoning and related physics for the transmission of the knowledge to these students, as well as information about the human ear; ***Teaching methodologies***, where it is proposed to explain the teaching method to be used and the pedagogical intervention to be applied; ***Conclusions***, where the proposal is to concatenate the information and evaluate the execution of this work..

**Key words:** History, Deafness, Physics Teaching, Soundwaves, Deaf, LIBRAS

# Lista de figuras

Figura 1 – Representação de ondas sonoras emitidas por diferentes fontes

Figura 2 – Regiões de máximo e mínimo de uma onda sonora

Figura 3 – Aspectos de uma onda sonora

Figura 4 – Limiar da audição e da dor em função da frequência e intensidade sonora

Figura 5 – Simulação de uma onda mecânica com parâmetros ajustáveis no Phet

Figura 6 – Representação da intensidade sonora da queda livre na vertical de duas moedas sobre mesa plana dada uma certa altura  $h$ , sem velocidade inicial

Figura 7 – Representação do ouvido externo, médio e interno

Figura 8 – Membrana basilar e cóclea em associação com variação da frequência

Figura 9 – Captação de ondas sonoras geradas da queda livre na vertical de três moedas sobre mesa plana

Figura 10 – Simulação do programa Séries de Fourier: Fazendo Ondas, Phet

Figura 11 – Simulação do programa Séries de Fourier: Fazendo Ondas, Phet (formulário matemático)

Figura 12 – Jogo de ajuste de funções da simulação do programa Séries de Fourier: Fazendo Ondas, Phet



## Lista de abreviaturas e siglas

<b>UFRJ</b>	-	Universidade Federal do <b>R</b> io de <b>J</b> aneiro
<b>MEC</b>	-	<b>M</b> inistério da <b>E</b> ducação
<b>SECADI</b>	-	Secretaria de <b>E</b> ducação <b>C</b> ontinuada, <b>A</b> lfabetização, <b>D</b> iversidade e <b>I</b> nclu- são
<b>DPEE</b>	-	<b>D</b> iretoria de <b>P</b> olítica de <b>E</b> ducação <b>E</b> special
<b>IBGE</b>	-	<b>I</b> nstituto <b>B</b> rasileiro de <b>G</b> eografia e <b>E</b> statística
<b>INES</b>	-	<b>I</b> nstituto Nacional de <b>E</b> ducação de <b>S</b> urdos
<b>LIBRAS</b>	-	<b>L</b> íngua <b>B</b> rasileira de <b>S</b> inais
<b>TAS</b>	-	<b>T</b> eoría de <b>A</b> prendizagem <b>S</b> ignificativa
<b>Phet</b>	-	<b>E</b> ducational <b>T</b> echnology in <b>P</b> hysics

# Sumário

<b>Introdução.....</b>	<b>11</b>
<b>1 Breve história da surdez.....</b>	<b>13</b>
1.1.1 <i>Oposição à língua de sinais .....</i>	16
1.1.2 <i>Congresso de Milão .....</i>	17
1.1.3 <i>Breve história da surdez no Brasil.....</i>	19
1.2 <i>Direito de inclusão .....</i>	20
1.3 <i>Educação inclusiva .....</i>	21
<b>2 Fundamentação teórica .....</b>	<b>23</b>
2.1 <i>O que é som? .....</i>	23
2.2 <i>Ouvido humano e a física relacionada .....</i>	29
2.3 <i>Tipos de surdez .....</i>	31
<b>3 Metodologias de ensino.....</b>	<b>33</b>
3.1 <i>Uso de recursos audiovisuais no ensino de física.....</i>	35
3.2. <i>Estudo de casos .....</i>	37
3.2.1. <i>Caso 1 .....</i>	37
3.2.2 <i>Caso 2 .....</i>	38
3.3 <i>Dificuldades de sinais no ensino de física.....</i>	40
3.4 <i>Proposta de desenvolvimento de aula .....</i>	43
<b>4 Considerações finais .....</b>	<b>45</b>
<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>47</b>

# Introdução

O desenvolvimento deste trabalho se baseou na preocupação com o ensino de física, mais especificamente com o ensino de física para surdos, e na carência de debate sobre as dificuldades encontradas no dia-a-dia desses alunos e profissionais. A motivação para abordagem do tema foi pensar em como um surdo poderia fazer a percepção do som no cotidiano e como essa interpretação poderia contribuir para o desenvolvimento de temas correlacionados em sala de aula, em suma, elucidar traduções simples do sonoro para o visual a fim de compreender conceitos físicos. Entretanto, diversas outras vertentes se tornaram igualmente importantes durante o desenvolvimento do trabalho, fazendo com que, ao final, parte do objetivo deste trabalho também fosse problematizar uma discussão sobre as fragilidades desse processo de ensino-aprendizagem, que muitas vezes não é levada em consideração.

Na utilização da palavra surdos<sup>1</sup>, não há intenção de especificar qualquer nível de surdez ou fazer qualquer diferenciação entre pessoas com alguma deficiência auditiva e surdos severos. Sendo assim, o termo “surdo” quando usado ao longo deste trabalho se referirá, pragmaticamente, a qualquer pessoa que porventura participe das problemáticas que serão abordadas. O uso da terminologia (a palavra “surdo”) de forma mais generalizada se justifica por não ser estritamente necessário que uma pessoa que enfrenta as dificuldades deste ensino seja surda num grau profundo ou severo. A palavra está sendo utilizada como prevenção da identidade imposta pelos próprios surdos e preferência por parte dos mesmos, pois grande parte da comunidade não se identifica bem com a terminologia “deficiente auditivo” ou “portadores de necessidades especiais”, tal como observado nas pesquisas de campo.

Uma das grandes dificuldades para a execução deste trabalho de conclusão de curso foi a escassez de pesquisas e trabalhos feitos acerca do ensino para surdos, especificamente no ensino de física para surdos. Uma das poucas referências encontradas nesse sentido foi a dissertação de mestrado de José Bernardo Menescal Conde (UFRJ, 2011), na qual o autor também propõe discussões diferenciadas sobre movimentos oscilatórios no ensino de física para surdos. Apesar de nossos trabalhos focarem em questões similares, as propostas possuem enfoques e problemáticas diferentes: diferentemente da abordagem de aprendizagem por investigação utilizada na dissertação do José Bernardo, trabalharemos com a Teoria de Aprendizagem Significativa

---

<sup>1</sup> Embora utilize a terminologia surdo de forma mais ampla, nos dados e pesquisas mostrados ao longo deste trabalho o MEC define oficialmente surdez como perda auditiva acima de 71 dB, aferida por audiograma nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 3000 Hz.

neste trabalho, dentre outras. Busca-se também relatar parte da história da surdez, ensino inclusivo e compreensão da comunidade surda.

Entre os anos de 2007 e 2010 verifica-se um grande aumento no total de matrículas de alunos surdos ou com deficiência auditiva em escolas pública e privadas a nível nacional, cerca de 224% de acordo com a Nota Técnica nº 65 do MEC/SECADI/DPEE publicada em 2012. De acordo também com o Censo Demográfico do IBGE/2010 há aproximadamente 45,6 milhões de pessoas que se declaravam portadores de alguma deficiência no Brasil, sendo 9.717.318 milhões portadores de deficiência auditiva, dados estes que incentivam de forma positiva uma abordagem mais problematizada do tema, visto que na prática de formação docente não há uma preparação para lidar com o ensino de alunos com deficiências.

# 1 Breve História da Surdez

*“Os limites da minha linguagem  
denotam os limites do meu mundo”*

*Wittgenstein, Ludwig*

A comunicação dos portadores de deficiência auditiva – entre si e em relação à sociedade envolvente - sofre uma constante modificação ao longo dos anos e durante muito tempo os surdos sofreram discriminação por parte da sociedade devido a não possuírem a língua falada. Passaram-se séculos até se formar a noção de surdez que hoje temos difundida ao redor do mundo.

O termo *surdo*, etimologicamente, possui origem no latim (*surdus*), designando o “homem que não escuta”, e também no grego (*kophós*), significando o “O homem que não é entendido”. Essas definições fizeram-se muito presentes na história da surdez na Antiguidade, onde aparentemente a língua (ou a ausência dela) delimitava os espaços e interações sociais que um deficiente auditivo poderia ter.

No Egito, ao que se tem relatos é que os surdos eram temidos e respeitados por serem diferentes da sociedade como um todo, sendo vistos como mediadores entre os deuses e os faraós.

Na Antiguidade, a realidade dos surdos era bem diferente da atual: os surdos eram considerados animais, incapazes de possuírem inteligência. A fala era o meio de manifestação da inteligência, ferramenta esta que os surdos não possuíam, pois não havia nenhuma intenção de educação a estas pessoas. Os sinais com os quais os surdos tentavam se comunicar eram vistos como gestos primitivos, assim essa concepção criada gerou grandes problemas de socialização, de forma que era compreendido que quem não ouvia e não falava consequentemente não pensava.

Segundo Guarinello (2007, p.19), Aristóteles (385-323 a.C.) “difundia que as pessoas surdas não podiam expressar nenhuma palavra e que a audição era o canal mais importante para o aprendizado e para atingir a consciência humana, sendo assim os surdos não eram treináveis” (apud SABANAI, 2007). Sendo assim, para os romanos, os surdos eram vistos como incapazes e por esse motivo eram excluídos e vetados dos direitos de casar, liderar cargos de poder e herdar heranças, além do fato de que na visão da Igreja Católica eram tidos como homens sem fé e sem salvação, visto que aos mesmos não poderiam ser ensinados as doutrinas religiosas e,

portanto, eles não poderiam praticá-las, reafirmando assim a incapacidade e exclusão dos surdos.

A vida de um surdo era demarcada pelas concepções que a sociedade possuía, acrescida de todos os problemas acarretados pela surdez, como a falta de comunicação com os ouvintes ou com os outros surdos e o descaso feito pela sociedade. A falta de uma estrutura consolidada de comunicação fazia toda a diferença, podendo-se assim dizer que a comunicação entre surdos era considerada precária, mesmo através de mímicas e gestos, sem contar ainda que pela exclusão que os deficientes auditivos viviam, impostos pela sociedade, muitos deles não desenvolviam um conjunto de regras e a etiqueta para conviver socialmente; eles eram, de fato, inferiorizados.

A realidade começou a mudar apenas no século XVI, quando a inquietação de uma família de nobres na Espanha fez com que seus filhos surdos fossem educados por Pedro Ponce de León (1520-1584), um monge beneditino. Ponce de León estabeleceu um ambiente para ensino de surdos em Onã, Burgos, desenvolvendo assim um alfabeto manual que permitia soletrar cada letra e assim formar palavras. Esse é o primeiro esboço da criação da língua de sinais.

A partir desse momento, outras pessoas se engajam na tentativa de ensinar e, mais que isso, educar surdos. Dentre eles, destacam-se Juan Pablo Bonet (1573–1633), Johann Conrad Amman (1669–1724) e John Wallis (1616–1703). Bonet, em 1620, fazia uso do alfabeto manual para ensinar a leitura e a língua de sinais para ensinar a gramática. Amman, médico suíço, utilizava sinais para tentar fazer com que os surdos falassem, embora achasse que os surdos eram bênçãos de Deus, pois não possuíam fala. Ele considerava que os sinais poderiam atrapalhar a construção léxica do pensamento e assim, da fala. Wallis estudou por muitos anos a surdez, entretanto relata um certo desapontamento e desânimo na tentativa de fazer os surdos falarem. Ele utilizava o método da língua de sinais e na Inglaterra é considerado o fundador do oralismo<sup>2</sup>.

Diante da agitação acerca da temática de educação e socialização dos surdos, combinada com fortes mudanças políticas na Europa, iniciou-se então no início do século XVII, uma difusão e debate sobre a educação.

Em 1760, um religioso francês residente em Paris, Charles Michel de L'Épée (1712-1789), iniciou seus estudos em Direito, mas pouco tempo depois foi designado para governar uma abadia e acabou dedicando-se a educar surdos. Michel de L'Épée não conseguia conceber a

---

<sup>2</sup> Oralismo é um método de ensino para surdos, no qual se defende que a maneira mais eficaz de ensinar o surdo é através da língua oral, ou falada.

ideia de que as almas dos surdos (na época intitulados surdos-mudos) iriam viver e morrer sendo privadas do catecismo e da Palavra de Deus. L'Épée acreditava então que os surdos poderiam possuir a capacidade de se comunicar e aprender uma língua e, sendo assim, estariam aptos a praticar os ensinamentos da Igreja, deixando de ser pecadores. No seu abrigo, L'Épée fazia uso de sinais gestuais trazidos pelos surdos de suas próprias linguagens (desenvolvida para uma comunicação extremamente básica) quando ingressavam nas aulas ministradas. Com esse contato, acabou por criar um sistema metódico embasado na modificação e adaptação dos sinais gestuais originais trazidos pelos surdos, mantendo-se de acordo com a estrutura léxica da língua francesa e importando alguma gramática. Estes sinais ficaram conhecidos como os “sinais metódicos”. Essa metodologia bem formada facilitou consideravelmente ensinar a escrita, leitura e possivelmente a fala, de forma a respeitar a sintática do idioma vigente, no caso francês. Outro fator que mais tarde fincou o bom funcionamento do método era a presença de um intérprete de língua de sinais no ambiente de ensino, fato este considerado inédito na época. Oliver Sacks resume:

O sistema metódico de L'Épée – uma combinação da língua de sinais nativa com gramática francesa traduzida em sinais – permitia aos alunos surdos escrever o que era dito por meio de um intérprete que se comunicava por sinais, um método tão bem sucedido que, pela primeira vez, permitiu que alunos surdos comuns lessem e escrevessem em francês e, assim, adquirissem educação. (SACKS.O, 1998)

Devido à grandiosidade e funcionalidade do sistema, passou-se a designar o local de estudos não mais apenas como um abrigo, mas sim uma instituição, que futuramente viria a chamar-se de Instituto Nacional de Surdos-Mudos<sup>3</sup> em Paris. L'Épée conseguiu transmitir não apenas os ensinamentos religiosos como também conhecimentos que compunham uma grade curricular normal, como álgebra, latim, geografia, artes etc. A instituição era composta por alunos surdos oralizados e não oralizados, professores surdos e ouvintes e seguidores dos ideais pedagógicos de L'Épée. Um dos pilares principais que se manteve foi a educação de surdos das baixas camadas sociais que não tinham condições de serem inseridos de outra forma na sociedade, senão pela oportunidade concedida por L'Épée.

É fato que haveria dificuldades no aprendizado da língua de sinais por parte dos surdos, mas essa dificuldade pode ser de certa forma comparada à de uma criança sendo alfabetizada.

---

<sup>3</sup> O termo surdo-mudo, denota uma classificação errônea ao surdo. A mudez é uma deficiência sem nenhuma coligação com a surdez, o fato de uma pessoa ser surda não significa que seja muda. É de fato, minoria os surdos que também são mudos, para tal é preciso ter alguma deficiência comprovada no aparelho fonador. Há casos em que pelo fato do surdo nunca ter escutado, consequentemente não aprendeu a falar, como também há os casos em que o surdo nunca falou (emitiu sons), apenas por falta de exercício e prática.

Somente após a popularização da língua de sinais é que os surdos ganharam algum reconhecimento social. Para uma parcela da sociedade eles deixam de ser vistos como pessoas doentes (muitas vezes, doentes mentais) para serem vistos como pessoas com problemas linguísticos. É considerado então que L'Épée tenha começado a primeira instituição para surdos dada a popularização e o desenvolvimento das grandes cidades e dos vínculos criados entre sujeitos surdos.

### 1.1.1 Oposição à língua de sinais

Após a morte de Michel de L'Épée, quem sucedeu seus afazeres foi Roch-Ambroise Cucurron Sicard (1762–1842), o abade Sicard (Abbé Sicard), que se empenhou em difundir todo o conhecimento previamente deixado por L'Épée, seguindo a mesma linha de pensamento e tendo a preocupação de fazer o método funcionar adequadamente.

Entretanto, já ocorria na região da Alemanha uma outra abordagem, semeada por Samuel Heinicke (1727-1790), na qual era defendida a técnica oralista, isto é, a ideia de que o surdo devia aprender como prioridade oralizar a fala, partindo de exercícios de oralização e só assim poderiam ascender e integrar-se à sociedade. Heinicke considerava que a língua de sinais poderia prejudicar a aquisição da fala e, sendo assim, era totalmente contrário à utilização do que ele considerava ser uma linguagem gestual. Com o método do oralismo, mesmo com um árduo trabalho, foi possível ter sucesso na oralização de alguns alunos, o que o incentivou a dedicar sua vida para educação de surdos em um ambiente para ensinamentos, fundado em Leipzig em 1778. O método de Heinicke, oralismo puro, teve boa aceitação na Alemanha e em grande parte da Europa, contrabalançando o método encabeçado por L'Épée.

O sucessor L'Épée na direção do Instituto Nacional de Surdos-Mudos em Paris foi Jean Marc Itard (1774–1838), nomeado por Joseph Marie de Gérando (1772–1842), diretor administrativo da instituição, por falta de opção. Fato curioso é que Itard não possuía formação de educador, era um médico que tinha interesse em descobrir as causas da surdez e, por este fato, Gérando e Itard tornaram-se de certa forma opositores à língua de sinais propagada por L'Épée. Dentro da instituição, Itard tinha o aval de Gérando para realizar algumas experiências médicas, classificadas por muitos na época como atos de crueldade devido às dores causadas aos alunos:

Para realizar seus estudos, ele dissecou cadáveres de Surdos e tentou vários procedimentos: aplicar cargas elétricas nos ouvidos de Surdos, usar sanguessugas para provocar sangramentos, furar as membranas timpânicas de alunos (sendo que um deles morreu por este motivo). Fez várias experiências e publicou vários artigos sobre uma técnica especial para colocar cateteres no ouvido de pessoas com problemas auditivos, tornando -se famoso e dando nome à Sonda de Itard. (apud SILVA,2009, p.11)



Evidentemente, após muitos anos de pesquisa (ele contém resultados de suas pesquisas científicas baseada em mais de 170 casos detalhados) e tentativas frustradas, Itard começa a aceitar o fato de que a surdez não possui uma cura e tampouco havia tido algum progresso em suas pesquisas. Sendo assim, Itard parte para tentativas como o oralismo, mas percebe que os surdos que possuíam sucesso com este método não apresentavam fluência e desenvoltura tal como os ouvintes. Esse não sucesso à fluência era prioritariamente associado à língua de sinais pois, para Itard, os surdos, por necessidade, se comunicavam por mímicas e gestos, atrapalhando assim a construção e desenvoltura da fala.

### 1.1.2 Congresso de Milão

Durante os dias 6 a 11 de setembro de 1880, em Milão, na Itália, discutiu-se em um congresso internacional qual abordagem deveria ser seguida em relação à educação de surdos. As mudanças e decisões tomadas em Milão acarretaram uma total readaptação na vida cotidiana de qualquer surdo na fase adulta e ainda mais nos surdos jovens, trazendo assim um misto de sentimentos conduzidos por pressupostos declarados por ouvintes. O congresso trouxe uma grande oposição à língua de sinais e em vinte anos se desfez todo o trabalho de um século.

O momento decisivo do congresso carregou o peso de séculos de correntes e contracorrentes de opiniões de pais, professores de alunos surdos e de grandes estudiosos, no intuito de especificar que o objetivo da educação seria ensiná-los a falar, para assim se integrar à sociedade. Tarefa esta que demandava dedicação e esforço por parte do aluno, que permanecia muitos anos em árduo treinamento com um único professor, que também trabalhava com um único aluno para obter algum êxito<sup>4</sup>. Essa era a realidade da técnica do oralismo puro.

Em contrapartida, o método da língua de sinais tinha a capacidade de educar diversos alunos ao mesmo tempo, inclusive em menos tempo do que o oralismo puro. Uma das grandes dúvidas da época era: de que adiantava possuir alunos que podem apenas se comunicar entre si, quando a intenção era a integração com a sociedade e sua língua hegemônica? Educar alunos em língua de sinais não estaria assim limitando-os a comunicar-se dentre um mesmo grupo apenas? E, acerca do oralismo puro, até que ponto conseguiria educar um aluno levando em consideração os tantos anos necessários para obter o êxito da fala?

---

<sup>4</sup> As pessoas com surdez pré-linguística não conseguem monitorar sua própria fala usando o ouvido, para tal precisam usar outros artifícios/sentidos como vibração, tato, visão, cinestesia. Para além disso, também não possuem imagem auditiva, ou seja, não sabem o que é o som da fala e tampouco sua correspondência, esse fator traz imensas dificuldades requerendo milhares de horas de ensino. Um fenômeno auditivo tem de ser interpretado e controlado por meios não auditivos. (SACKS, O., Vendo vozes, 1998)

Foram estes e outros questionamentos que dividiram o Congresso de Milão durante dias. Alexander Graham Bell (1847–1922), homem de prestígio e bem conceituado da época, esteve presente como defensor e representante dos oralistas, fato esse que teve grande peso na decisão geral. Após longas discussões, decidiu-se por unificar a utilização do oralismo e proibir o ensino e a utilização de quaisquer métodos de língua de sinais dentro e fora das instituições de ensino dos países participantes do congresso.

Professores surdos foram inativados na votação durante o congresso, o que representou revolta dentre os mesmos. Esse foi um período de grande trauma e obscuro na história dos surdos, pois neste momento estavam tirando seus direitos de voz além de, na visão dos surdos, impondo o aprendizado de uma língua artificial (a língua falada), renegando a sua língua original (língua de sinais). Para além das consequências, houve uma grande diminuição do interesse de professores surdos em lecionar. Há relatos de escolas que praticavam essa proibição de forma impositiva amarrando a mão de alunos às costas para não se comunicarem por sinais ou deixando-os de castigos por longas horas em sala isoladas.

A decisão pelo método oral teve como pressupostos um emaranhado de visões e doutrinas filosóficas, políticas, religiosas, combinando desenvolvimentos tecnológicos com estudos médicos da época. Essa decisão fez ainda com que ressurgisse a reafirmação negativa sobre a língua de sinais, como um método “mímico” e rústico que jamais chegaria perto da clareza e requinte da língua falada.

Obviamente que se o oralismo funcionasse tão bem não haveria mais discussão acerca dele, o que não aconteceu nos anos precedentes ao congresso, pois a essa altura havia diversas escolas na Inglaterra e Estados Unidos<sup>5</sup> que faziam uso da língua de sinais como primeira língua na educação dos alunos. Estes mesmos alunos que passaram por essas escolas, que obtiveram sucesso com a língua de sinais algumas décadas antes, tinham vasta compreensão e alto grau de instrução, o que desvalidava a ideia de que a língua de sinais era ineficiente.

Séculos mais tarde é que aceitou-se que a língua de sinais permite ao surdo o acesso à educação sem excluir sua língua própria, e mais que isso, que a língua de sinais é completa, tal como cita SACKS, O. (Vendo Vozes, 1998, p.42):

Mas as verdadeiras línguas de sinais são, de fato, completas em si mesmas: sua sintaxe, gramática e semântica são completas, possuindo, porém, um caráter diferente do de qualquer língua falada ou escrita. Assim, não é possível transliterar uma língua falada para a língua de sinais palavra por palavra ou frase por frase - suas estruturas são essencialmente diferentes.

---

<sup>5</sup> Para mais informações sobre as escolas de grande influência nos Estados Unidos, procurar por: < <http://www.gallaudet.edu/history.html>>

Apenas após o Congresso Mundial de Surdos em Paris de 1971 é que a língua de sinais tomou lugar novamente na vida e no ensino dos surdos, conquista essa conseguida com muita luta da comunidade dos surdos e da Federação Mundial dos Surdos. O ano de 1981 foi intitulado pela Organização das Nações Unidas como o Ano Internacional da Pessoa Portadora de Deficiência.

### 1.1.3 Breve história da surdez no Brasil

A história da surdez no Brasil antes de 1855 não se distancia muito dos relatos sobre os surdos antes de 1750 em Paris e em diversos países da Europa. O ano de 1855 marca a chegada do Professor Eduard Huet (1822-1882), vindo da França a pedido de D. Pedro II. Em 1856 é criado no Rio de Janeiro o Instituto de Surdos-Mudos, que mais tarde se tornaria o atual Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES). Durante alguns anos foi dirigido pelo próprio Eduard Huet, que também era surdo e já tinha experiências com o Instituto dos Surdos-Mudos de Bourges, onde fora diretor.

Huet fez uso de técnicas escritas, articulada e da língua de sinais no ensino de pessoas surdas, que eram arroladas em um currículo de disciplinas como Língua Portuguesa, História do Brasil, Geografia, Aritmética, Escrituração Mercantil, Doutrina Cristã, além de “Leitura sobre lábios” e “Linguagem articulada”. Estas duas últimas eram empregadas em pessoas que possuísem “habilidades” para a língua falada, isto é, para a oralização.

No período descrito o instituto era considerado como centro de referência na surdez, como é até os dias de hoje. Também por ser a única instituição de educação de surdos no Brasil, acabou recebendo alunos de todo o Brasil e até de países vizinhos.

Na década de 1970 é possível perceber algumas tendências, como o que ficou conhecido como Comunicação Total<sup>6</sup>, utilizada por pessoas que não conseguiram obter sucesso com as técnicas oralistas e ainda assim preferiam se comunicar na língua de sinais. Esse método considerava que o surdo poderia se comunicar por qualquer forma de comunicação, combinando gestos, mímica, leitura labial e língua de sinais. Vale frisar que esse método não era uma oposição à oralização.

No final da década de 1980 é que então há um forte movimento por parte dos surdos com o intuito de oficializar uma Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Com esse fato, a visibilidade

---

<sup>6</sup> Além da Comunicação Total, poderíamos destacar como movimentos relevantes também a Pedagogia Surda e o Bilinguismo, que serão discutidos em uma seção posterior.

em relação a LIBRAS e a comunidade surda começam a ser debatidas, ganhando força. Sendo assim, no ano de 1993 inicia-se um projeto de legalização e regulamentação em cunho federal do reconhecimento da LIBRAS, resultando em 2002 na Lei nº 10.436 e no decreto nº 5.626 composto por nove capítulos (que perpassam temas: LIBRAS como disciplina curricular e segunda língua até a regulamentação do uso e difusão dessa língua em ambientes públicos e privados e garantia do direito de educação às pessoas surdas), que será explicitada melhor em seção posterior.

Nessa perspectiva, inicia-se uma discussão sobre uma proposta de educação bilíngue para alunos surdos nos ensinos público, privado e no INES. Atualmente o INES atende o ensino básico do primeiro e segundo segmentos, além de atendimento e suporte de fonoaudiologia, e ensino superior para alunos surdos e ouvintes em pedagogia.

## 1.2 Direito de inclusão

Foi a partir de muita luta e determinação por parte de pessoas interessadas em fazer uma sociedade inclusiva que se fizeram presentes essas conquistas relativas ao direito de educação dos surdos e pessoas com deficiência auditiva. Especificamente para a surdez, existem dois marcos que dizem respeito ao sujeito surdo: a Lei nº 10.436/2002, que deu sua imensa contribuição reconhecendo a LIBRAS como língua de sinais oficial e utilizada pela comunidade surda no Brasil, e o Decreto 5626/2005, que determina a LIBRAS parte do ensino obrigatório e a língua portuguesa como a segunda língua (L2), além da inclusão da LIBRAS como disciplina curricular nos cursos de formação de professores, licenciaturas e profissionais da educação, dentre outras especificidades. Abaixo algumas passagens importantes acerca do direito de inclusão dessa comunidade:

- *Constituição Federal de 1988, no Art. 3º, inciso IV, o qual estabelece que um dos objetivos da República Federativa do Brasil é “promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação” (BRASIL, 1988) e que o Estado tem o dever de incluir as pessoas com deficiência na rede regular de ensino (BRASIL, 1988).*
- *Lei 9394/1996, Lei de diretrizes e Bases da Educação (LDB)/1996:*

*Art. 59. Os sistemas de ensino assegurarão aos educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação:*

*Inciso I - currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades;*

*Inciso III - professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns;*

- *Lei 10.436/2002:*

*Art. 1o É reconhecida como meio legal de comunicação e expressão a Língua Brasileira de Sinais - Libras e outros recursos de expressão a ela associados.*

---

*Um longo caminho foi traçado até o momento atual, que felizmente não deixa mais a seguinte descrição fazer sentido: “Acreditava-se que o pensamento não podia se desenvolver sem a linguagem e que a fala não se desenvolvia sem a audição: quem não ouvia, portanto, não falava e não pensava” (KALATAI & STREIECHEN, 2012, p. 13).*

---

## 1.3 Educação inclusiva

A partir da década de 1980, e principalmente após a constituição de 1988, é que a discussão sobre o direito a educação de pessoas com deficiências começa a estar constantemente em pauta, dando origem ao reconhecimento da LIBRAS como língua oficial, como já dito. Mas, a par com isso, o momento traz como consequência perguntas tais como: “É possível incluir um surdo dentro de uma sala de aula de ouvintes?” ou “Como fazê-lo de forma eficiente?”. É nesse âmbito que se discute o que se denomina por bilinguismo, modelo este que defende desenvolver as duas línguas dentro do ambiente de ensino, sendo elas a Língua Portuguesa na modalidade escrita e a Língua Brasileira de Sinais. Para o ensino bilíngue, caso o professor precise, pode-se fazer uso de um intérprete dentro de sala de aula fazendo traduções simultâneas para o grupo de alunos. É uma proposta educacional que oferece acesso ao aluno surdo nas duas línguas, o que surgiu por reivindicações dos próprios surdos.

Em determinado aspecto, o bilinguismo<sup>7</sup> é contrário ao modelo oralista, pois considera o canal viso-gestual com importância fundamental para a aquisição da linguagem. Vale ressaltar que a proposta de educação bilíngue ajudou a difundir a cultura surda e a expansão da Língua de Sinais (mais ainda com a obrigatoriedade da disciplina LIBRAS nos cursos de Licenciatura em todo o país), GOLDFELD (1997, p.138) cita: “O surdo não precisa almejar uma vida semelhante ao ouvinte, podendo assumir a sua surdez” (apud KALATAI & STREIECHEN, 2012).

Para além da metodologia bilíngue deve-se considerar a Pedagogia Surda que enfatiza e completa-se toda a cultura surda, sendo assim, por vezes, a metodologia preferida dos surdos. O que há de tão especial neste modelo é que é necessário a presença de um professor surdo dentro da sala de aula, e, mais que isso, é por meio de um professor surdo que o conhecimento é transmitido. Assim, o surdo deixa de estar na posição de adaptação (constante) em relação à língua hegemônica para se sentir completamente à vontade em sua própria cultura, história e lutas, afinal o professor estará utilizando a Língua 1 dos surdos para ensinar. Entretanto um grande problema ainda a ser enfrentado é a carência quantitativa de professores surdos. Não importando qual metodologia será adotada, é essencial que o surdo tenha contato com a língua de sinais o quanto antes, se possível, aulas em língua de sinais desde a educação infantil.

---

<sup>7</sup> A Suécia foi o primeiro país a concretizar o bilinguismo

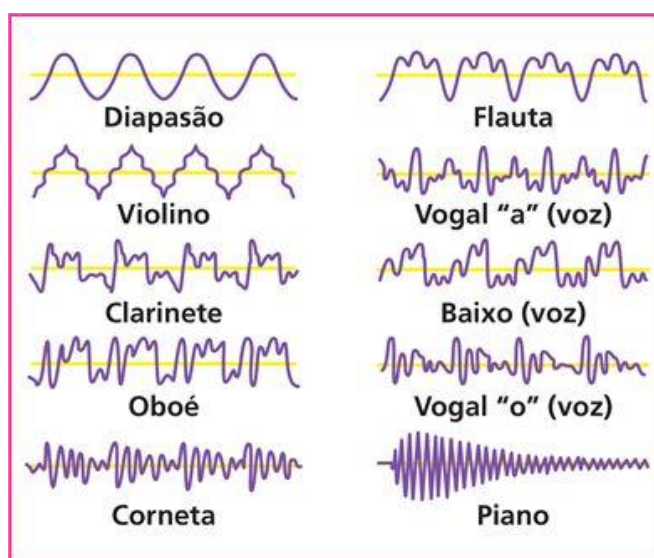
## 2 Fundamentação teórica

Neste capítulo é proposto discutir sobre um embasamento teórico relativo à física e à percepção de sons, além de características relacionadas a este que podem influenciar na sua percepção por parte dos surdos.

### 2.1 O que é som?

A percepção do som é dada através de um dos cinco sentidos, a audição. Ouvir não é simplesmente ter a percepção de vibrações, mas poder interpretá-lo através do ouvido humano, desde o ouvido externo até o encéfalo por meio de células auditivas.

O som é fundamentalmente ondas mecânicas longitudinais, caracterizando assim um espectro, que necessita de um meio para se propagar. No vácuo, por exemplo, o som não poderia ser escutado, pois não há propagação<sup>8</sup>. Para que haja som é necessária uma vibração produzida por uma fonte, seja ela as cordas vocais, um diapasão, instrumentos musicais, etc. Nessa vibração há transferência de energia para as moléculas de ar mais próximas, e destas para as seguintes, e assim sucessivamente, até que essa vibração chegue aos nossos ouvidos. Uma onda sonora possui um conjunto de informações que está diretamente relacionado com seu formato e principalmente sua propagação, tais como amplitude, frequência e período.



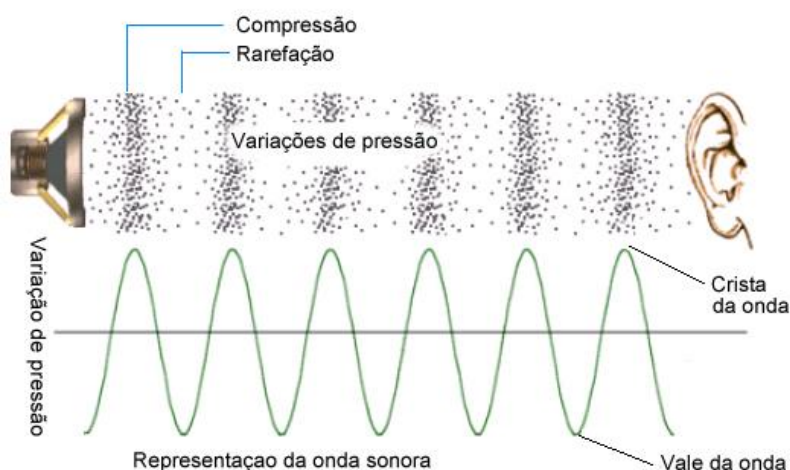
**Figura 1: Representação de ondas sonoras emitidas por diferentes fontes.**  
(<http://revistaguiafundamental.uol.com.br/professores-atividades/129/artigo347585-1.asp>,  
Acesso: 12/09/2016)

<sup>8</sup> Especificamente, a propagação deve ser dada por meios materiais (por ser uma onda mecânica), ou seja, que possua massa e elasticidade, como sólidos, líquidos e gases.

Fato interessante é que, dependendo de algumas características do formato desta onda, em dadas circunstâncias, podemos sentir ou por vezes ver o som. É algo tão comum em nosso cotidiano que nem notamos, mas se estivéssemos em frente a uma caixa de som em um volume alto facilmente poderíamos ver seus efeitos. Ao falarmos colocando a mão na garganta, consegue-se facilmente senti-la vibrar. Inclusive este é um dos métodos pelos quais indivíduos surdo-cegos se comunicam, método este denominado de Tadoma<sup>9</sup>.

Um exemplo simples é quando se fala com a boca próximo a uma bexiga de ar ou também quando há um alto falante sem a capa de proteção, no qual pode-se ver a membrana vibrar em intensidades diferentes devido ao grave e ao agudo. Alguns desses exemplos nos dão a oportunidade de perceber o som de forma não-auditiva, por meio de outro sentido. Como falado anteriormente, este trabalho se propõe também a discutir essa tradução de fenômenos sonoros percebidos pelo visual ou tátil.

Embora os surdos consigam facilmente perceber vibrações, que em última instância é o som, o que é então que eles não percebem de fato? Esse é um dos pontos motivadores para o desenvolvimento deste trabalho e também para abordagem do tema em sala de aula com os alunos de forma a instigá-los à compreensão de ondas sonoras e consequentemente, de uma onda mecânica. Antes entretanto, vale a pena analisarmos alguns aspectos físicos de uma onda mecânica.

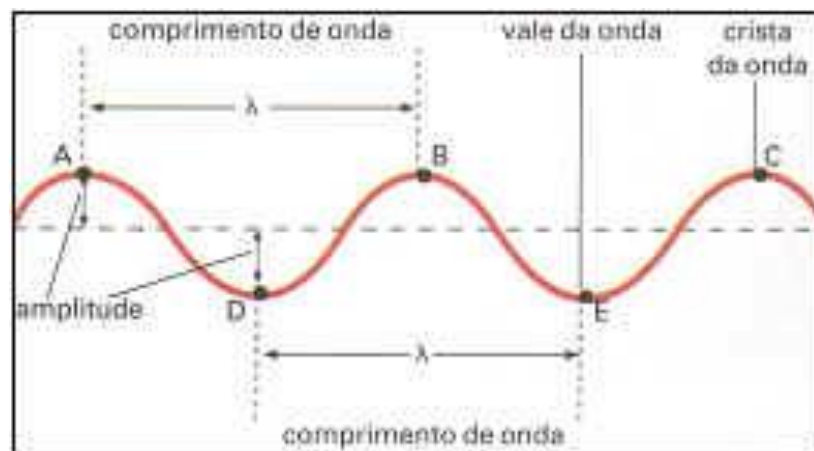


**Figura 2: Regiões de máximo e mínimo de uma onda sonora em função do tempo.**  
(<http://www.fq.pt/som/33-propagacao-do-som>, Acesso: 12/09/2016)

<sup>9</sup> Tadoma (ou leitura labial tátil) é um método de comunicação utilizado pelos indivíduos surdo-cegos, em que a pessoa surdo-cega coloca o polegar na boca do falante e os dedos ao longo do queixo. A parte do meio de três dedos, muitas vezes caem ao longo das bochechas do falante e com o dedo mindinho pega-se as vibrações na garganta do falante.



Uma onda sonora representa regiões de compressão e rarefação de ar, como explicitado na figura 2. A representação gráfica da onda é dada pela função explicitada em verde que mostra o comportamento da pressão ao longo do caminho, na qual podemos destacar algumas características: a crista da onda é análoga à região onde as moléculas de ar estão bem próximas umas das outras, ou seja, na região de compressão; o vale da onda é o análogo inverso, ou seja, a região de rarefação. Associada à onda está também a amplitude, que é diretamente ligada à intensidade sonora. Quanto maior a amplitude, ou seja, quanto maior a variação entre os máximos e mínimos de pressão, maior a intensidade do som, e, em última instância, o volume do som.



**Figura 3: Aspectos de uma onda sonora.**  
(<http://www.afh.bio.br/sentidos/sentidos4.asp>, Acesso: 21/09/2016)

A intensidade sonora de uma onda é definida como a média no tempo da quantidade de energia que é transportada pela onda, por unidade de área, que também pode ser dada por:

$$(1): \quad I = \frac{1}{2} \rho v P^2 \quad (\text{Retirado de Referência [14]})$$

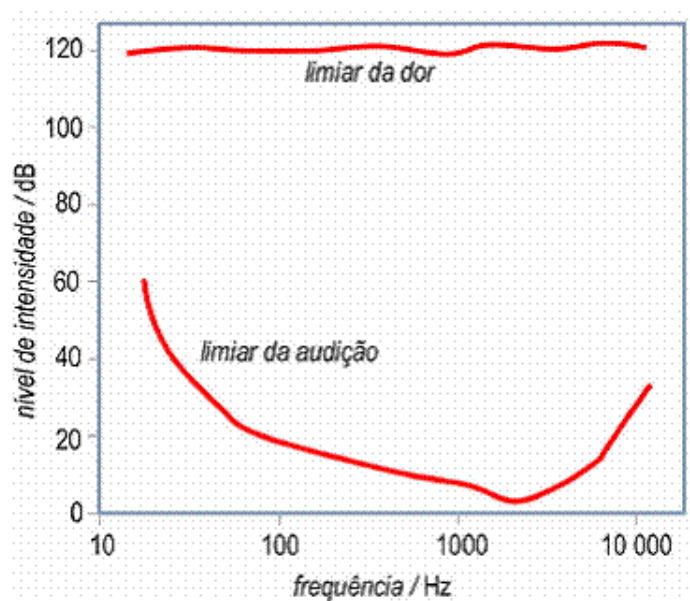
Onde:  $P$  = amplitude de pressão;  $\rho$  = densidade média do ar;  $v$  = velocidade da onda sonora.

Assim, é fácil perceber que a intensidade sonora está diretamente relacionada com o quadrado da amplitude. Usualmente, define-se a intensidade dentro de uma gama de valores perceptíveis ao ouvido humano que diminui logaritmicamente conforme o receptor se afasta, dada por:

$$(2): \quad \beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad (\text{Retirado de Referência [14]})$$

Onde:  $I$  = intensidade sonora;  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  (intensidade sonora mínima audível);

Essa quantidade indica a proporção de uma quantidade física (intensidade), sendo  $\beta$ , o nível de intensidade sonora<sup>10</sup> relativa, tipicamente apresentado em decibéis (dB). Fato curioso é que o ouvido humano é capaz de perceber ondas sonoras com frequências de vibração entre 20 Hz e 20.000 Hz e, essa percepção diminui gradualmente com o avanço da idade. Partindo da mesma lógica, deve haver alguma intensidade em decibéis que apresente desconforto ao ouvido, tal como há um limite mínimo para se escutar, há também um limiar da dor e por conseguinte, um limiar da audição.



**Figura 4: Limiar da audição e da dor em função da frequência e intensidade sonoras.**  
(<http://www.infoescola.com/fisica/ondas-sonoras/>, Acesso: 23/09/2016)

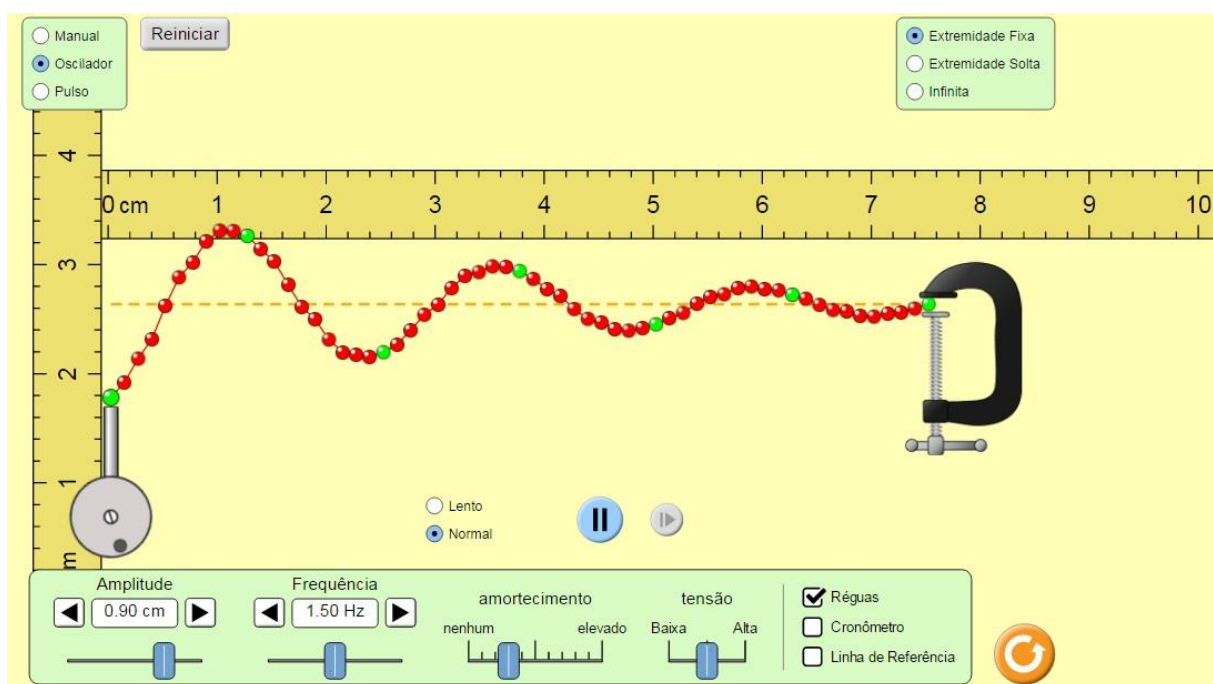
Vale ressaltar que o fato de haver um meio para propagar o som não necessariamente implica que podemos escutá-lo: quando uma onda sonora está fora do intervalo de 20 Hz até 20 kHz, ou quando o som é produzido com amplitudes baixíssimas também não se pode escutar.

Na figura 3 ainda há a correlação a ser feita com a frequência, que pode ser dada por  $v = \lambda f$ . Assim, há uma dependência da velocidade de propagação da onda ( $v$ ) com a frequência ( $f$ ), relação esta que ocorre em qualquer fenômeno periódico. Também pode-se relacionar diretamente sons mais agudos com altas frequências e sons mais graves com baixas frequências. A velocidade de uma onda, portanto, também pode ser explicitada da seguinte forma:  $v = \lambda / T$ , pois  $T$  é o período desta onda, que também é dado pelo inverso da frequência ( $T = 1/f$ ).

<sup>10</sup> A intensidade sonora varia com o quadrado da amplitude de pressão, de forma que a razão entre as intensidades nos dois extremos audíveis é da ordem de  $10^6 \text{ W/m}^2$ . Dessa forma a unidade de medida  $\text{W/m}^2$  não é muito usual, por este motivo é que se define o nível de intensidade sonora ( $\beta$ ) com a propriedade do logaritmo, convenientemente. A unidade de medida original é o bel, em homenagem a Alexander Graham Bell e o decibel é dado por um décimo de um bel. O valor de  $\beta$  aumenta 10 dB toda vez que a intensidade sonora aumenta de uma ordem de grandeza.

A frequência explicita o número de ciclos (repetições) por unidade de tempo de uma onda e o período, o tempo necessário para que um movimento realizado volte a se repetir. Assim, o comprimento de onda ( $\lambda$ ) é exatamente a distância que a onda percorre num intervalo de tempo igual a um período  $T$ , com velocidade constante  $v$ . Essa é uma das formas mais usuais de se escrever a equação fundamental das ondas. Mais sutilmente associado a estas informações está o timbre, que é a qualidade que diferencia sons de mesma frequência emitidos por diferentes fontes sonoras, relacionando-se à forma da onda tal como na figura 1.

Uma forma de trazer uma realidade que por vezes é distante do cotidiano do surdo é a sugestão da simulação no site do projeto Phet da Universidade do Colorado, Estados Unidos, na qual há parâmetros ajustáveis para frequência e amplitude, bem como outras funcionalidades de régua e linha de referência. A utilização de aparatos audiovisuais no ensino como um todo vem trazendo grande contribuição para nosso trabalho, visto que dispomos desses recursos para concretizar e até mesmo para explicitar conceitos relativos aos sons e fenômenos sonoros.

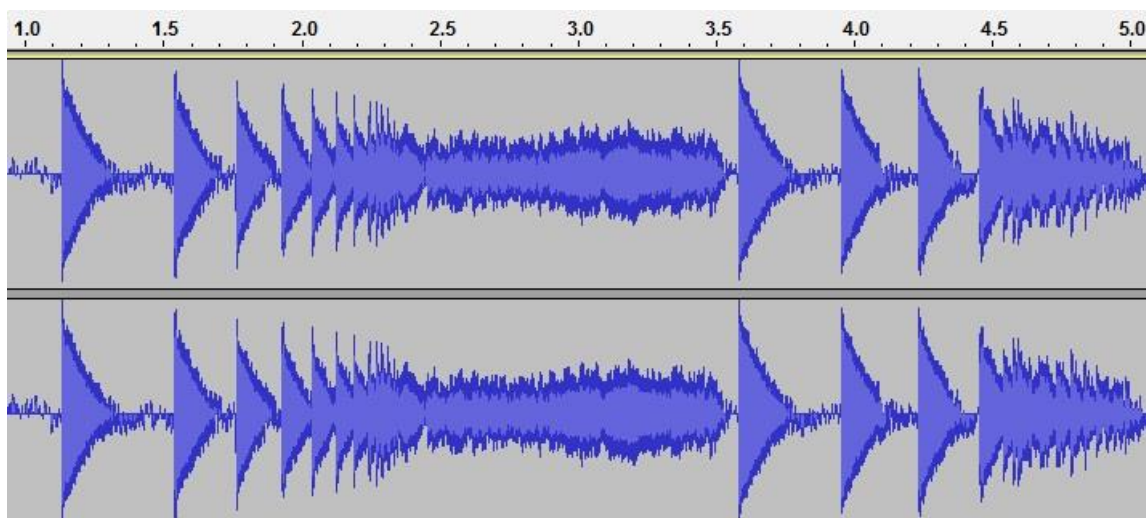


**Figura 5: Simulação de uma onda mecânica com parâmetros ajustáveis no Phet.**  
(<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/wave-on-a-string>)

Na figura 5 ainda pode-se ilustrar questões relativas às ondas sonoras, como a propagação da energia para as moléculas vizinhas, e não da matéria, pois uma onda mecânica não transporta matéria. Isto é fácil de notar nos pontos verdes na simulação acima, que participam da oscilação mas não sofrem translação na horizontal.

A utilização de programas como forma de visualização das ondas sonoras para melhor compreensão do assunto, é apenas um caso ideal e particular estudado. No mundo real o que

acontece é bem diferente, há diversas sobreposições de ondas em diferentes fases, amplitudes e frequências. Para isso, vale mostrar uma imagem gerada a partir de um simples programa de captação e edição de som.



**Figura 6: Representação da intensidade sonora da queda livre na vertical de duas moedas sobre mesa plana dada uma certa altura  $h$ , sem velocidade inicial. (<http://www.audacityteam.org/>)**

Entretanto, para os nossos intuitos, o estudo dos casos particulares é o suficiente para a compreensão do conteúdo a ser abordado dentro da sala de aula. Mas é importante levarmos em consideração que muitas vezes os casos particulares são uma simplificação exagerada da realidade.

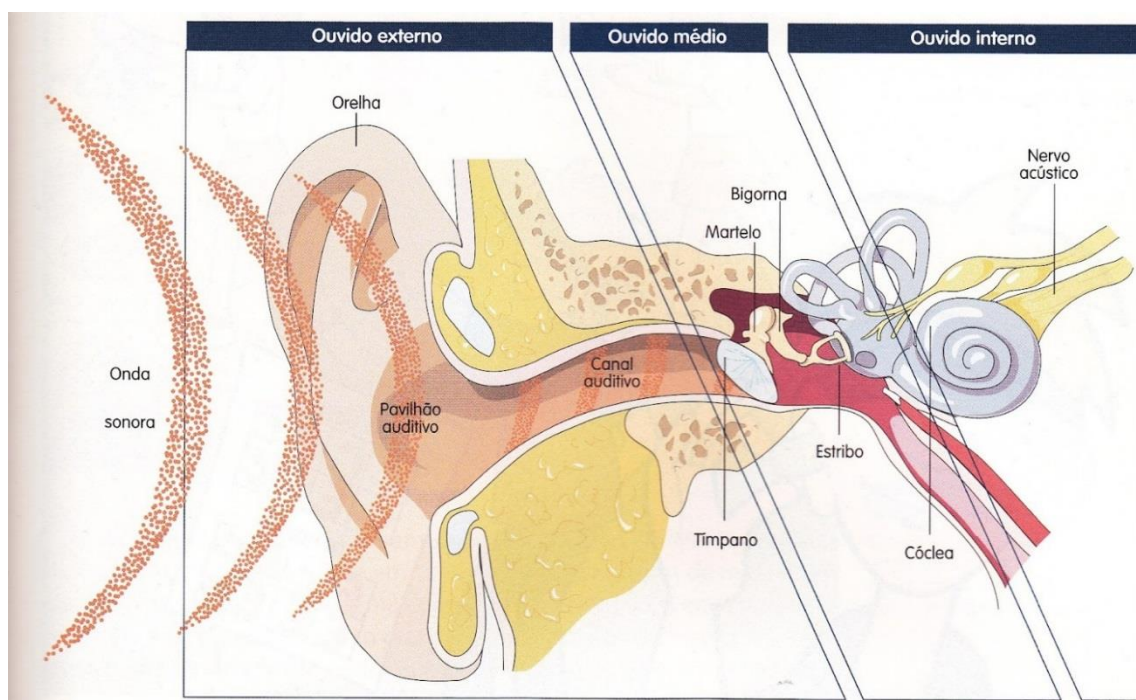
Todas essas relações foram acima explicitadas com o intuito de trabalhar, durante o desenvolvimento de uma aula, fatores motivadores relativos ao som, deixando que os alunos surdos possam compreender de fato cada um dos aspectos os quais não podem perceber por haver diferentes tipos, intensidades e causas da surdez, cabendo ao professor, nessa nossa proposta de ensino, auxiliá-lo nessa tarefa. Estas relações e conceitos são possíveis de associar com as vibrações que os surdos sentem; a amplitude com o volume do som, a frequência com sons mais graves e agudos, a dependência da densidade do ar com a propagação da onda. O que se pretende é mostrar que a vibração que se sente quando chega-se perto de uma caixa de som pode ser interpretada de muitas formas, muito mais complexas do que tipicamente são apresentadas em sala de aulas, mesmo os alunos surdos não possuindo o que alguns chamariam de principal, que é o fato de poder escutar.

## 2.2 Ouvido humano e a física relacionada

Como a proposta é também tentar compreender a percepção do som, nada mais importante do que uma sutil pincelada dessa complexa tradução que nosso corpo faz de uma onda sonora se propagando até a microbiologia de sua percepção pelo cérebro.

O ouvido externo pode ser separado em duas partes, o pavilhão auditivo e o canal auditivo. O pavilhão auditivo ou orelha é uma cartilagem revestida de pele que possui diversas elevações, curvas e cavidades de forma a direcionar o som (as ondas sonoras) em sucessivas reflexões para dentro do nosso ouvido.

O canal auditivo tem uma importante função de filtragem de sujeira proveniente do exterior. Essa filtragem ocorre por meio do pelo e da cera, protegendo assim a parte mais interna do ouvido. É também por meio do canal auditivo que as reflexões são intensificadas e levadas até o tímpano.



**Figura 7: Representação do ouvido externo, médio e interno.**  
(<http://dicionariosaude.com/ouvido/>, Acesso: 28/09/2016)

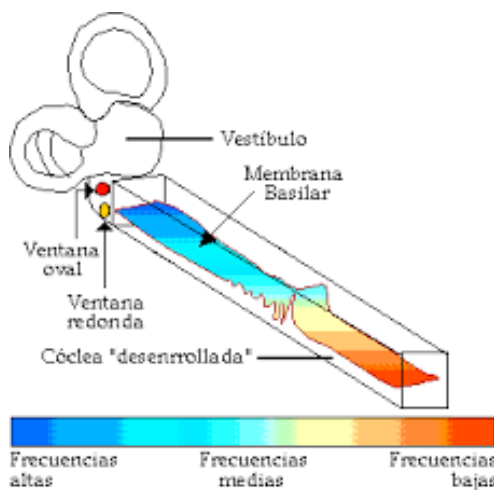
O ouvido médio começa com a participação do tímpano e termina com o estribo junto à janela oval na entrada do ouvido interno. O tímpano é como se fosse um tambor, uma fina membrana elástica com aproximadamente 10 mm de diâmetro, e no momento em que é atingido pela onda sonora, a vibração associada à perturbação do ar é transmitida para o mesmo. Essa vibração é bem definida pela amplitude e frequência carregadas por essa onda sonora. Como já definido acima, um som mais agudo, ou seja, com uma frequência maior, o fará vibrar mais



rapidamente (de acordo com a fórmula  $v = \lambda f$ ) assim como o inverso também será verdade para sons mais graves. Os efeitos, tal como o da amplitude e frequência, podem ser observados, com um pouco de abstração do usuário, facilmente no site de simulações interativas Phet da Universidade do Colorado.

O estímulo que é transferido ao tímpano atingirá o ouvido interno após passar por um conjunto de ossículos (o martelo, a bigorna e o estribo) que possuem a função de amplificar esses estímulos, já que o ouvido interno é completamente preenchido por líquido. E como bem sabido, o som é dado por regiões de compressão e rarefação das partículas do ar, entretanto a amplificação se faz necessária, pois o estímulo proveniente da propagação das ondas sonoras no ar não é suficiente para impressionar o líquido compreendido no ouvido interno. É preciso uma pressão maior para fazer vibrar um líquido do que o ar.

Já no ouvido interno, podemos destacar no âmbito deste trabalho a cóclea, que desenvolve a função de transformar o som em sinal neural, e também o labirinto, que terá a importância da manutenção do equilíbrio do corpo. É dentro da cóclea (um canal ósseo, dividido por finas lâminas timpânicas, preenchida por líquidos) que se encontra a membrana basilar e sobre ela encontra-se o órgão de Corti. É essa membrana, que devido a diferentes pressões irá se deslocar para cima ou para baixo e será responsável pela distinção de sons agudos e graves.



**Figura 8: Membrana basilar e Cóclea em associação com a variação da frequência.**  
([http://www.poslinguistica.letras.ufrj.br/wp-content/uploads/2012/04/Juliana\\_Pereira\\_-\\_Mestrado.pdf](http://www.poslinguistica.letras.ufrj.br/wp-content/uploads/2012/04/Juliana_Pereira_-_Mestrado.pdf), Acesso: 28/09/2016)

As amplitudes de oscilação da membrana irão ativar partes diferentes do órgão de Corti, transformando as informações em impulsos elétricos que posteriormente serão levados até o

encéfalo<sup>11</sup>. Este tem papel primordial na interpretação do som, é através dele que o conjunto de sinais sonoros faz sentido.

## 2.3 Tipos de surdez

Existem diversas causas para a surdez, seja ela congênita ou adquirida. No caso da surdez congênita a criança a adquire durante a gestação. Algumas das causas mais comuns são doenças adquiridas (tais como sífilis, toxoplasmose, rubéola e meningite), exposição da mãe à radiação, medicamentos tomados durante a gestação, infecções hospitalares, hereditariedade e falta de oxigenação. A surdez causada por algumas das doenças adquiridas na gestação é chamada de surdez neurossensorial ou surdez de percepção, assim chamada por causarem lesões nas células nervosas e sensoriais que levam o estímulo do som da cóclea até o cérebro.

Há ainda a surdez por condução, que é um tipo de perda auditiva quando algo bloqueia a passagem do som da orelha externa para a orelha interna, como infecções nos ossículos da orelha média ou rompimento do tímpano. Para além deste, existe a surdez central, também conhecida como presbiacusia, ocorrida à medida que se envelhece em um desgaste natural do corpo. Em grande parte dos casos não se pode diagnosticar a origem da surdez, casos esses que chegam até cerca de um terço do total de casos de surdez.

Diante da breve discussão sobre as causas da surdez e no âmbito de absorver o conhecimento para o desenvolvimento deste trabalho, realizaram-se diversas visitas ao INES. Por meio dessas visitas obteve-se a informação de que atualmente ainda existe grande percentual de surdos (inclusive no INES) que possuem problemas agravantes, tais como problemas psiquiátricos, autismo, Síndrome de Asperger, são cardiopatas e um dos mais impactantes, são cegos ou ficarão cegos. Muitos surdos são cegos ou ficarão cegos devido a sequelas deixadas por doenças (dentre as citadas acima e outras) na gestação. Durante a busca por informações para este trabalho é que realmente pode-se quantificar diversas das dificuldades acerca do ensino de surdos. Há muito mais variáveis englobadas do que apenas falta de materiais pedagógicos e modelos de ensino adequados, de forma que o direcionamento deste trabalho também permeará essas variáveis no intuito de explicitá-las e contextualizá-las. Entretanto, esses aspectos serão tratados em capítulo posterior e o que vale a pena dizer neste capítulo é que há classificações para a

---

<sup>11</sup> Para saber mais sobre a estrutura interna do ouvido, acesse <[http://www.if.ufrgs.br/tapf/v18n1\\_Rui.pdf](http://www.if.ufrgs.br/tapf/v18n1_Rui.pdf)>

perda auditiva as quais são diferenciadas de acordo com as intensidades sonoras (em decibéis) perceptivas de cada ouvido.

Classificação da perda auditiva:

Perda leve: 20 a 40 dB

Perda média: 40 a 70 dB

Perda séria: 70 a 90 dB

Perda profunda ou severa: acima de 90 dB

Como grande parte dessa comunidade possui pais ouvintes, apenas cerca de 10% têm pais surdos, é importante que o surdo seja englobado o quanto antes em um meio no qual possa se comunicar, aprender aspectos relativos à sua cultura e à língua de sinais, não permanecendo isolados do mundo e da sociedade em completa escuridão. Há ainda hoje relatos, que estão longe de serem poucos, de crianças que são deixadas de lado ou ignoradas pela família por serem surdas, trazendo um trauma muito grande para o desenvolvimento desse aluno, seja no meio escolar, seja dentro de uma sociedade. Há também alunos que apenas utilizam sua língua original (L1) dentro da escola e fora da escola permanecem em total silêncio.

---

*“Às vezes o professor põe uma criança pequena no colo e ela fica toda tocada, pois nunca teve esse carinho e atenção vindo dos pais. Os pais muitas vezes abandonam o filho ou deixam de lado” - Teresinha Giglio*  
*(Nota de campo, visita ao INES - 02 de Junho de 2016)*

---



### 3 Metodologias de ensino

Para um bom desenvolvimento do ensino de física, bem como diversas outras disciplinas, é necessário que o aluno esteja com determinados conhecimentos muito bem definidos e esclarecidos, podendo acessá-los em sua estrutura mental facilmente. É inegável que há conceitos no campo da física básica que requerem desses alunos um grande grau de abstração e, por vezes, esses conceitos são confundidos facilmente com outros. O ensino de surdos tem uma peculiaridade que deve ser levada em consideração: no ensino médio (embora não apenas nele), há um grande percentual de alunos surdos que tiveram contato com sua língua L1, a LIBRAS, já na fase da adolescência, ou em casos mais graves, apenas na idade adulta. Esse fato é um agravante, pois grande parte dos alunos estão defasados, em séries fora da sua faixa etária. Infelizmente essa não é uma realidade muito distante. Há alunos que passam anos e até mesmo décadas no escuro, sem nunca terem se comunicado ou desenvolvido uma conversa de poucos minutos, fazendo uso apenas de uma comunicação pouquíssimo desenvolvida, com sinais apenas para as necessidades básicas. Essa realidade é proveniente de fatores culturais, sociais e econômicos. Sendo assim, não é nada incomum que uma parte desses adolescentes não tenha desenvolvido a polidez que as crianças expostas à língua falada adquiriram, de maneira natural observando as conversas de fundo entre adultos. Como exemplo, é algo provável que alguns desses alunos possam se dirigir a uma pessoa que não vê há muitos anos como, “Nossa Joana, quanto tempo. Você está velha...”. A utilização do adjetivo, em alguns casos, não causaria nenhuma estranheza na fala desses alunos dentro de um mesmo grupo de surdos, o que pode não ser verdade em outros contextos na língua falada. É acerca dessa sutileza com a linguagem a qual faz-se referência no uso da palavra polidez.

Esse aspecto é um ponto crítico que não se pode excluir no ensino de surdos. É preciso levar em consideração a bagagem (conhecimentos) anterior que os mesmos possuem, além de se preocupar naturalmente com os conceitos de física e ciências adquiridos em séries anteriores no ensino fundamental.

Como forma de dar total atenção a essas questões é que neste trabalho será utilizada a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (1918-2008) como forma de fundamentar as aplicações sugeridas em sala de aula por meio de experiências. Para AUSUBEL (1963. p.58):

A aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento (apud MOREIRA, p.1)

A TAS se baseia na integração de novos conhecimentos com aqueles especificamente relevantes na estrutura cognitiva (organizado hierarquicamente), onde a base do processo de aprendizagem já está disposta na estrutura cognitiva desse aluno, ou seja, o que o aluno já possui. A função do professor de acordo com Ausubel é escolher materiais adequados estruturando o ensino de forma hierarquizada para que o aluno possa acessar esses conhecimentos prévios e construir novos.

Outro aspecto da TAS é também a relação com a aprendizagem efetiva, que para ocorrer deve haver estruturas de conhecimento específicas, os chamados *subsunçores*, para que o novo conhecimento adquirido possa se ancorar nessas estruturas preexistentes e que posteriormente serão processados pelos alunos.

Vale ressaltar que na TAS o aluno deve passar por um processo de investigação por parte do professor para descobrir o que o aluno já sabe e assim poder aproveitar esse conhecimento. Só assim poderá direcionar as lições e tarefas corretamente. Portanto a aprendizagem é o crescimento e modificações adicionais em um subsunçor existente (NOVAK, 1981; MOREIRA, 2006,2011; MOREIRA e MASINI, 2006).

Ainda deve-se levar em conta a aprendizagem mecânica, que deve ser integralizada quando o aprendiz não possui informação prévia na estrutura cognitiva de forma a poder ancorar o novo conhecimento, isto é, essa aprendizagem mecânica é necessária quando não existem ainda subsunçores. Assim, a informação adquirida na aprendizagem mecânica fica armazenada arbitrariamente até que em um determinado momento esses elementos de conhecimento se tornem relevantes, levando à sua assimilação sistematizada ancorando-se nas estruturas cognitivas.

A teoria ausubeliana se estende a questões ainda mais profundas sobre a absorção do conhecimento que não serão aqui abordadas. Moreira (2000) sintetiza alguns pilares da TAS na função de professor como: “identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino; identificar os subsunçores mais relevantes à aprendizagem; fazer um diagnóstico do que o aluno já sabe e ensinar utilizando recursos que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria. ”.

Foi escolhido fazer um embasamento metodológico em cima das TAS em função do que foi visto e compreendido em pesquisa de campo e nas visitas ao INES. É possível que haja alguma discrepância nos conhecimentos prévios que cada aluno traz consigo. O fato de haver diferenças de conhecimentos não é nenhuma novidade para um professor. É impossível que diferentes alunos com diferentes trajetórias possuam a mesma bagagem, mas aqui me refiro às diferenças um pouco mais profundas, diferenças na linguagem, na falta de sinais para ensinar determinados conceitos e principalmente desse background de conhecimentos adquiridos pelos

ouvintes por estarem conectados facilmente à sociedade, seja nas conversas de fundo, televisões, rádios e até mesmo num contexto mais globalizado como a internet.

Quero aqui deixar bem claro que estou me referindo a um grupo de alunos surdos que possuem na média uma trajetória mais complicada, onde esses fatores agravantes que venho relatando ao longo deste trabalho se fazem presentes, e apenas relato esses aspectos e me disponibilizo a problematizá-los, pois é bastante considerável o percentual de alunos que possuem esta realidade. Em nenhum momento tenho a intenção de estereotipar e muito menos classificá-los como incapazes ou quaisquer adjetivos correlacionados, inclusive pelo contrário, muitos desses alunos são batalhadores e vencedores diante da história pela qual os surdos já passaram e as constantes lutas que travam diariamente, seja pelas dificuldades de acessibilidade, por uma sociedade despreparada para se comunicar e acomodá-los, seja pelo preconceito que ainda há acerca de sua cultura. É preciso que a sociedade como um todo conheça as dificuldades e a realidade da comunidade surda para assim compreender que os surdos possuem voz e podem gritar tão alto e tão intensamente fazendo ecoar nos ouvidos e no silêncio surdo dos sinais como qualquer outro ouvinte. A única diferença que nos separa é que nós, ouvintes, escutamos com os ouvidos e os surdos escutam com os olhos.

### **3.1 Uso de recursos audiovisuais no ensino de física**

Os recursos audiovisuais vêm se tornando cada vez mais frequente em todo o ensino, seja público ou privado. Com o advento da tecnologia e a facilidade de acesso à internet e aplicativos, cada vez mais torna-se difícil não se render a estes. Mas o fato é que a utilização dos mesmos, em hipótese alguma, substitui o professor como ferramenta de transmissão do conhecimento.

Entretanto, há aspectos que devem ser respondidos pelo professor antes de utilizar um recurso audiovisual, seja ele uma simulação, filme, vídeo, etc. O professor pode se perguntar, e deve: “O que de fato os alunos devem perceber? ”, “Como e quando vou utilizar esse recurso?”, “Com qual conhecimento (estrutura cognitiva) esse aluno irá ancorar? ” Ou ainda: “Quais as concepções errôneas que esses alunos poderiam ter? ”.

Essas são questões que precisam ser analisadas pelo professor antes da utilização do mesmo, de forma que o ensino seja efetivo e não causem, ou deixem os alunos criarem, conceitos errados sobre a disciplina a ser ensinada. O professor precisa ter em mente quais conceitos prévios os alunos precisam ter para que a atividade de uma simulação, por exemplo, seja bem

sucedida. É necessário também que após o uso dessa ferramenta (recurso audiovisual) o professor tenha certeza de quais informações foram retiradas pelos alunos depois da atividade.

É evidente que o desenvolvedor, seja de um filme ou de uma simulação online, tem um objetivo que deseja transmitir, que dificilmente será exatamente o mesmo que o professor no momento de ensinar, pois nesse processo de utilização de um recurso o professor expõe o aluno a uma posição de receptor da mensagem do autor da obra.

O uso de recurso audiovisual para alunos surdos é de suma importância, quando bem utilizado, já que esses alunos precisam de uma representação visual muito presente. A própria forma de se comunicar em LIBRAS já é uma representação visual que os mesmos utilizam constantemente. Mas vale lembrar que por vezes os recursos tecnológicos audiovisuais, tais como slides, transparência e algumas simulações, são representações bidimensionais de um mundo tridimensional.

Segundo Vygotsky, como bem explicitado por ROSA. P.R.S (2000):

A gênese dos conceitos científicos é bastante diferente e oposta em um certo sentido à gênese dos conceitos cotidianos. Enquanto os últimos começam concretos e tornam-se, com o tempo, abstratos; os primeiros nascem já totalmente abstratos e, com o tempo, convergem para o concreto.

A ciência por si só possui um caráter complexo, que estamos sempre tentando compreender de forma simplificada para posteriormente generalizar aos fatos observados regularmente na realidade, criando conceitos. Esses são então necessários para a compreensão da realidade científica, no nosso caso, para a compreensão da aula e de um recurso audiovisual que só podem ser absorvidos e decodificados pelos alunos se os mesmos já possuírem ferramentas cognitivas para isso. Em suma, é preciso que haja o conceito para que aquele recurso visual tenha alguma representação e faça sentido para o aluno.

Neste trabalho, os recursos audiovisuais que nos referimos são essencialmente simulações virtuais que pretendemos trazer para um ensino mais interativo com os alunos, deixando-os expostos à experiência. Para além disso, alguns pontos positivos podem ser citados na utilização de simulações: esses recursos no ensino de surdos, possui um grande impacto visual e emocional, visto que há essa necessidade de caracterização; A demonstração de fenômenos simulados ajuda na compreensão, pois alguns fenômenos, além de não poderem ser percebidos no cotidiano de forma direta, às vezes são muito demorados para acontecer; além de também quebrarem a rotina de sala de aula dando certa autonomia aos alunos.

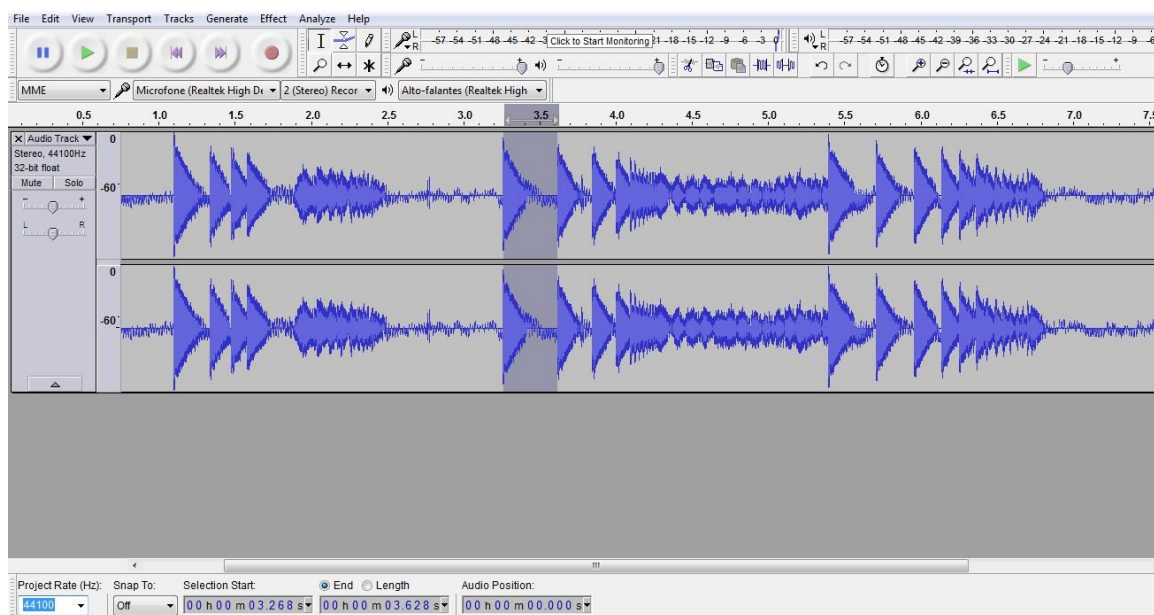
Obviamente que o relato aqui é pensando acerca do ensino de surdos, mas não há nenhum motivo para não aplicá-los ao ensino regular com ouvintes. Na realidade, não deve haver distinção em relação aos conteúdos ensinados, mas as estratégias de ensino podem variar. Estamos

aqui dispostos a problematizar e arranjar soluções para a melhora das fragilidades do ensino, especificamente dos surdos. Para além disso, é necessário frisar que em momento algum o recurso audiovisual deve ser substituído como ferramenta pelo professor em função da falta de tempo de ter introduzido a matéria, em nenhum dos modelos de ensino. Como já bem explicitado, os subsunçores fazem um papel primordial.

## 3.2 Estudo de casos

### 3.2.1 Caso 1

Partindo dos pressupostos apresentados nas seções anteriores e no intuito de fazer uma abordagem progressiva com o aluno dentro do âmbito escolar, há alguns artefatos audiovisuais que aqui podem ser mostrados para uma boa exemplificação sobre física ondulatória. Acredito que antes de todos os exemplos ou intuições de recursos audiovisuais relatados daqui para frente é necessário que o aprendiz tenha sido exposto a alguns conhecimentos prévios, tais como os mostrados no capítulo 2, em fundamentação teórica. Abaixo segue uma imagem do programa Audacity em versão portátil.



**Figura 9: Captação de ondas sonoras geradas da queda livre na vertical de três moedas sobre uma mesa plana. (<http://www.audacityteam.org/>)**

Na utilização do Audacity há diversos aspectos que podem ser abordados pelo professor como ferramentas de seleção de uma faixa específica, tal como na imagem. Alguns dos conceitos que o professor poderia trabalhar que poderíamos citar são:

- Período

- Frequência
- Intensidade Sonora (decibel)
- Sobreposição de ondas

O programa nos dá também opção de inserir músicas ou sons já gravados, além de poder gravar o seu próprio som e ver a representação gráfica. Dessa forma, como motivação, é possível gravar diferentes sons em diferentes intensidades, desde os imperceptíveis aos surdos presentes na sala até os que são perceptíveis (pela vibração) ou audíveis por eles, fazendo uma análise da diferença entre eles. Há ainda ferramentas de filtragem e manipulação no programa de forma a facilitar essa percepção. Os surdos de maneira bem geral não possuem dificuldades para a percepção da vibração, fato este que inclusive causou surpresas no início deste trabalho, mas dessa forma os surdos podem ver no programa exatamente algumas dessas diferenças entre sons de diferentes fontes sonoras e o som de um trovão, por exemplo. Grande parte dos surdos conseguem perceber a onda de pressão de um trovão.

### 3.2.2 Caso 2

Uma alternativa ao uso do Audacity e, obviamente, o uso de um programa não excluirá o outro, é a simulação “Séries de Fourier: Fazendo ondas” do Phet, da Universidade do Colorado. Há diversas simulações, entretanto esta é especialmente útil em uma explicação teórica e prática sobre ondas mecânicas de forma geral.

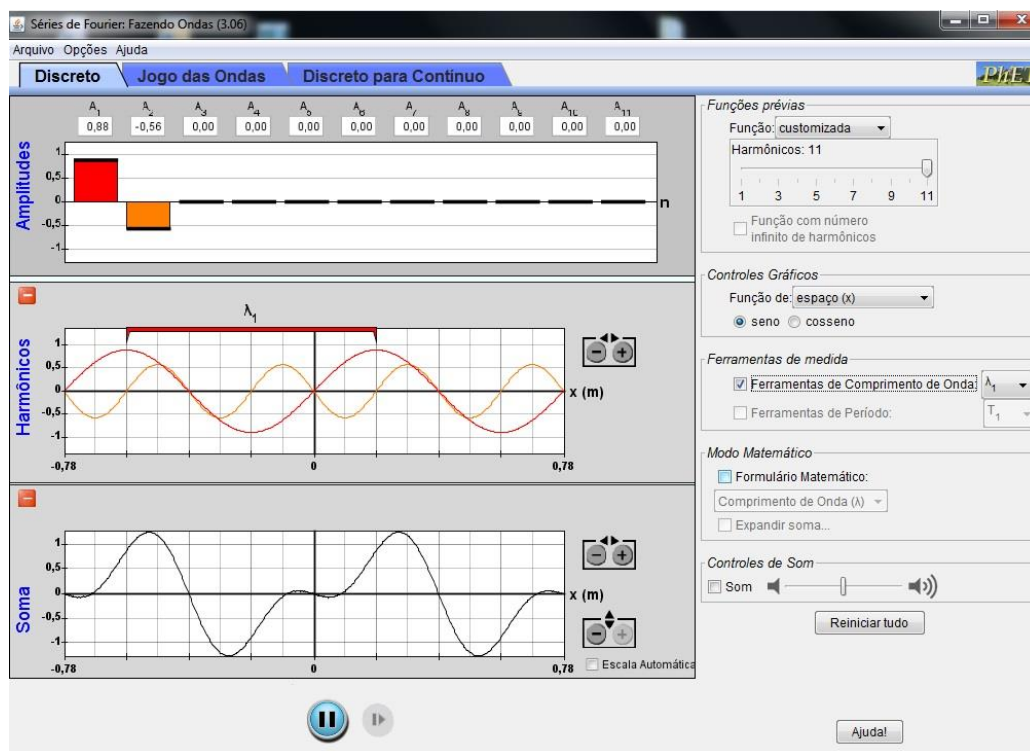
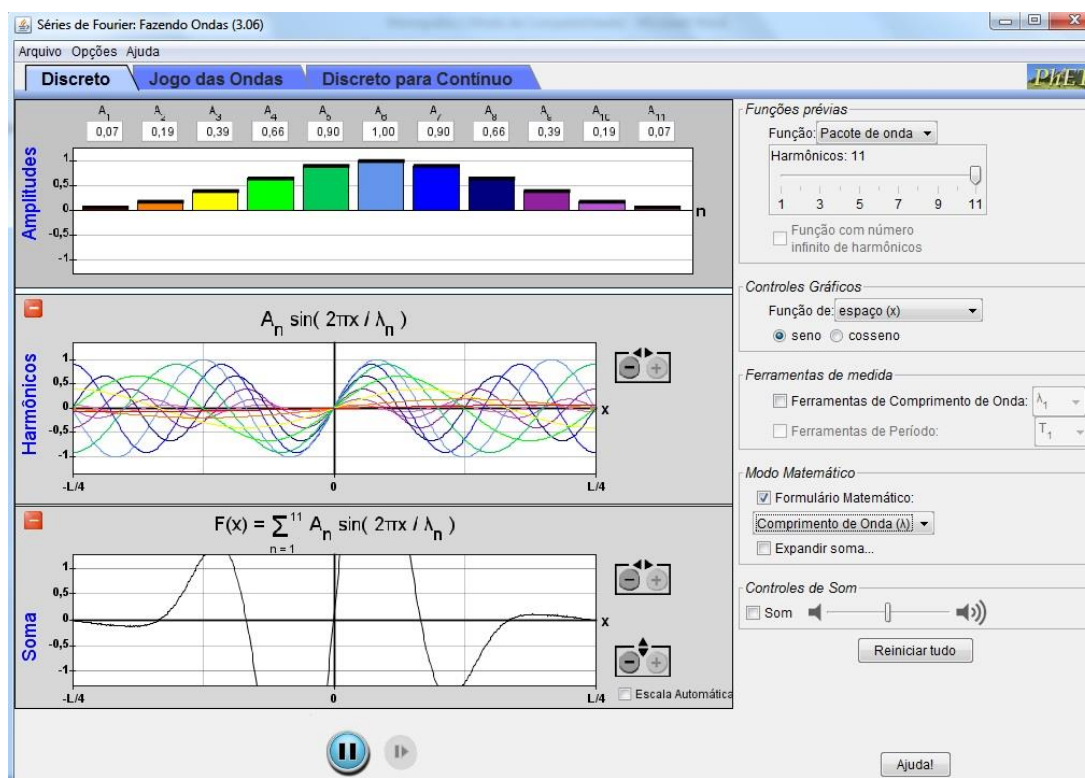


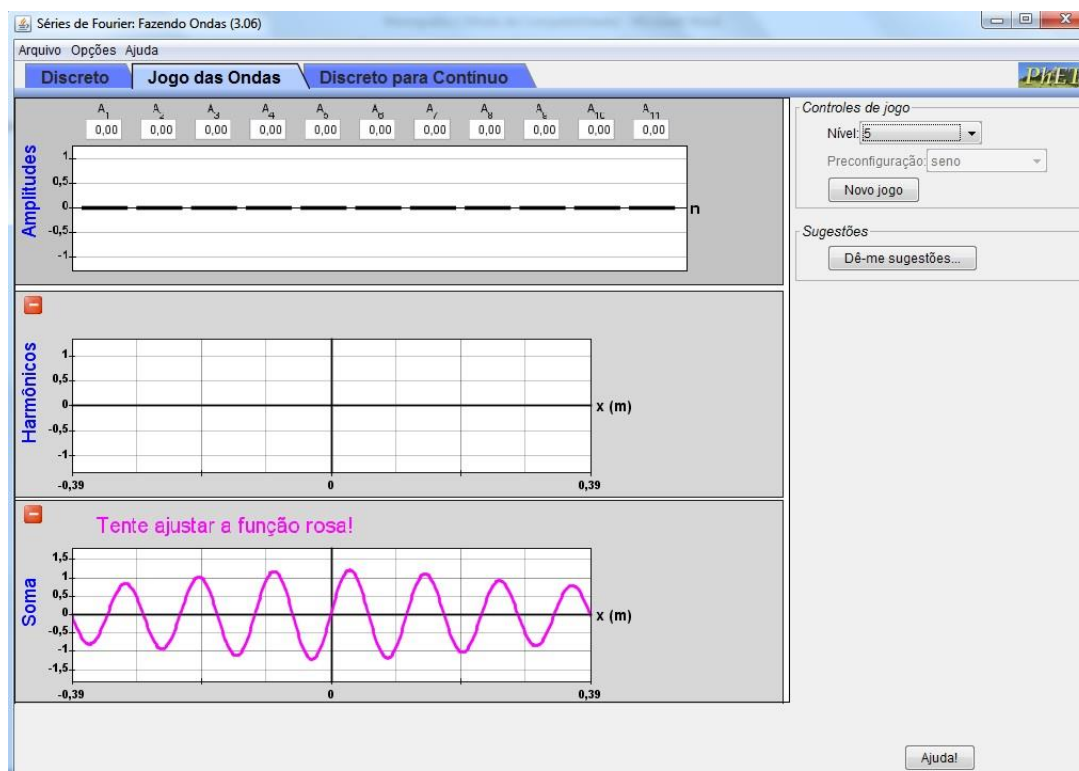
Figura 10: Simulação do programa Séries de Fourier: Fazendo ondas, Phet.  
([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/fourier](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/fourier))

É uma ferramenta extremamente interessante, na qual se pode escolher diversos harmônicos, além dos já pré-definidos, como senoides, cossenoides, ou até mesmo pacote de ondas. Há representações do gráfico em função do espaço, do tempo e do espaço vs. tempo, além de opções de ajuste das amplitudes, formulário matemático e soma (sobreposição) de até 11 funções de ondas. O formulário matemático dá a opção de uma abordagem mais matemática, deixando espaço para a construção de gráficos e análise das funções seno e cosseno.



**Figura 11: Simulação do Programa Séries de Fourier: Fazendo ondas, Phet.**  
([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/fourier](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/fourier))

Algo interessante é que em todos os ajustes feitos há a opção de ativar o som, ou seja, quando muda-se cada parâmetro pode ser perceber o que de fato está mudando. Uma atividade interessante a ser feita é dar autonomia aos alunos surdos para que possam descobrir cada parâmetro e possam perceber as vibrações, encostando a mão ou aproximando uma bexiga de ar na saída do alto-falante, por exemplo. Outra hipótese é fazer uso conjunto com o programa Audacity gravando sons e analisando-os.



**Figura 12: Jogo de ajustes de funções da simulação do programa Séries de Fourier: Fazendo ondas, Phet. ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/fourier](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/fourier))**

Juntamente com a simulação ganha-se um jogo de ajuste de funções de ondas, mostrada na figura acima. Poderíamos assim destacar alguns dos conceitos principais que poderiam ser trabalhados, como:

- Período e frequência
- Comprimento de onda
- Pacote de onda
- Ondas estacionárias
- Representação gráfica de funções de onda
- Timbre

### 3.3 Dificuldades de sinais no ensino de física

Diante de todos os conceitos que foram anteriormente comentados, temos uma grande dificuldade que os circunda com relação ao ensino de alunos surdos: a falta de sinais adequados em LIBRAS.

Como praticar um ensino de conceitos sem sinais relativos a estes e outros conceitos prévios na LIBRAS? Descobriu-se também, em pesquisa de campo, que essa realidade colide diariamente com os professores do ensino de ciências, seja no ensino fundamental, médio ou até



mesmo pós-graduação. Pode-se perceber, diante de diversas conversas com professores e funcionários do INES, que grande parte do andamento da aula é prejudicado por conta dessa carência inegável de representações de até mesmo palavras incomuns no cotidiano da comunidade surda. E isto está aqui sendo dito não como uma forma negativa, mas como algo positivo para que se desenvolvam novos sinais. Isso mostra que há uma evolução e uma educação de ciências sendo feita e alcançando a comunidade surda, que antes jamais havia tido acesso a estas informações. Mas esse é um empecilho que o professor precisa contornar, além de ser um tema que precisa ser abordado e discutido.

Esse não é um assunto fácil, pois há de se ter em vista que qualquer simbologia deve ser representada por um mínimo de coligação com o que se deseja. Entretanto, também não pode fazer alusão a sinais já conhecidos que se conectem com outros significados e conceitos, além de necessitar de uma aceitação por parte dos alunos que ali estão. Ou seja, é um conjunto de fatores que precisam ser levados em consideração, trazendo uma barreira a ser superada pelo professor e pelos alunos com grande frequência.

Há ainda que se levar em consideração que o tempo de contato de certos alunos com a LIBRAS por vezes não passa de alguns poucos anos, como citado anteriormente, considerando o aluno atualmente no ensino médio. Não são todos que tiveram a real oportunidade de estar dentro dessa comunidade, utilizando a LIBRAS desde cedo. Segue uma das anotações de pesquisa de campo:

Um dos fatores que influenciam demais no andamento da matéria é o fato de algumas vezes chegarem alunos que não sabem nada sobre a língua de sinais e tampouco são oralizados, ou seja, possuem sinais apenas necessários como “comer”, “dormir”, “banheiro”. É necessário antes então tentar ensinar a esses alunos LIBRAS (embora tenham aulas de LIBRAS regulares). A defasagem por vezes é grande...

(Hugo Henrique, notas de campo, visita INES - 02 de Junho de 2016)

Voltamos então à questão das estruturas cognitivas que faltam a estes alunos agregando fragilidade ao ensino. Embora haja casos mais graves como o citado acima, pode-se perceber que essa é uma realidade que bate à porta. Vale lembrar também que há alunos que chegam do ensino público do Estado, provenientes de escolas inclusivas, e que por vezes adquirem uma boa base em português, mas são uma parcela pequena.

De tudo que foi falado e embasando-se na TAS é fato que uma checagem conceitual dos alunos em relação aos sinais prévios que serão necessários na aula precisa ser feita. O professor precisa compreender e saber exatamente quais são os sinais que serão utilizados para explicar a matéria que será ensinada e caso os alunos não os possuam, precisa-se destinar um tempo da aula a fazer isso. Esse tempo para surpresas, precisa constar no planejamento do professor.

Um exemplo, inclusive comentado pelo professor Hugo Henrique durante a visita ao INES é: como ensinar o conceito de aceleração, sem ter um sinal próprio? Não é pelo fato de um corpo estar em movimento que o mesmo terá aceleração. De forma ainda mais básica, o professor Hugo Henrique comentou, durante a visitação:

Os alunos possuem dificuldade em algumas compreensões, por exemplo, explicar o conceito de velocidade. Alguns podem até saber o que é, mas há falta de classificadores para tal. Existe o sinal em LIBRAS para “Rápido” e “Devagar”, mas não se pode deixar os alunos pensarem que só há velocidade quando se está rápido, pois mesmo um objeto devagar possui velocidade.

A grande questão de se criar sinais ou, mais especificamente, combinar sinais com os alunos é que por conta do pouco uso acaba-se por esquecer. E, mais grave que isto, é que apenas aquele pequeno grupo de alunos saberiam um sinal para determinada palavra ou conceito. É preciso que toda a comunidade conheça e tenha acesso a este sinal para que assim possa ser aceito ou não. As pessoas possuem diferentes vivências e um sinal que talvez possa ser bem aceito para uns, pode não ser bem aceito para outros.

O fato é que a falta de sinais precisa ser discutida e para isso há um grupo de pesquisa de novos sinais de LIBRAS dentro do INES. É um grande passo e avanço que esses assuntos nunca antes discutidos, hoje estarem em pauta de pessoas que se importam e pesquisam o assunto. Com o advento da tecnologia há também a criação do Gestuno, que é uma Língua Internacional de Sinais, que funciona como auxiliar internacional na comunicação. É muitas vezes utilizada em conferências internacionais pelos surdos ou em viagens. É uma forma dos sinais se difundirem e de surdos de diferentes países conversarem entre si.

Para além disso, vale dizer que é de grande valia para os professores e também para os alunos surdos que os temas sejam contextualizados. Nem todos possuem a facilidade de compreender o assunto que o professor quer abordar naquele momento, uma boa oportunidade poderia ser uso de revistas, jornais ou reportagens para contextualizar o assunto e após iniciar a discussão. É uma forma de estimulação sobre debates em assuntos correlacionados, e também uma forma de perceber se os alunos ali possuem domínio acerca do vocabulário que está sendo mostrado. Deste modo, há também uma grande brecha para criação e discussão de novos sinais e conceitos.

### 3.4 Proposta de desenvolvimento de aula

De acordo com todas as informações descritas ao longo deste trabalho e levando em consideração a TAS, também já descrita, será proposto um modelo de aplicação em sala de aula atendo-se para as questões mais críticas do dia-a-dia do ensino da ciências dentro de sala de aula: falta de sinais em LIBRAS, tempo para criação e discussão de novos sinais e contextualização do conteúdo. Irei dispor de 5 tempos de aula (45 minutos cada aula), sendo divididos em pelo menos 2 dias distintos de aulas de física. Essa proposta (na página seguinte) é feita pensando no ensino dentro de uma escola bilíngue (com o auxílio de um intérprete dentro da sala, se preciso) ou pedagogia surda, usando como motivador o estudo de ondas mecânicas, especificamente as sonoras. Vale ressaltar que a criação de novos sinais durante uma aula deve ser feita cautelosamente caso nenhum dos alunos conheça um sinal para determinada palavra, entretanto é preciso ter uma representação (mesmo que apenas com aqueles alunos) de um sinal em LIBRAS para poder ensinar ou fazer o uso da datilologia, o que não é o ideal.

O intuito principal deste capítulo é juntar as informações da fundamentação teórica sobre ondas mecânicas, o ouvido humano e os exemplos dados no capítulo 2, agregados das simulações e programas utilizados para contracenar com a TAS de Ausubel, para assim juntos tentar contornar e minimizar as dificuldades no ensino de surdos, dando vertentes para os professores seguirem tornando suas aulas mais eficazes e significativas, podendo por vezes explorar o uso de recursos audiovisuais. É importante que o professor que esteja disposto a passar pelo ensino de surdos, seja em qualquer instância, compreenda bem a cultura dessa comunidade de forma a poder se inteirar dos conceitos prévios que esses alunos possuem, e mais ainda, da carência desses conceitos que estes talvez possam ter. É por esse motivo que a Teoria de Aprendizagem Significativa teria grande contribuição e efetividade na medida do mesmo.

*Plano de aula:*

<b>Disciplina:</b> Física		<b>Data:</b> XX/XX/2016
<b>Professor:</b> Gabriel Ferreira		<b>Tempo disponível:</b> 5 tempos (225 minutos)
<b>Ano:</b> 3º Ensino médio		<b>Tema:</b> Ondas mecânicas
<p><b>Palavras-chave:</b> Propagação, frequência, comprimento de onda, velocidade e intensidade sonora.</p> <p><b>Assuntos:</b> Equação da onda e ondas sonoras</p> <p><b>Objetivos:</b> Aplicar a TAS utilizando recursos audiovisuais para compreensão do conceito de propagação e onda sonora.</p> <p><b>Conteúdo:</b> Conceito de ondas mecânicas e suas classificações, intensidade sonora e equação fundamental das ondas</p>		
1º momento	Verificação dos conhecimentos prévios dos alunos e momento para discussão e criação de novos sinais em LIBRAS (se necessário).	Quadro e giz Tempo: 35 min
2º momento	Introdução do conceito de ondas mecânicas, dando exemplos com uma corda ou mola maluca (brinquedo de criança).	Quadro e giz Tempo: 45 min
3º momento	Reproduzir sons pré-estabelecidos com o Audacity (como o do trovão) e gravar sons (voz, palmas, etc).	Recurso audiovisual Tempo: 30 min
4º momento	Formalizar matematicamente e graficamente o que é onda sonora. Como também intensidade sonora (db).	Quadro e giz. Tempo: 30 min
5º momento	Utilizar o programa Séries de Fourier: Fazendo ondas para explorar o conceito de comprimento de onda, frequência, período e harmônicos.	Recurso audiovisual Tempo: 40 min
6º momento	Fazer um exercício formal e propor que mexam no programa Séries de Fourier.	Quadro, giz e recurso audiovisual Tempo: 30 min
Tempo total: 210 min		
<b>Bibliografia:</b> Livro utilizado na instituição de ensino		

## 4 Considerações finais

Ao longo de todo este trabalho surgiram muitas dúvidas em cada uma das vertentes discutidas sobre o ensino de física para surdos. Após a compreensão da comunidade surda, da história da surdez e do ensino para surdos é que se fez possível uma articulação em cima de uma metodologia de ensino. Desta forma, torna-se primordial esses conhecimentos para quaisquer profissionais que desejam ter contato com a comunidade surda.

Em primeiro momento o cerne deste trabalho tinha a pretensão de propor discussões de traduções de fenômenos sonoro para visuais. Entretanto não se tinha a real dimensão de que este ensino estava repleto de fragilidades e sutilezas a serem resolvidas. Assim, o enfoque principal se tornou implementar artifícios no intuito de melhorar esse ensino e sanar suas fragilidades a partir da TAS.

Acerca da carência de sinais em LIBRAS para o ensino de surdos é proposto que haja, sempre que necessário, discussões no início da aula de forma a criar (ou ao menos, caracterizar) sinais para utilizar durante a aula. Esta é uma das maiores dificuldades encontrada na rotina de sala de aula, pois esse tempo adicional necessário custa caro ao professor no andamento com o conteúdo durante o ano letivo. As soluções mais viáveis são: reservar algum tempo em sala para a criação desses sinais, mesmo que para apenas aquela turma, ou fazer o uso da datilologia (soletrar a palavra em LIBRAS) tendo anteriormente explicado o conceito físico relacionado. É também uma boa oportunidade de o professor concatenar com uma averiguação dos conhecimentos prévios destes alunos, de forma a validar a TAS em sua totalidade.

Em relação aos recursos audiovisuais é sugerido que haja a utilização dos mesmos, quando possível, de forma a aumentar o rendimento e efetividade na transmissão do conteúdo a estes alunos. Cabe ressaltar que as atividades sugeridas aqui funcionam de modo a caracterizar a aula de uma maneira diferente e, a partir de uma nova perspectiva, pensar a proposta pedagógica do ensino de ondas; como explicitado no plano de aula, há um espaço para o desenvolvimento de uma aula expositiva, o que não invalidará a TAS. É também um incremento a ser utilizado durante as aulas como ponto motivador à percepção de ondas sonoras por parte dos surdos.

Há uma escassez de discussões em relação ao ensino de alunos com alguma deficiência durante o curso de graduação de licenciatura em física. Em algum momento é preciso propor debates sobre o assunto e oferecer práticas formativas que se proponham à preparação desses profissionais nos cursos de licenciatura.

Um aspecto importante observado durante a pesquisa para este trabalho é que, de uma maneira geral, os trabalhos publicados na literatura são escritos por especialistas ouvintes. O percentual de estudiosos surdos que publicaram algo sobre o assunto é realmente muito pequeno e isso nos faz pensar que precisamos de surdos especialistas que possam de fato relatar a sua ótica e experiência.

As informações e citações aqui descritas foram obtidas com muito cuidado em visitas ao INES, trabalhos publicados em anais de congresso, revistas de ensino, participação em seminários de ensino de física e de matemática no INES, defesa de tese de doutorado na área da surdez, como também em conversa com profissionais de outro estado (Porto Alegre). Este trabalho relatou diversas especificidades do ensino de surdos, sendo eles primordiais para um professor que deseja ter contato com este ensino.

## Referências bibliográficas

- [1] BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acessado em: 04 jun. 2016;
- [2] BRASIL, **Decreto nº 5626 de 22 de dezembro de 2005**. Brasília. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm)>. Acessado em: 05 jun. 2016;
- [3] BRASIL, **Lei Diretrizes Bases (LDB)**, Ministério da Educação. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)>. Acessado em: 05 jun. 2016;
- [4] BRASIL, **Lei nº 10.436 de 24 de abril de 2002**. Brasília. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10436.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10436.htm)>. Acessado em: 05 jun. 2016;
- [5] BOAS, Paulo Henrique Vilas. **Relatório Final Prévio: Comunicações Ópticas** (Orientador: Prof. Dr. Edmilson José Tonelli Manganote), Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, 2010;
- [6] BOTAN, Everton. **Ensino de física para surdos: Três estudos de casos para implementação de uma ferramenta didática para o ensino de cinemática**. Dissertação de mestrado, UFMT, Instituto de Física, 2012;
- [7] CONDE, José Bernardo Menescal. **O ensino de Física para alunos portadores de deficiência auditiva através de imagens: módulo conceitual sobre movimentos oscilatórios**. Dissertação de mestrado. UFRJ, Rio de Janeiro, 2011;
- [8] CENSO DEMOCRÁTICO. **Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010;
- [9] CENSO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR 2013. **Manual do usuário, MEC**. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/censo\\_superior/questionarios\\_e\\_manuais/2013/manual\\_aluno\\_censup2013.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/questionarios_e_manuais/2013/manual_aluno_censup2013.pdf)>. Acessado em: 23 out. 2016;
- [10] EIJ, Hugo. **Surdez na Idade Média/Moderna**. Repositório Online de produções culturais das comunidades surdas. Disponível em <<https://culturasurda.net/idade-media-moderna/>>. Acessado em: 29 jun. 2016;
- [11] ENTREVISTA, Record TV. **Homem que nasceu surdo consegue falar em três línguas, toca piano e faz doutorado**, Armando Nembri. Disponível em: <<http://entretenimento.r7.com/hoje-em-dia/videos/homem-que-nasceu-surdo-consegue-falar-em-tres-linhas-toca-piano-e-faz-doutorado/idmedia/525e99250cf225a12d37a8b5.html>>. Acessado em: 07 set. 2016;
- [12] FENEIS, **Nota técnica**. MEC, SECADI, DPEE. Disponível em: <<http://pfdc.pgr.mpf.mp.br/temas-de-atuacao/inclusao-para-pessoas-com-deficiencia/educacao-inclusiva/documentos-de-outros-orgaos/nota-tecnica-no-65-2012-mec-secadi-dpee>>. Acessado em: 23 set. 2016;

- [13] GUIMARÃES, Luiz Alberto; BOA, Marcelo Fonte. **Física, Eletricidade e Ondas**. Editora Galera, São Paulo, 2008;
- [14] HALLIDAY & RESNICK. **Fundamentos de física: Gravitação, ondas e termodinâmica**. Editora LTC, 9ª edição;
- [15] IBGE TEEN, **Dia internacional das pessoas com deficiência**. Disponível em: <<http://teen.ibge.gov.br/calendario-teen-7a12/evento/1096-dia-internacional-das-pessoas-com-deficiencia.html>>. Acessado em: 23 out. 2016;
- [16] KALATAI, Patricia; STREIECHEN, Eliziane Manosso. **As principais metodologias utilizadas na educação dos surdos no Brasil**. Anais de congresso. Disponível em <<http://anais.unicentro.br/seped/pdf/iiiv3n1/120.pdf>>. Acessado em: 11 mai. 2016;
- [17] KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio, Termologia, Óptica, Ondulatória**. Editora Saraiva, vol. 2, 2013;
- [18] LEAL, Christiana Lourenço. **Estratégias de referenciação na produção escrita de alunos surdos**. Editora CRV, 1ª edição. Curitiba, 2016;
- [19] LIMA, Camila Machado de. **Educação de surdos: desafios para a prática e formação de professores**. Editora WAK, Rio de Janeiro, 2015;
- [20] MOREIRA. **Aprendizagem significativa: Um conceito subjacente**. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acessado em: 10 out. 2016;
- [21] PCN+, Ensino Médio. **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Disponível em: <[http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN\\_FIS.pdf](http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf)>. Acessado em: 05 jun. 2016;
- [22] ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências**. Departamento de Física – UFMS. Repositório USP. Disponível em: <[http://www.ciencia.amao.usp.br/dados/ard/\\_ousodosrecursosaudiovisuaiseoensinodecienciaspaul.arquivo.pdf](http://www.ciencia.amao.usp.br/dados/ard/_ousodosrecursosaudiovisuaiseoensinodecienciaspaul.arquivo.pdf)>. Acessado em: 06 set. 2016;
- [23] RUI, Laura Rita. **A física na audição humana. Textos de apoio ao professor de física**. Dissertação de mestrado. UFRGS, vol. 18, n.1, 2007;
- [24] SABANAI, Noriko Lúcia. **A evolução da comunicação entre e com surdos no Brasil**, 2007. Disponível em: <<http://www.helb.org.br/index.php/revista-helb/ano-1-no-1-12007/92-a-evolucao-da-comunicacao-entre-e-com-surdos-no-brasil>>. Acessado em: 10 jun. 2016;
- [25] SACKS, Oliver. **Vendo vozes: Uma viagem ao mundo dos surdos**. Editora Companhia de bolso, São Paulo, 1998;
- [26] SILVA, Silvana Araújo. **Conhecendo um pouco da história dos surdos**. Londrina-PR, 2009. Disponível em: <[http://www.uel.br/prograd/nucleo\\_acessibilidade/documentos/texto\\_li-bras.pdf](http://www.uel.br/prograd/nucleo_acessibilidade/documentos/texto_li-bras.pdf)>. Acessado em: 10 jun. 2016;
- [27] SILVA, Cristina Soares da. **Educação musical para surdos**. Artigos Meloteca, 2011;



[28] SIMULAÇÕES, **Universidade do Colorado, Phet**. Disponível em <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/physics/sound-and-waves](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics/sound-and-waves)>;

[29] WHEATSTONE, Charles. **On the figures obtained by strewing sand on vibrating surfaces, commonly called acoustic figures**. Royal Society London, p.593-633. Disponível em: <[rstl.royalsocietypublishing.org](http://rstl.royalsocietypublishing.org)>. Acessado em: 03 mai. 2016;

