



UNILAB

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA

AFRO-BRASILEIRA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA - ICEN

CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA

CRISTIANO DA SILVA BATISTA

UM CAMINHO ALTERNATIVO PARA O SOM COMO FERRAMENTA DE ENSINO

DAS ONDAS SONORAS PARA SURDOS

REDENÇÃO

2020

CRISTIANO DA SILVA BATISTA

UM CAMINHO ALTERNATIVO PARA O SOM COMO FERRAMENTA DE ENSINO DAS
ONDAS SONORAS PARA SURDOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Física do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza - ICEN da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciatura em Física.

Orientadora: Prof. Dra. Cinthia Marques Magalhães Paschoal

REDENÇÃO

2020

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Batista, Cristiano da Silva.

B333c

Um caminho alternativo para o som como ferramenta de ensino das ondas sonoras para surdos / Cristiano da Silva Batista. - Redenção, 2020.

32f: il.

Monografia - Curso de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2020.

Orientadora: Prof. Dra. Cinthia Marques Magalhães Paschoal.

1. Física - Experiências. 2. Ensino -Aprendizagem. 3. Ondas sonoras. 4. Surdez. I. Título

CE/UF/BSCA

CDD 535.2

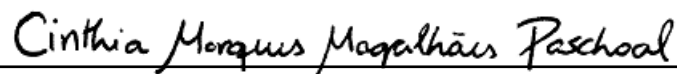
CRISTIANO DA SILVA BATISTA

UM CAMINHO ALTERNATIVO PARA O SOM COMO FERRAMENTA DE ENSINO DAS
ONDAS SONORAS PARA SURDOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Física do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza - ICEN da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciatura em Física.

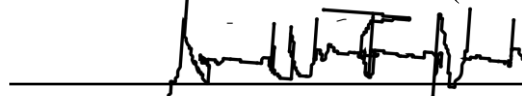
Aprovada em: 28/10/2020

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Cinthia Marques Magalhães
Paschoal (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da
Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)



Prof. Dr. Aurélio Wildson Teixeira de Noronha
Universidade da Integração da Lusofonia
Afro-Brasileira (UNILAB)



Prof. Dr. Elcimar Simão Martins
Universidade da Integração da Lusofonia
Afro-Brasileira (UNILAB)

À minha família, por me apoiar nos momentos mais difíceis e por nunca deixar de acreditar em minha capacidade de vencer.

AGRADECIMENTOS

A Prof. Dr. Cinthia Marques Magalhães Paschoal por me orientar em meu trabalho de conclusão de curso e por sua contribuição em meu crescimento profissional.

As Profs. Dr. Mylene Ribeiro Moura Miranda e Silvia Helena Roberto Sena por suas contribuições fundamentais no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Instituto Cearense de Educação de Surdos e ao Instituto Filippo Smaldone pelo apoio e colaboração na execução deste trabalho.

Aos meus familiares: pai, mãe, avós maternos, tia e tio maternos por todo suporte necessário para trilhar meu caminho durante a graduação.

Aos meus amigos(as): Emilia Uchoa, Maria José, Midana Baial, Abmael Rogrigues, Douglas Lima e Vitória Freitas por todas as discussões conceituais durante o curso.

Aos meus grandes amigos Lucas Santos e Veridiano Araújo por todos os momentos vivenciados durante a graduação, serei sempre grato.

Ao meu amigo Thiago Henrique que foi de suma importância para o desenvolvimento das pesquisas de campo.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar uma aprendizagem de qualidade, por me tornarem um ser mais racional, pela amizade e por todos os ensinamentos que levarei para a vida.

Agradeço em especial a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, por me proporcionar vivências que serviram para meu crescimento pessoal e profissional.

“O mundo está nas mãos daqueles que tem a coragem de sonhar e de correr o risco de viver seus sonhos.”

(Paulo Coelho)

RESUMO

O aprendizado de Física apresenta desafios para muitos alunos do Ensino Médio e, quando neste processo estão envolvidos alunos com algum tipo de deficiência, os obstáculos podem ser maiores, sendo necessários estímulos diversos para facilitar a aprendizagem. Este trabalho, que possui uma abordagem qualitativa, refere-se ao ensino do som para alunos com deficiência auditiva através de um experimento, conhecido como disco que toca no crânio, que possibilita a percepção sonora por meio da vibração dos ossos faciais. O objetivo principal foi de auxiliar a compreensão desse conteúdo para alunos surdos. Além do experimento, são apresentadas duas abordagens distintas do ensino de ondas sonoras para dois grupos de alunos com deficiência auditiva. Os resultados mostraram que o experimento proporcionou um caminho sonoro alternativo para a maior parte dos estudantes, permitindo que percebessem o som de uma música e tivessem momentos de muita surpresa e entusiasmo, e que uma abordagem mais interativa e próxima da realidade é muito importante para a aprendizagem de alunos com deficiência auditiva.

Palavras-chave: Física. Ondas sonoras. Surdez. Ensino-Aprendizagem.

ABSTRACT

Physics learning presents challenges for many high school students and, when students with some type of disability are involved in this process, the obstacles may be greater, requiring different stimuli to facilitate learning. This work, which has a qualitative approach, refers to the teaching of sound to students with hearing impairment through an experiment, known as a disk that touches the skull, which enables sound perception through the vibration of facial bones. The main objective was to help the understanding of this content for deaf students. In addition to the experiment, two different approaches to teaching sound waves are presented for two groups of students with hearing impairment. The results showed that the experiment provided an alternative sound path for most students, allowing them to perceive the sound of a song and have moments of great surprise and enthusiasm, and that a more interactive and close to reality approach is very important for the learning of students with hearing impairment.

Keywords: Physics. Sound Waves. Deafness. Teaching-Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem ilustrativa da estrutura do ouvido humano.	12
Figura 2 – Imagem ilustrativa da audição por condução óssea.....	13
Figura 3 – Figura 3A: colaboração da intérprete do ICES; Figura 3B: colaboração da intérprete do IFS.....	16
Figura 4 – Experimento disco que toca no crânio.....	17
Figura 5 – Exemplificação de como é o procedimento para o funcionamento do disco que toca no crânio.....	18
Figura 6 – Pré-teste aplicado no ICES.....	18
Figura 7 – Momento da aplicação no ICES.....	19
Figura 8 – Experimento do tubo de Kundt.....	19
Figura 9 – Aplicação do experimento disco que toca no crânio no primeiro dia no ICES.	20
Figura 10 – Aplicação do experimento disco que toca no crânio no segundo dia no ICES.	20
Figura 11 – Pré-teste aplicado no IFS.....	21
Figura 12 – Figura 12A: exemplificação de ondas longitudinais; Figura 12B: Maquete utilizada para representar algumas características das ondas.....	22
Figura 13 – Experimento do tubo de Kundt no IFS.....	22
Figura 14 – Aplicação do experimento disco que toca no crânio no IFS.	23
Figura 15 – Pós-teste aplicado no IFS.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados do pré-teste aplicado no ICES.....	24
Tabela 2 – Dados de quantos alunos perceberam o som no experimento disco que toca no crânio no ICES.	25
Tabela 3 – Resultados do pré-teste e pós-teste aplicados no IFS.....	26
Tabela 4 – Dados de quantos alunos perceberam o som no experimento do disco que toca no crânio no IFS.	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Os caminhos do som	12
1.2	O ensino de Física para surdos	13
2	METODOLOGIA.....	16
2.1	O experimento: disco que toca no crânio	16
2.2	Aplicação I.....	18
2.3	Aplicação II	21
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
4	CONCLUSÕES.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

Saber o que é a surdez e como ela pode ser desenvolvida é algo que poucas pessoas na sociedade possuem acesso. Desse modo, para Monteiro, Silva e Ratner (2016, p.1) a surdez pode ser caracterizada da seguinte forma:

Como a redução ou ausência da capacidade de ouvir determinados sons e pode ser classificada em dois tipos: perda auditiva condutiva, que se dá geralmente por obstruções da orelha externa como, tampões de cera, infecções no canal do ouvido, tímpano com rotura ou perfurado; e perda auditiva neurosensorial, que compreende danos nas células ciliadas da cóclea. Sobre as causas, esta pode ser congênita, causada por rubéola gestacional, medicamento tomados pela gestante, hereditariedade e complicações no parto como a anóxia (fornecimento insuficiente de oxigênio), ou pode ser adquirida por consequência de otites de repetição na infância, mau uso de antibióticos e até viroses.

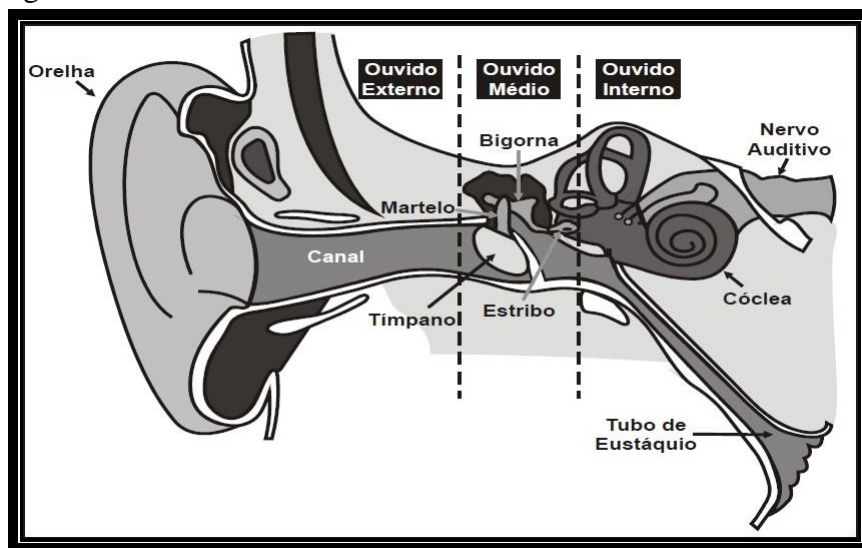
Assim, pode-se dizer que a percepção sonora difere bastante quando se compara uma pessoa surda e uma ouvinte. Para os ouvintes, a percepção do som é algo natural, estando presente em seu cotidiano através da música, do som de uma campainha, da buzina de um carro, do som dos pássaros, dentre outros fenômenos. Já para um surdo, o som é sentir a vibração das coisas ao seu redor, uma vez que possui o sentido do tato aguçado (OLIVEIRA, 2017). Assim, em circunstâncias em que os alunos surdos frequentam o mesmo espaço educacional que alunos ouvintes, faz-se necessário que o docente tenha uma metodologia que favoreça a aprendizagem de ambos. Para Oliveira (2010, p.3), “a utilização das práticas educativas adequadas, devem acompanhar o ritmo de cada aluno e suprir às expectativas de saber dos alunos, e principalmente dos alunos com deficiência auditiva, sem diferenças”. Pensando no ensino de Física, como abordar o conteúdo de ondas sonoras para alunos surdos, através do uso da Língua Brasileira de Sinais (Libras) ou seria melhor uma abordagem que explore mais o tato e o aspecto visual? São estas indagações que o presente trabalho procura responder, buscando apresentar uma forma de trabalhar as ondas sonoras com alunos surdos.

Além da sugestão didática, o trabalho apresenta um caminho auditivo alternativo que possibilita alguns surdos perceberem o som. Desse modo, esta ferramenta pode servir como auxílio didático ao professor, deixando mais atraente e mais clara a ideia do som para os alunos surdos. Conforme Pellanda (2006, p.181), “o fato mais importante é ter a coragem e o empenho para transformar o ideal em realidade, apesar dos desafios e barreiras que surgem no decorrer do caminho”, possibilitando, assim, uma inclusão educacional no ensino de Física.

1.1 Os caminhos do som

A produção de sons por corpos em vibração é comum na experiência diária. Para que a vibração alcance nossos ouvidos, ela precisa ser transmitida por um meio material (NUSSENVEIG, 2002). Por exemplo, quando estamos próximos a aparelhos de som, a vibração nos alto falantes propaga-se pelo ar chegando até os ouvidos. A Fig. 1, da Ref. Spada (2015, p.1), mostra uma ilustração do ouvido humano, com algumas de suas estruturas, e apresenta a divisão em ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno. As vibrações do ar que chegam ao ouvido externo são transmitidas para membranas, ossículos, líquidos, terminações nervosas, sendo convertidas em sinais elétricos na cóclea, localizada no ouvido interno. Esses sinais são transmitidos até o cérebro através do nervo auditivo (BRASIL, 1997). Pode-se chamar esta forma de audição como audição por condução aérea (CA). No caso dos surdos, existe alguma falha na transmissão da vibração do ouvido externo até o cérebro, de modo que o surdo recebe as vibrações pelo ar, mas não as reconhece como sons.

Figura 1 – Imagem ilustrativa da estrutura do ouvido humano.

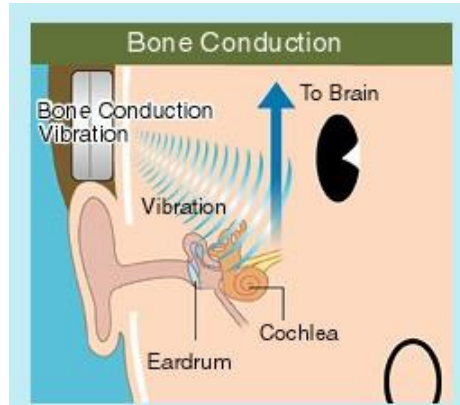


Fonte: (SPADA, 2015, p.1)

Entretanto, existem outras formas de audição que podem ser favoráveis para alguns casos de surdez, como a audição por condução óssea (CO) e a condução por cartilagem (CC). A CC foi descoberta em 2004 por Hiroshi Hosoi e está relacionada com a vibração da cartilagem auricular (HOSOI et al., 2019). No caso da CO, um dos primeiros cientistas a estudá-la foi Georg Von Békésy, que recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina em 1961 (DAUMAN, 2013). A CO é indicada para pessoas cuja perda auditiva está relacionada a problemas no ouvido

externo e médio, pelo fato de ser uma condução que transmite o som de modo direto até o ouvido interno (PACCOLA; FERNANDES; MONDELI, 2013), como mostra a Fig.2, da Ref. (GOLDENDANCE, s.d., p.2).

Figura 2 – Imagem ilustrativa da audição por condução óssea.



Fonte: (GOLDENDANCE, s.d., p.2)

Ou seja, a CO acaba sendo prejudicada se existe uma lesão no ouvido interno (FICHINO; LEWIS; FAVERO, 2007). Entretanto, em alguns casos a CO é indicada também para pessoas com surdez profunda em um ouvido e uma audição leve ou até normal no outro (SCHUMAIER, 2003).

Assim, percebe-se que há maneiras distintas para a audição. No desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se o método de audição por CO o que proporcionou uma alternativa para o ensino do assunto som para surdos.

1.2 O ensino de Física para surdos

Para Nussenzeig (2013, p. 2), “a Física é em muitos sentidos a mais fundamental das ciências naturais, e é também aquela cuja formulação atingiu o maior grau de refinamento”. Através da Física, busca-se a compreensão do universo ao nosso redor (FERNANDES, 2016). Apesar da sua relevância, a disciplina de Física parece não ter grande importância para os alunos. Este fato acontece muitas vezes por conta dos professores não mostrarem uma relação entre teoria e prática, contemplando apenas a parte matemática. Outro fator que pode contribuir é a formação de má qualidade do professor ou a falta de formação específica, tendo em vista que existem professores formados em outras áreas lesionando a disciplina de Física. Com isso, a Física acaba sendo deixada de lado e os alunos criam uma ideia controversa sobre o que a

disciplina apresenta (GOMES, 2016).

Segundo Pereira e Matos (2017, p. 2), “este cenário é mais crítico quando se trata do ensino de Física para surdos, pois é perceptível a escassez de pesquisas sobre o tema, de modo que as informações mostram a precariedade na forma em que os conteúdos a serem ensinados chegam até esses alunos”. Uma pesquisa feita por Paiva (2016) entre os anos de 2005 a 2014, ou seja, em um período de 10 anos, contabilizou 30 artigos nacionais relacionados ao ensino de Física para surdos. Nessas publicações não há uma diversidade nos temas de Física abordados, sendo Mecânica Clássica o tema mais trabalhado, possuindo 12 publicações.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Brasil, 1996), no artigo 59, determina que os alunos com necessidades especiais devem ter garantidos “currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos para atender às suas necessidades”. No entanto, existem várias lacunas a serem preenchidas em relação ao ensino de Física para surdos. Talvez a maior delas esteja na formação do professor, visto que muitos concluem suas formações sem ter acesso a uma preparação adequada para lidar com alunos com deficiência (PLAÇA et al., 2011).

Diante desta realidade, os professores de Física devem procurar meios mais didáticos para possibilitar uma melhor aprendizagem de seus alunos. Procurando, tanto em sua formação inicial quanto continuada, maneiras de superar as barreiras educacionais existentes no ensino de Física para alunos surdos. Um exemplo de uma metodologia útil é a que se utiliza de estímulos visuais, buscando incitar o conhecimento através de imagens, experimentos e slides (MORAES et al., 2015). Segundo Ricardo e Freire (2007, p. 262), “talvez para superar o discurso de que “é bonito na teoria, mas na prática não funciona” seja relevante lembrar que não se trata de tentar aplicar a teoria na prática, mas de mudar a prática”.

O objetivo geral do presente trabalho é apresentar um caminho auditivo alternativo e também abordagens diferentes de ministrar uma aula sobre sons, buscando auxiliar a compreensão desse conteúdo. Toda essa ideia partiu de um experimento conhecido como disco que toca no crânio, visto em um canal do YouTube, chamado manual do mundo. No vídeo do canal, o experimento era feito com ouvintes e as vibrações sonoras eram levadas diretamente ao ouvido interno. Desse modo, imaginou-se que este experimento poderia ser eficaz com uma pessoa surda. Após fazer a primeira experimentação, que possuiu um resultado positivo, viu-se a necessidade de expandir a sensação de alguns surdos perceberem o som, muitos deles pela primeira vez. Desse modo, buscou-se identificar quantos surdos conseguem perceber o som através do experimento e, além disso, foi feito um comparativo entre as formas de tratar o tema

de ondas sonoras com alunos surdos.

2 METODOLOGIA

A pesquisa de campo, que possuiu uma abordagem qualitativa, se desenvolveu em duas etapas: a primeira aplicação ocorreu no Instituto Cearense de Educação de Surdos (ICES), com uma aula mais expositiva que contou com a presença de 26 alunos. Um ponto a se destacar é que uma parte considerável dos alunos envolvidos possuía, além da surdez, outra deficiência, como déficit de atenção e deficiência visual. A segunda aplicação, meses depois, ocorreu no Instituto Filippo Smaldone (IFS), com uma aula mais interativa, buscando a participação dos 11 alunos presentes. Nas duas etapas, houve a colaboração de intérpretes das instituições, como mostra a Fig. 3.

Figura 3 – Figura 3A: colaboração da intérprete do ICES; Figura 3B: colaboração da intérprete do IFS.



Fonte: acervo dos autores.

Com isso, a comunicação com os alunos tornou-se mais acessível e possibilitou um melhor desenvolvimento das atividades. Durante as duas aplicações foi apresentado e executado com os alunos o experimento disco que toca no crânio.

2.1 O experimento: disco que toca no crânio

O experimento, desenvolvido pelo canal do YouTube, chamado Manual do Mundo, consiste em apresentar uma experimentação capaz de fazer pessoas ouvintes escutarem uma música através da vibração dos ossos da face (utilizando a CO) e não do modo convencional, utilizando a CA. Diante disto, pensou-se que o experimento poderia funcionar com pessoas surdas, pois ela não se utiliza da CA. Partindo desse pressuposto, e com algumas adaptações,

relacionadas aos materiais utilizados pelo Manual do Mundo, foi montado o experimento para ser usado nos campos de pesquisa.

Utilizando algumas adaptações como: o não uso de fones de ouvido (para isolar o som externo), a não utilização de um hashi (palitos de comida japonesa) e a não utilização de papelão, o experimento foi desenvolvido com a utilização um lápis, uma agulha, fita adesiva, canudinho, disco de vinil e uma vitrola, como mostra a Fig. 4.

Figura 4 – Experimento disco que toca no crânio.



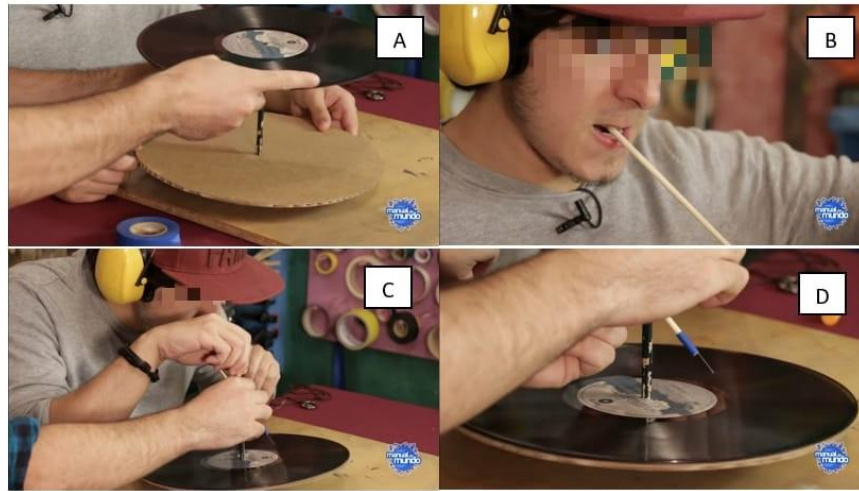
Fonte: acervo dos autores.

As adaptações feitas foram para melhorar a experimentação, uma vez que ao usar a vitrola a velocidade de rotação do disco de vinil passa a ser constante. Um outro ponto é que como os alunos eram surdos não necessitava de um fone para o isolamento acústico e a substituição do hashi por um lápis foi devido a acessibilidade do material.

A partir disso, coloca-se o disco para girar na vitrola com o volume zerado, encosta-se no disco a agulha, presa em uma das extremidades do lápis pela fita adesiva. A outra extremidade do lápis é presa entre os dentes com uma leve pressão. Por questão de higiene, um pedaço de canudo protege essa extremidade do lápis que tem contato com a boca. Desse modo, a vibração percebida pela agulha se propaga pelos ossos da face e chega até o ouvido interno. A Fig. 5 apresenta o experimento feito pelo Manual do Mundo.

A grande diferença entre a maneira na qual o experimento foi desenvolvido no campo de pesquisa e no vídeo, está no aparato que proporciona a rotação do disco de vinil, uma vez que com o aparato de papelão a velocidade do disco não é constante. Desse modo, em resumo, esse experimento proporciona a vibração da mandíbula e do maxilar, que é conduzida até o ouvido interno, através dos ossos da face, sendo codificada em som, para uma parcela das pessoas surdas.

Figura 5 – Exemplificação de como é o procedimento para o funcionamento do disco que toca no crânio.



Fonte: MANUAL DO MUNDO, 2016.

2.2 Aplicação I

No primeiro contato com os alunos foi aplicado um questionário pré-teste, como mostra a Fig. 6.

Figura 6 – Pré-teste aplicado no ICES.

Pré- teste

1) Para você, o que é uma onda?

2) O som é uma onda:

- () longitudinal e mecânica
 () transversal e mecânica
 () longitudinal e eletromagnética
 () transversal e eletromagnética

3) Faça associação das colunas:

- | | |
|---------------------|---------------------|
| a) Frequência baixa | () alta amplitude |
| b) Frequência alta | () baixa amplitude |
| c) Som alto | () som grave |
| d) Som baixo | () som agudo |

4) O som se propaga mais rápido onde?

- () ar () água () sólido

Fonte: elaborado pelos autores.

Este questionário procurava detectar o que aqueles alunos tinham de conhecimento prévio sobre ondulatória. Utilizando-se de slides, uma lousa e pincéis, foram abordados assuntos como comprimento de onda, ondas transversais e longitudinais, ondas mecânicas e eletromagnéticas, frequência de onda, amplitude de uma onda, período de uma onda, som grave, som agudo

e velocidade de propagação da onda em diferentes meios. A Fig. 7 mostra um momento da aplicação I.

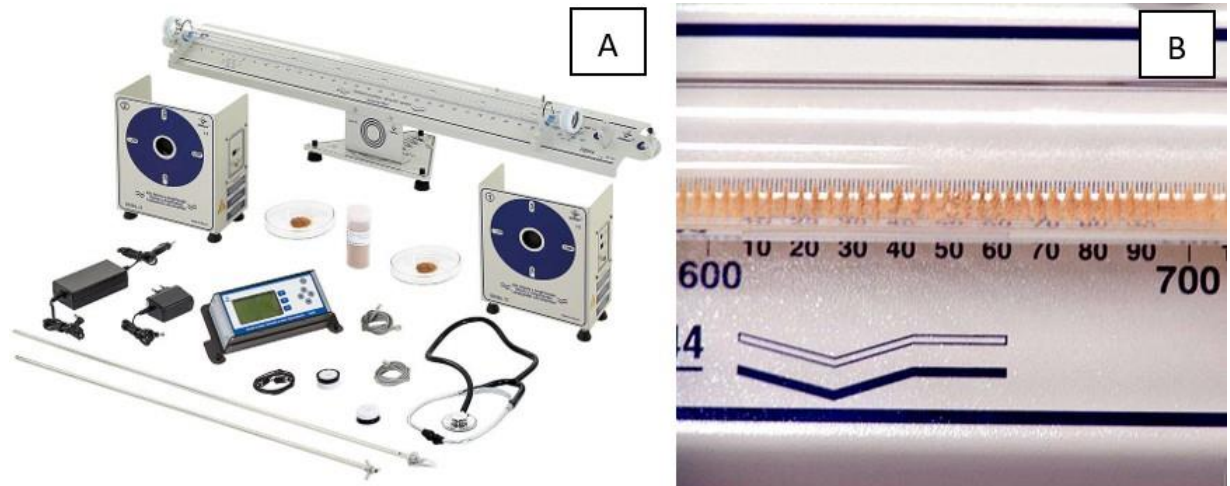
Figura 7 – Momento da aplicação no ICES.



Fonte: acervo dos autores.

Esta aplicação foi realizada em um ambiente aberto do ICES, mais precisamente no pátio da escola. Após a apresentação dos conteúdos, foi apresentado o experimento do tubo de Kundt, como mostra a Fig. 8, da Ref. (CIDEPE, s.d., p.2).

Figura 8 – Experimento do tubo de Kundt.



Fonte: (CIDEPE, s.d., p.2)

Com esse experimento, os alunos podem observar que o som é uma onda longitudinal e que a areia dentro do tubo forma padrões distintos à medida que se altera a frequência no amplificador. Posteriormente, deu-se início à aplicação do experimento disco que toca no crânio, como mostra a Fig. 9.

Figura 9 – Aplicação do experimento disco que toca no crânio no primeiro dia no ICES.



Fonte: acervo dos autores.

Com isso, foi possível dar início ao levantamento de dados sobre o experimento, onde os alunos respondiam se ouviam ou não o som. Em um segundo encontro, no laboratório de informática do instituto, foi concluída a experimentação com os demais alunos, como mostra a Fig. 10.

Figura 10 – Aplicação do experimento disco que toca no crânio no segundo dia no ICES.



Fonte: acervo dos autores.

Os alunos que não participaram eram chamados em suas salas pelos responsáveis da escola e adentravam no laboratório para participar da experimentação. Com isso, deu-se por finalizada a primeira etapa da pesquisa de campo realizada no ICES.

2.3 Aplicação II

Na segunda etapa da pesquisa, realizada no IFS, o primeiro contato com os alunos ocorreu também com a realização de um pré-teste, como mostra a Fig. 11.

Figura 11 – Pré-teste aplicado no IFS.

Pré – teste

Marque um X na opção que achar correta.

1) Para você, o som é uma onda:

longitudinal e eletromagnética

transversal e mecânica

longitudinal e mecânica

transversal e eletromagnética

2) Para você, o som tem maior velocidade em qual meio?

Ar

Água

Sólido

Responda essa questão usando a língua brasileira de sinais.

3) Para você, o que é o som?

Fonte: elaborado pelos autores.

Este pré-teste possuía a mesma finalidade da aplicação no ICES. Uma diferença foi que no pré-teste do IFS, as questões foram simplificadas e pediu-se que os alunos usassem a Libras para a pergunta subjetiva. É válido ressaltar que as respostas dessa pergunta subjetiva foram traduzidas por uma intérprete da instituição.

Tal modificação foi resultado de reflexões da primeira aplicação, pois percebeu-se que utilizar o português como principal comunicação com os alunos surdos não é o método mais adequado para expressarem suas respostas. Após o término desta atividade, deu-se início a aula no IFS, que aconteceu no auditório do Instituto.

Utilizando-se de uma metodologia interativa, usou-se uma corda amarrada a uma cadeira e uma mola, para exemplificar as ondas transversais e longitudinais, respectivamente. A Fig. 12 mostra o momento da exemplificação das ondas longitudinais com a mola tendo a participação de um aluno e também uma maquete para explorar os conceitos de comprimento de onda, frequência, amplitude, período e vale(crista) de uma onda.

A utilização destes materiais possibilita uma aproximação entre aluno e conteúdo, tirando a ideia de professor como detentor do conhecimento. A aula também contou com uma bacia com água e o sopro dos alunos nas suas próprias mãos para representar a propagação das ondas em diferentes meios. A mola e a corda também foram utilizadas nessa explicação, para mostrar a propagação nos sólidos.

Figura 12 – Figura 12A: exemplificação de ondas longitudinais; Figura 12B: Maquete utilizada para representar algumas características das ondas.



Fonte: acervo dos autores.

Ao final da aula apresentou-se aos alunos o experimento do tubo de Kundt . A Fig. 13 mostra o momento em que os alunos estão observando esse experimento.

Figura 13 – Experimento do tubo de Kundt no IFS.



Fonte: acervo dos autores.

O experimento do tubo de Kundt possuía a mesma finalidade da aplicação no ICES. Em seguida, deu-se início a aplicação do experimento disco que toca no crânio, como mostra a Fig. 14.

Com isso, dando por finalizada a coleta de dados sobre quantos alunos perceberam ou não o som no experimento do disco. Por fim, foi aplicado um questionário pós-teste, mostrado na Fig. 15.

Figura 14 – Aplicação do experimento disco que toca no crânio no IFS.



Fonte: acervo dos autores.

Figura 15 – Pós-teste aplicado no IFS.

Pós – teste

Marque um X na opção que achar correta.

1) Para você, o som é uma onda:

longitudinal e eletromagnética

transversal e mecânica

longitudinal e mecânica

transversal e eletromagnética

2) Para você, o som tem maior velocidade em qual meio?

Ar

Água

Sólido

Responda essa questão usando a língua brasileira de sinais.

3) Para você, o que é o som?

4) O que você achou da aula?

Fonte: elaborado pelos autores.

Este pós-teste, que era semelhante ao pré-teste com o acréscimo da pergunta sobre a opinião dos alunos em relação a aula, buscava analisar a eficácia da metodologia utilizada no IFS.

Em resumo, as metodologias usadas no ICES e no IFS diferem pelos seguintes fatos: no IFS utilizou-se a Libras, maquetes, mola, bacia com água, corda, slide, lousa e contou com a participação dos alunos durante a aula. Já no ICES foi utilizado o método mais tradicional, onde o professor ficava a frente da turma apresentando o conteúdo, sem a utilização de materiais didáticos. As únicas semelhanças entre as metodologias encontram-se no conteúdo abordado, no uso do experimento do tubo de Kundt e na aplicação do experimento do disco que toca no crânio. Todas essas alterações se fizeram necessárias ao perceber-se a não eficácia da metodologia utilizada no ICES.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como as pesquisas de campo ocorreram com metodologias distintas, isso proporcionou uma comparação dos dois métodos utilizados. A Tabela 1 mostra o resultado do pré-teste da primeira aplicação, no ICES.

Tabela 1 – Resultados do pré-teste aplicado no ICES.

Resposta	Pergunta			
	#1	#2	#3	#4
Correta	-	8	-	8
Errada	5	13	21	14
Em branco/Não sabe	21	5	5	4

Fonte: elaborada pelos autores

Para a pergunta 1, em que era solicitada a descrição sobre o que era uma onda, 21 alunos não souberam responder ou deixaram em branco e 5 responderam errado. Dentre as respostas erradas, houve alunos que escreveram seu próprio nome, outros repetiram os itens da questão subsequente. Não houve nenhuma resposta relacionada ao conceito físico de onda. Quanto aos alunos que não sabiam, muitos escreveram “*não sei*” e outros deixaram a questão em branco. Analisando esta questão, foi possível perceber que os alunos participantes tinham dificuldade em se expressar na linguagem escrita, em consequência da dificuldade de reproduzir suas ideias na Língua Portuguesa, uma vez que a Libras é a língua oficial das pessoas surdas (OLIVEIRA et al., 2017).

Para a pergunta 2, em que era pedido para marcar as características ondulatórias do som, 8 alunos assinalaram a resposta correta, 13 marcaram algumas das opções erradas e outros 5 alunos deixaram em branco.

Para pergunta 3, em que era solicitada uma associação entre as colunas da esquerda e da direita, 21 alunos não fizeram a associação correta, 5 deixaram a questão em branco.

Na pergunta 4, era solicitado o meio material em que o som se propaga com maior velocidade, 8 alunos responderam de forma correta, 14 de maneira errada e 4 alunos deixaram a questão em branco.

De modo geral, percebe-se um baixo índice de conhecimento dos alunos sobre o tema abordado. É válido registrar que alguns alunos possuíam outra deficiência, além da surdez, o que acabou dificultando o desenvolvimento da atividade (ficar em frente da lâmpada do projetor de slides, por exemplo). Outro ponto que atrapalhou foi o ambiente onde a atividade ocorreu, que era um espaço aberto facilitando a dispersão dos alunos. Além disso, o grupo de alunos

era numeroso e heterogêneo, havia alunos das três séries do Ensino Médio e também alunos que estavam iniciando o estudo da Libras. Ademais, percebeu-se que era preciso buscar maior interação com os alunos para que houvesse maior aproveitamento da aula. Diante desses fatos, foi inviável fazer um pós-teste e foi possível perceber que a utilização de uma metodologia mais expositiva e menos participativa não proporcionou uma eficácia desejada.

Ao apresentar o experimento do disco que toca no crânio no ICES, no primeiro dia, o resultado, apresentado na Tabela 2, mostrou que 9 alunos conseguiram ouvir a música e 4 não. No segundo dia, 8 alunos conseguiram ouvir e 5 não; no total 17 alunos (63%) conseguiram ter a experiência de ouvir a música. Aqueles que não perceberam (37%) alegaram ter uma surdez profunda, ou seja, como a lesão estava no ouvido interno, a vibração não consegue chegar até o cérebro transformando-se em som (RUI; STEFFANI, 2007).

Tabela 2 – Dados de quantos alunos perceberam o som no experimento disco que toca no crânio no ICES.

	1º dia	2º dia	Quantidade de alunos
Ouviu	9	8	17
Não ouviu	4	5	9

Fonte: elaborada pelos autores

Com o auxílio da tradução da intérprete da intuição, alguns relatos de alunos que conseguiram ouvir foram:

“Senti uma vibração na cabeça! Não sabia qual música era, mas achei muito bom.”(aluno 1); “Senti subir algo pela minha cabeça, vindo daqui (boca) até a cabeça. Não consegui identificar a música!”(aluno 2); “Eu nunca senti isso! Foi a primeira vez!”(aluno 3).

Ficou notório que a sensação era nova para os alunos, muitos disseram senti-la pela primeira vez, e alguns quiseram repetir o experimento por mais vezes.

A primeira aplicação foi também a primeira experiência dos autores com um grupo de alunos com deficiência auditiva e muitas dificuldades foram encontradas, como citado anteriormente. Essa experiência gerou bastantes reflexões sobre qual a melhor forma de se apresentar, como conseguir um retorno dos alunos e prender a atenção da turma. Uma das mudanças foi no próprio questionário, em que se decidiu retirar questões escritas e inserir perguntas que solicitassem a resposta em Libras. Isso porque a Libras é a língua oficial da comunidade surda e é através dela que os sujeitos tentam se desenvolver diante da sociedade, buscando interagir e aprender (PARTELLI; MENGALES, 2017). Outra reflexão foi sobre o ambiente de aplicação, é

importante que este seja fechado para evitar dispersão, e com menor número de alunos. Outro ponto foi a busca de materiais que proporcionassem maior interação com os alunos. Nesse contexto, verificou-se, assim como relata Rodrigues e Alves (2012, p. 8), “que o professor de Física precisa estar provido de conhecimentos gerais sobre a educação de surdos e ter a percepção da necessidade de adaptação de recursos didáticos para o aluno surdo”.

A segunda aplicação, no IFS, ocorreu em um ambiente fechado, o que facilitou a concentração dos alunos e permitiu a realização do pré-teste e pós-teste. A Tabela 3 mostra os resultados obtidos com os 11 alunos participantes.

Tabela 3 – Resultados do pré-teste e pós-teste aplicados no IFS.

Resposta	Pré-Teste		Pós-Teste	
	Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 1	Pergunta 2
Correta	-	2	6	9
Errada	11	8	3	2
Em branco	-	1	2	-

Fonte: elaborada pelos autores

Observando a Tabela 3, percebe-se que houve um aumento no número de acertos e diminuição no de erros no pós-teste, para as duas perguntas. Para a primeira pergunta, sobre as características das ondas sonoras, não houve nenhum acerto (0%) no pré-teste e 6 acertos (55%) no pós-teste; para segunda pergunta, sobre qual o meio em que o som tem maior velocidade, houve 2 acertos (18%) no pré-teste e 9 acertos (82%) no pós-teste.

Em relação à terceira pergunta sobre o que é o som, que também contou com a tradução da intérprete da instituição, algumas respostas no pré-teste obtidas foram:

“O som é um sentimento!” (aluno 4); “Para mim o som é quando eu consigo sentir uma vibração.” (aluno 5).

Já para o pós-teste surgiram respostas como:

“Na minha opinião... eu acho, né? O som são as ondas sonoras, né? Tem a primeira, né? Aí tem a outra que é mais rápida e a outra mais demorada.” (aluno 6); “O som são as ondas! Existem ondas mais “fortes” e mais “fracas”, vamos associar com o mar.” (aluno 7).

Analisando as respostas dos alunos é perceptível que o significado do som mudou bastante após a apresentação. Antes, no pré-teste, os alunos associavam o significado de som a um sentimento, logo depois, no pós-teste, buscaram relacionar com conceitos físicos. De modo geral, o ambiente mais reservado, o menor número de alunos, o fato de a turma ser mais homogênea, sem outras deficiências incluídas, uma maior adaptação dos autores com um grupo

de pessoas com deficiência auditiva e a busca pela participação dos alunos colaboraram para o resultado satisfatório no questionário final e para a aprendizagem.

Ao apresentar o experimento do disco que toca no crânio, obteve-se o resultado apresentado na Tabela 4. Cerca de 82% dos alunos participantes (9 dos 11) conseguiram perceber o som, o que foi um resultado bastante favorável. Os dois alunos que não conseguiram perceber alegaram que tinham surdez profunda.

Tabela 4 – Dados de quantos alunos perceberam o som no experimento do disco que toca no crânio no IFS.

	Quantidade de alunos
Ouviu	9
Não ouviu	2

Fonte: elaborada pelos autores

A seguir apresenta-se algumas respostas dos alunos sobre a aula:

“Uma aula muito boa, bastante interessante sobre Física e sobre o que é o som. Vocês deram bastantes exemplos de sons que a gente pôde visualizar muito bem. Foi um projeto muito bom e me ensinou bastante sobre muitas coisas diferentes que eu nunca tive a experiência de vivenciar. Então, eu gostei bastante, vai ser uma experiência que vou levar para a vida toda.” (Aluno 8); “Foi a minha primeira experiência! Eu pude aprender bastante informações! Foi algo bem diferente! Foi a primeira vez que tive esse contato de visibilizar as ondas... essa experiência do lápis. foi algo muito bom e que me trouxe bastante conhecimento e eu quero vivenciar novamente.” (Aluno 9); “Eu tive a oportunidade de ouvir um barulho. Foi uma sensação incrível e inexplicável.” (Aluno 10).

Os relatos traduzidos para o português foram obtidos da gravação da fala da intérprete da instituição. Em relação à aplicação no IFS, percebe-se que a metodologia utilizada para o ensino de ondas sonoras foi mais adequada e conseguiu atrair a atenção dos alunos, gerando uma maior interação e aprendizado.

A partir das experiências vivenciadas, ficou perceptível, em especial para o ensino de surdos, a importância do planejamento, do uso de metodologias que utilizem o visual e o tato e que possibilitem o aluno ser ator/participante ativo em seu processo de aprendizagem. Verificou-se também que a percepção do som é um momento de muita alegria para os alunos, sendo algo novo em muitos casos. E através desse momento, o som para o aluno surdo passa a ter um significado além de vibrações, o que pode ser um agente motivador, auxiliando no entendimento dos conteúdos de ondas sonoras.

4 CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa mostraram que ainda são necessárias políticas de ensino e ações para a educação de surdos. Pode-se afirmar também que a primeira metodologia utilizada não trouxe os resultados esperados. Já a segunda aplicação, em um ambiente reservado, com uma turma menor e mais homogênea, utilizando materiais táteis/experimentos e explorando a participação dos alunos, foi bastante proveitosa. Conclui-se a necessidade de um tratamento diferenciado para os alunos surdos, a importância do uso de objetos que explorem o tato e a visão na abordagem dos conteúdos.

Em relação ao experimento do disco que toca no crânio, em ambas as aplicações mais da metade dos envolvidos conseguiram perceber o som e experimentaram um momento de muita surpresa e entusiasmo, sendo para muitos a primeira experiência de percepção do som. Desse modo, aponta-se como limites da pesquisa, a impossibilidade da eficácia, para todos os tipos de surdos, do experimento disco que toca no crânio. Entretanto, pode-se dizer que tal experimento pode auxiliar no ensino de ondas sonoras para alunos surdos, mostrando a propagação das ondas sonoras pelos ossos da face, um caminho alternativo ao usual, que é pelo ar.

Desse modo, diante do objetivo geral da pesquisa, que era auxiliar na compreensão de ondas sonoras para alunos surdos, pode-se afirmar que o trabalho obteve êxito. Ao analisar o pré-teste e pós-teste do IFS e, junto a isso, analisar a quantidade de alunos que conseguiram perceber o som, nas duas aplicações, nota-se que o trabalho desenvolvido pode facilitar o ensino e a aprendizagem deste conteúdo.

REFERÊNCIAS

- Bone Conduction: How it Works. Goldendance Co. Disponível em: <http://www.goldendance.co.jp/English/boneconduct/01.html>. Acesso em: 02 nov. 2020.
- BRASIL, Educação Especial: Deficiência Auditiva. 1. ed. Brasília: SEESP, 1997.
- BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/11686882/artigo-59-da-lei-n-9394-de-20-de-dezembro-de-1996>. Acesso em: 25 ago. 2020.
- Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa, *Unidade Acústica com Tubo de Kundt*, disponível em: <https://www.cidepe.com.br/index.php/br/produtos-interna/unidade-acustica-com-tubo-de-kundt/EQ044D>, acessado em 20/08/2020.
- DAUMAN, R. Bone conduction: an explanation for this phenomenon comprising complex mechanisms. *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases*, v. 130, n. 4, p. 209-213, 2013.
- FERNANDES, E. F. As dificuldades de compreender física dos alunos do ensino médio das escolas públicas de Iguatu–CE. 2016. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu, UECE, Iguatu, 2016.
- FICHINO, S. N.; LEWIS D. R.; FAVERO, M. L. Electrophysiologic threshold study in air and bone conduction in children with 2 months or less age. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, v. 73, n. 2, p. 251-256, 2007.
- GOMES, A. P. A disciplina de física na concepção dos alunos do ensino médio da Escola Estadual Deputado Alberto de Moura Monteiro. 2016. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal do Piauí, Angical do Piauí, 2016.
- HOSOI. H. et al. Cartilage conduction as the third pathway for sound transmission. *Auris Nasus Larynx*, v. 46, n. 2, p. 151-159, 2019.
- MANUAL DO MUNDO. Disco que toca no crânio ft. Felipe Castanhari. 2016. (9min02s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PH5bjNpnABU>. Acesso em: 02 nov. 2020.

- MONTEIRO, R.; SILVA, D. N. H.; RATNER, C. Surdez e Diagnóstico: narrativas de surdos adultos. *Psicologia: teoria e pesquisa*, v. 32, n. SPE, 2016.
- MORAES, C. A. S. et al. O ensino de Física para surdos: desafios e possibilidades. In: Congresso Nacional de Educação, 2., 2015, Campina Grande. Anais [...].
- NUSSENVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor. São Paulo: Editora Blucher, 2002.
- NUSSENVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Mecânica. São Paul: Editora Blucher, 2002.
- OLIVEIRA, N. A. L. As Tecnologias e a Educação de Alunos Surdos: Dificuldades e possibilidades que o aluno com necessidades educacionais especiais, tem na sociedade, e como a tecnologia e o educador podem ser seus aliados nesse processo de inclusão. Disponível em: <https://monografias.brasile scola.uol.com.br/pedagogia/as-tecnologias-educacao-alunos-surdos.htm>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- OLIVEIRA, V. R. D. et al. A percepção dos professores de Física acerca do ensino do som para alunos surdos. In: Encontro Internacional de Produção Científica, 10., 2017, Maringá. Anais [...]. Paraná: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2017.
- OLIVEIRA, V. R. D. O ensino do som como conteúdo de física para alunos surdos: um desafio a ser enfrentado. 2017. 148 f. Dissertação (Tese de Mestrado em Educação) - Centro de Educação, Comunicação e Artes, UNIOESTE, Cascavel, 2017.
- PELLANDA, C. L. G. Possibilidades de inclusão no sistema público de ensino. In: PAROLIN, I. H. C. (org.). *Aprendendo a incluir e incluindo para aprender*. São José dos Campos: Pulso Editorial, 2006. 1. p. 165-182.
- PACCOLA, E. C. M.; FERNANDES, J. C.; MONDELI, M. F. C. G. M. Amplification by bone conduction in congenital malformations: patient benefits and satisfaction. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, v. 79, n. 3, p. 359-365, 2013.
- PAIVA, V. B. Ensino de Física para alunos surdos: análise da linguagem na compreensão de conceitos de óptica geométrica. 2016. 90 f. Dissertação (Tese de Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2016.

- PARTELLI, I. B.; MENGALES, R. M. S. Família e escola na aprendizagem do aluno surdo. 2017. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Faculdade Capixaba de Nova Venécia, Espírito Santo, 2017.
- PEREIRA, R. D.; MATTOS, D. F. Ensino de Física para surdos: Carência de material pedagógico específico. *Revista Espacios*, v. 38, n. 60, p. 24-34, 2017.
- PLAÇA L. F. et al. As dificuldades para o ensino de Física aos alunos surdos em escolas estaduais de Campo Grande-MS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. Atas [...].
- RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.
- RODRIGUES, M. A.; ALVES, E. D. O. Ensino de Física para surdos: a elaboração e utilização de recursos midiáticos como processor formativo. Disponível em: <https://encurtador.com.br/fgKLN>. Acesso em: 25 ago. 2020.
- RUI, L. R.; STEFFANI, M. H. Física: Som e audição humana. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 17., 2007, São Luís. Anais [...]. São Luis: SBF, 2007.
- SCHUMAIER, D. R. Bone conduction hearing aid. U.S. Patent n. 6,643,378, 4 nov. 2003.
- SPADA, A. L. O ouvido humano. Disponível em: <https://www.attack.com.br/artigos-tecnicos>. Acesso em: 20 ago. 2020.