

Explorando a Acústica com Instrumentos Artesanais: Um relato de uma prática inclusiva para o ensino de surdos



Messias Dantas Pereira Junior
Antonio Marques dos Santos
Andreza Maria Batista do N. Tavares

MESSIAS DANTAS PEREIRA JUNIOR
ANTONIO MARQUES DOS SANTOS
ANDREZZA MARIA BATISTA DO NASCIMENTO TAVARES

**EXPLORANDO A ACÚSTICA COM
INSTRUMENTOS ARTESANAIS: UM
RELATO DE UMA PRÁTICA INCLUSIVA
PARA O ENSINO DE SURDOS**



Copyright © 2025 TODOS OS DIREITOS RESERVADOS À FACULDADE METROPOLITANA NORTE RIOGRANDENSE – FAMEN. De acordo com a Lei n. 9.610, de 19/2/1998, nenhuma parte deste livro pode ser fotocopiada, gravada, reproduzida ou armazenada num sistema de recuperação de informações ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio eletrônico ou mecânico sem o prévio consentimento do detentor dos direitos autorais. O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade dos autores.

DOI: <https://doi.org/10.36470/famen.2025l18>

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

P436e Pereira Junior, Messias Dantas.

Explorando a acústica com instrumentos artesanais : um relato de uma prática inclusiva para o ensino de surdos / Messias Dantas Pereira Junior ; Antonio Marques dos Santos ; Andrezza Maria Batista do Nascimento Tavares. – Natal, RN: Editora FAMEN, 2025.

3.07 Mb; PDF.

ISBN: 978-65-87028-79-8.

DOI: <https://doi.org/10.36470/famen.2025l18>.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física – som. 3. Física – Acústica.
I. Santos, Antonio Marques dos. II. Tavares, Andrezza Maria Batista do Nascimento. III. Título.

CDD: 530

CDU: 53:37

Elaborada pelo Bibliotecário Miqueias Alex de Souza Pereira CRB – 15/925

Índice para Catálogo Sistemático:

1. Física – 530

2. Física – Ensino – 53 : 37



Rua São Severino, n. 18, Bairro Bom Pastor, Natal/RN, CEP: 59060-040 CNPJ:
23.552.793/0001-57, Inscrição Estadual: 204392322, Inscrição Municipal: 2142633,
editora@famen.edu.br e telefone: (84) 3653-6770.



Rua São Severino, 18 – Bom Pastor, Natal – RN, 59060-040

Diretoria Geral
Valdete Batista do Nascimento

Coordenação de Pesquisa e de pós-graduação
Wendella Sara Costa da Silva

Conselho Editorial da FAMEN

Editora Chefe

Profa. Dra. Andrezza M. B. Do N. Tavares – Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Natal, RN, Brasil.

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5187018279016366>.

Editora Adjunto

Prof. Dr. Fábio Alexandre Araújo dos Santos – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Natal, RN, Brasil.

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8334261197856331>.

Conselho Editorial Internacional

Presidente: Dr. Bento Duarte da Silva
Dr. Manuel Tavares
Dr. Dionísio Luís Tumbo
Dr. Gabriel Linari
Dra. Cristina Rafaela Ricci
Me. Gustavo Adolfo Fernández Díaz
Dr. Manuel Teixeira

Dra. Antonia Dalva França Carvalho
Dra. Elda Silva do Nascimento Melo
Dra. Karla Cristina Silva Sousa
Dr. Márcia Adelino da Silva Dias
Dr. Adir Luiz Ferreira
Dra. Giovana Carla Cardoso Amorim
Dra. Lucila Maria Pesce de Oliveira

Comitê Científico Interdisciplinar

Presidente: Dr. Rylanneive L. P. Teixeira
Dra. Juliana Alencar de Souza
Dr. Júlio Ribeiro Soares
Dra. Leila Salim Leal
Dra. Christiane M. T. de M. Gameleira
Dr. José R. Lopes de Paiva Cavalcanti
Dra. Kadydja Karla Nascimento Chagas
Dr. Avelino de Lima Neto

Dr. Sérgio Luiz Bezerra Trindade
Dr. Eduardo Henrique Cunha de Farias
Dr. Bruno Lustosa de Moura
Dra. Maria da C. Monteiro Cavalcanti
Dr. José Moisés Nunes da Silva
Dra. Francinaide de L. Silva Nascimento
Dr. José Paulino Filho
Dr. Marcos Torres Carneiro

Dr. Bernardino Galdino de Sena Neto
Dr. José Flávio da Paz
Dra. Laércia Maria Bertulino de Medeiros
Dra. Maria das Graças de A. Baptista
Dr. Antonio Marques dos Santos
Dr. Luiz Antonio da Silva dos Santos
Dra. Wendella Sara Costa da Silva

Ma. Valdete Batista do Nascimento
Ma. Maria Judivanda da Cunha
Me. João Maria de Lima
Me. Eric Mateus Soares Dias
Me. Adriel Felipe de Araújo Bezerra
Me. Rayssa Cyntia Baracho Lopes Souza

Bibliotecário e Diagramação

Miqueias Alex de Souza Pereira

Projeto Gráfico, diagramação e Capa

Eddean Riquemberg C. Xavier

Revisão de Textos

Prof. Dr. Dayvyd Lavanierly Marques de Medeiros

Prefixo editorial: Editora FAMEN

Linha editorial: Acadêmica

Disponível para download em: <https://editorafamen.com.br/>

SOBRE O AUTOR



Messias Dantas Pereira Junior

Sou mestre pelo Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Polo 10. Nessa mesma instituição, iniciei minha trajetória acadêmica na Licenciatura em Física. Atualmente, atuo como professor efetivo do Estado do Rio Grande do Norte.

SOBRE O AUTOR



Antonio Marques dos Santos

Sou pós-doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade de Brasília (UnB), onde desenvolvi atividades de pesquisa entre 2023 e 2024. Anteriormente, conclui o doutorado (2014) e o mestrado (2010) em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), tendo iniciado minha trajetória acadêmica na Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), em 2008. Atualmente, sou professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Natal Central, na Classe D III, Nível IV (Adjunto IV). Também integro o corpo docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo 10, vinculado ao mesmo campus. Minha principal área de atuação é a Física Estatística, com ênfase em Transições de Fase e Fenômenos Críticos, dedicando-me especialmente ao estudo de Sistemas Complexos e Redes Complexas. Atualmente, também curso Licenciatura em Matemática na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), ampliando minha formação acadêmica. No IFRN Campus Natal Central, exerço a função de vice-coordenador do curso de Licenciatura em Física e integro o Núcleo Docente Estruturante (NDE). Desde junho de 2025, atuo como Coordenador de Área do subprojeto Física - 23980, vinculado ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Além disso, atuo como editor das revistas Revista InovaEducaTech, Physicae Organum Revista dos Estudantes de Física da UnB e Revista do Professor de Física.

SOBRE A AUTORA



Andrezza Maria Batista do N. Tavares

Sou uma pesquisadora apaixonada pela educação e pela comunicação, com uma jornada acadêmica e profissional diversificada e enriquecedora. Obtive dois títulos de pós-doutorado um pela UNIVERSIDADE DO MINHO, em Portugal, e outro pela UFPI, com foco em Educação. Anteriormente, conquistei meu doutorado e mestrado em Ciências da Educação na UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE (UFRN), além de graduações em Pedagogia, Psicopedagogia e Jornalismo pela mesma instituição.

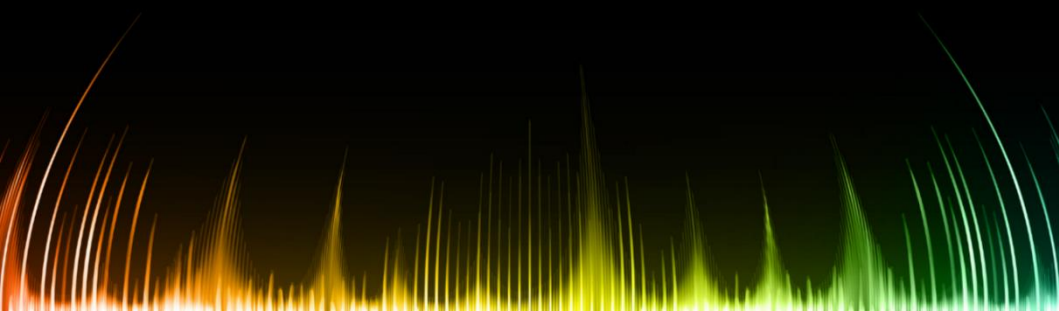
Atualmente, exerço a função de professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), onde me dedico a atividades de ensino, pesquisa, extensão e internacionalização. No âmbito do IFRN, tenho a honra de coordenar a Linha 02 do Programa de Pós-Graduação Acadêmica (PPGEP/IFRN), de ser pesquisadora junto ao Mestrado Profissional em Educação Profissional (PROFEPT/IFRN) e aos diversos cursos de graduação.

Além disso, Desde 2017, lidero no IFRN o projeto de extensão "Diálogos sobre Capital Cultural e Práxis do IFRN", promovendo discussões relevantes para a comunidade acadêmica e na Editora Acadêmica Faculdade FAMEN, exerço a função de Editora Chefe.

No campo da pesquisa, sou membro ativo de grupos vinculados ao CNPQ, como o "Escola Contemporânea e Olhar Sociológico" (ECOS), da UFRN, e o "Núcleo de Pesquisa em Educação" (NUPED), do IFRN. Paralelamente, mantenho minha paixão pelo jornalismo, contribuindo com a redação e reportagem para veículos de comunicação como o "Potiguar Notícias" (jornal eletrônico) e a "PNTV" (TV digital).

Minhas atividades profissionais refletem minha dedicação aos campos da Formação de professores, Educação Profissional, Ensino Superior, Processos Cognitivos, Teorias da Aprendizagem, Teorias da Comunicação, Educação em Espaço Escolar e em Espaço não Não-Escolar. Estou comprometida em continuar contribuindo para o avanço dessas áreas tão fundamentais para o desenvolvimento educacional e social.

PREFÁCIO



PREFÁCIO

A presente obra constitui uma relevante contribuição ao campo do ensino de Física e à consolidação de práticas educacionais inclusivas no contexto da educação básica. Fundamentada em referenciais teóricos sólidos e em uma metodologia pautada na experimentação e na aprendizagem significativa, a pesquisa apresentada demonstra que a Física pode ser ensinada de forma acessível, concreta e sensorial, mesmo diante dos desafios impostos pela surdez. O trabalho propõe a construção de instrumentos artesanais como mediadores didáticos, articulando os conceitos de acústica à experiência prática dos estudantes. Essa abordagem, ao integrar a teoria piagetiana, o ciclo de aprendizagem de Karplus e o uso de tecnologias assistivas, reafirma a importância da aprendizagem ativa e da mediação docente como elementos centrais do processo educativo. Destaca-se também a preocupação dos autores em contextualizar o ensino de Física na perspectiva da inclusão, respeitando as especificidades linguísticas e culturais da comunidade surda, o que confere à obra caráter interdisciplinar e socialmente relevante. Ao romper com o paradigma tradicional de ensino, baseado na mera transmissão de conteúdos, esta produção acadêmica reafirma a Física como uma ciência viva, sensível e transformadora. Trata-se, portanto, de um material de leitura essencial para educadores e

pesquisadores comprometidos com a inovação pedagógica e com a promoção de uma educação científica verdadeiramente inclusiva.

Prof. Dr. Fábio Alexandre Araújo dos Santos
(IFRN/PPGEP/PROFEPT)

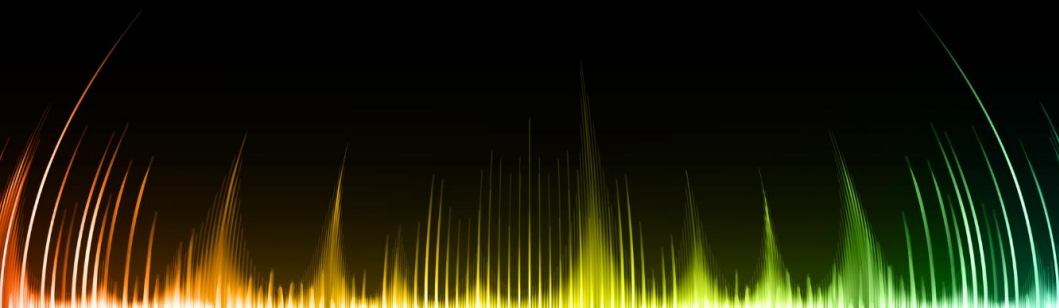
SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
Objetivo geral	20
Objetivos específicos	20
Justificativa	21
Hipótese	22
CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO	24
Teoria do desenvolvimento cognitivo	24
Ciclo de aprendizagem de Karplus	29
Tecnologia assistiva.....	32
Ensino de Surdos	34
ENSINO DE FÍSICA	45
Acústica	46
Tubos sonoros.....	48
Tubo aberto	48
Tubo fechado	50
Intensidade Sonora e Nível Sonoro	51
Fenômeno de Batimento.....	52

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS ADOTADAS NA INVESTIGAÇÃO	56
Metodologia de Ensino	56
Metodologia do Trabalho	58
RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
Exercícios de assimilação	63
Construção dos instrumentos	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	83
ANEXO – PRODUTO EDUCACIONAL	87

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO

A Física, como campo do conhecimento, busca interpretar e descrever as leis que governam os fenômenos naturais, estabelecendo uma conexão entre os fundamentos teóricos e o mundo ao nosso redor. No entanto, no contexto do ensino médio brasileiro, percebe-se um distanciamento entre os conceitos ensinados em sala de aula e a vivência prática dos alunos, o que dificulta a assimilação e a aplicação do conteúdo aprendido (Ferracioli, 1999).

Além disso, o método tradicional de ensino de Física, amplamente utilizado, costuma priorizar a linguagem matemática e a resolução de problemas convencionais. Segundo Morini (2009, p. 21), esse modelo leva os alunos a memorizarem algoritmos e procedimentos, muitas vezes sem compreenderem o propósito ou as aplicações práticas desses conceitos. Como consequência, o aprendizado torna-se desinteressante, descontextualizado e insuficiente para despertar o entusiasmo e a curiosidade dos estudantes.

Diante dessa realidade, novas tendências educacionais propõem uma abordagem mais participativa e interativa, em que

o aluno assume um papel ativo no processo de aprendizagem. Conforme Azevedo (2014), é fundamental considerar o conhecimento prévio do estudante, integrando sua experiência e bagagem pessoal ao processo pedagógico.

O avanço tecnológico também exerce influência direta sobre o ensino, especialmente a partir da geração Z, formada por indivíduos nascidos entre 2000 e 2010. Esses jovens são caracterizados por sua familiaridade com o ambiente digital, sua busca constante por estímulos e sua preferência por metodologias dinâmicas e colaborativas (Indalécio, 2007). Isso exige que professores e instituições repensem suas práticas pedagógicas, incorporando ferramentas digitais e metodologias inovadoras para atender às expectativas dessas novas gerações.

Além disso, a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais, como os surdos, representa um desafio adicional no ensino de Física. A mudança de paradigma do ensino de surdos para um modelo inclusivo exige a formulação de novas estratégias pedagógicas, além do desenvolvimento de pesquisas que integrem esses estudantes ao processo de aprendizagem, respeitando suas especificidades linguísticas e culturais (Prestes, 2022).

As reflexões sobre os desafios do ensino de Física surgiram para mim desde o início da graduação. Entre diversas experiências desse período, vale destacar minha vivência na construção de instrumentos musicais no IFRN, sob orientação do

Prof. Dr. Arlindo Ricart, bem como os trabalhos sobre acústica desenvolvidos no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e as oficinas ministradas por mim na Expotec, sob orientação do Prof. Dr. Paulo Cavalcante.

Além das minhas experiências pessoais, alguns trabalhos influenciaram a escolha do tema desta pesquisa. Eles foram identificados a partir de uma busca no Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave "surdo", "ensino" e "acústica". Foram encontrados seis trabalhos diretamente relacionados ao tema, sendo quatro dissertações, uma monografia e um artigo. Além disso, foi incluído um estudo do estado da arte sobre práticas pedagógicas relacionadas ao ensino de Física para surdos. A seguir, apresento uma breve descrição desses trabalhos:

Matos (2018): Utiliza uma corda vibrando por meio de um motor para exemplificar os fenômenos das ondas estacionárias e o tubo de Rubens para demonstrar os fenômenos das ondas sonoras.

Caldas (2017): Apresenta três demonstrações experimentais para o ensino de acústica. A primeira trata do tubo de Rubens, já mencionado no estudo anterior. A segunda é um experimento com laser, semelhante à demonstração utilizada neste trabalho, chamado "como enxergar sua própria voz", mas com uma finalidade distinta. Por fim, utiliza o tubo de Kundt, um tubo de vidro fino contendo pó, que permite a visualização da formação de ondas estacionárias em seu interior.

Castro (2015): Além de uma mola para exemplificar fenômenos ondulatórios, emprega o software Audacity para analisar gráficos gerados por diferentes gravações sonoras, permitindo uma análise detalhada de características como altura, intensidade e timbre.

Mattos (2019): Utiliza um instrumento de percussão com uma membrana sobre a qual são colocados grãos. A vibração é gerada por sons conduzidos por uma mangueira conectada à parte inferior do tambor. Os grãos vibram e formam padrões que representam as ondas sonoras, permitindo uma visualização concreta dos fenômenos acústicos.

Assunção (2018): Explora a formação de padrões vibratórios com grãos sobre uma membrana, sem o uso adicional da mangueira descrita no trabalho de Mattos.

Silveira (2018): Aborda o estudo de ondas sonoras utilizando uma mola e um experimento baseado em um sensor de ultrassom controlado por Arduino. Essa proposta contempla tanto alunos surdos quanto alunos cegos.

Picanço (2021): Realiza um estudo do estado da arte sobre práticas pedagógicas no ensino de Física para surdos. Analisa diversos artigos nacionais e internacionais, evidenciando a escassez de pesquisas na área. No entanto, a revisão bibliográfica indica que, nos últimos anos, os estudos sobre o ensino de acústica para surdos vêm se intensificando.

A partir dessas contribuições e das mudanças de paradigmas na sociedade atual, torna-se evidente que o ensino de Física precisa evoluir além do modelo tradicional, adotando abordagens mais acessíveis, práticas e alinhadas às demandas de um mundo em constante transformação.

Objetivo geral

Promover estratégias que viabilizem o ensino de acústica de maneira inclusiva, atendendo às necessidades específicas dos alunos surdos. Para isso, busca-se estruturar uma sequência didática, destacando a relação do som com suas características ondulatórias e priorizando abordagens visuais e sensórias que favoreçam a aprendizagem prática e acessível.

Objetivos específicos

Compreender que o som é uma vibração em um meio elástico; relacionar a altura do som com a frequência da onda sonora; relacionar o volume do som com a amplitude da onda sonora.

Justificativa

Nas últimas décadas, os direitos civis conquistados por meio de legislações inclusivas promoveram o acesso de pessoas surdas a salas de aula regulares. Contudo, apesar da garantia legal de intérpretes de Libras em sala de aula, as práticas pedagógicas ainda são predominantemente voltadas para alunos ouvintes. Esse cenário revela que a presença de intérpretes é insuficiente para garantir a aprendizagem plena dos alunos surdos, apontando a necessidade urgente de formação docente e adoção de estratégias inclusivas.

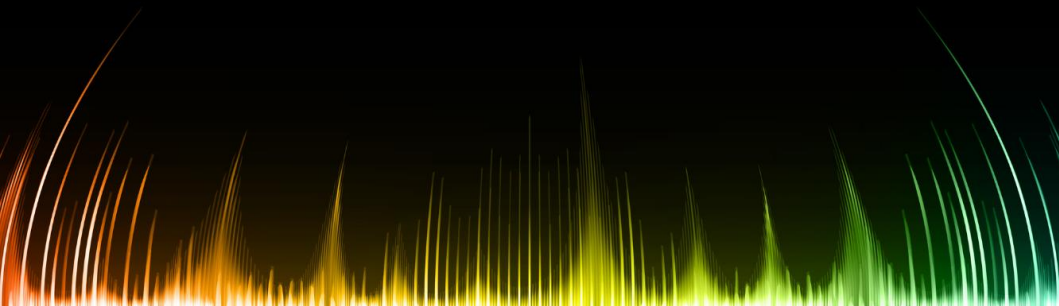
Diante disso, torna-se fundamental o desenvolvimento de metodologias educacionais que coloquem o aluno surdo no centro do processo de ensino-aprendizagem, tornando o conteúdo não apenas mais acessível, mas também mais significativo. Este trabalho propõe explorar o ensino de acústica de maneira prática, utilizando tecnologia assistiva e criando uma abordagem envolvente que atenda às necessidades educacionais específicas dos alunos surdos, em um conteúdo que pode ser desafiador para esse público.

Hipótese

O som apresenta três qualidades fisiológicas perceptíveis pelo ouvido humano: intensidade, altura e timbre. Este estudo sugere que, com estratégias visuais, alunos com surdez profunda podem compreender fenômenos como altura (frequência) e intensidade (amplitude) sonora. Contudo, o timbre, devido à sua complexidade e à associação com características subjetivas do som, apresenta maior dificuldade para ser interpretado por esse público e por esse motivo não serão analisados nesse estudo.

CAPÍTULO II

CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO



CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO

Os referenciais teóricos que embasam este trabalho incluem a Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Piaget, que oferece suporte ao entendimento do processo de aprendizagem; o ciclo de Karplus, que organiza as etapas pedagógicas; e as ferramentas assistivas, que proporcionam recursos para a realização das atividades. Além disso, o trabalho conta com um espaço dedicado ao ensino de surdos e ao estudo da acústica. E por fim, uma análise dos resultados e discussões.

Teoria do desenvolvimento cognitivo

Jean Piaget foi um psicólogo suíço nascido em 1896 em Neuchâtel, Suíça. Inicialmente, trabalhou como pesquisador em zoologia e paleontologia, mas sua paixão por entender a mente humana o levou a estudar psicologia. Em 1920, tornou-se professor de Psicologia e Epistemologia na Universidade de Genebra, onde desenvolveu a teoria do desenvolvimento cognitivo. Ao longo de sua carreira, escreveu cerca de 60 livros e

mais de 1500 artigos. Piaget faleceu em 1980, deixando um legado crucial para o entendimento do desenvolvimento humano e da aprendizagem.

Segundo Gomes (2009) a teoria de Piaget busca compreender como o indivíduo evolui de um estado de menor conhecimento para um estado de maior conhecimento. Para investigar esse processo, Piaget desenvolveu um método clínico baseado em observação e entrevistas. Publicado em seu livro “A Representação do Mundo na Criança”, esse método tornou-se a base da psicologia genética.

Segundo Piaget, o desenvolvimento cognitivo é processo progressivo e está diretamente ligado às estruturas operacionais do pensamento, que ele sintetizou em quatro estágios principais; sensorial-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal. Cada um desses estágios reflete um nível distinto de equilíbrio cognitivo, com avanços que levam a estruturas mentais mais complexas.

A fase sensorial-motora, que ocorre do nascimento até cerca de 2 anos, caracteriza-se pela coordenação entre percepção sensorial e habilidades motoras. Nessa etapa, os bebês exploram o mundo por meio de reflexos e ações, desenvolvendo gradualmente a permanência do objeto, ou seja, a compreensão de que os objetos continuam a existir mesmo quando não estão visíveis, o que representa um marco fundamental no desenvolvimento cognitivo inicial.

Na fase pré-operatória, geralmente entre 2 e 7 anos, a criança adquire habilidades simbólicas, como a linguagem, e começa a representar o mundo mentalmente. Contudo, o pensamento ainda é marcado pelo egocentrismo, dificultando a compreensão de perspectivas diferentes da sua própria.

A fase operatória concreta, de 7 a 11 anos, é caracterizada pelo desenvolvimento da capacidade de realizar operações mentais aplicadas a situações concretas. A criança consegue resolver problemas lógicos relacionados a objetos e eventos tangíveis, como a conservação de massa e volume, mas ainda tem dificuldade com ideias abstratas ou hipotéticas.

Por fim, na fase operatória formal, que geralmente começa a partir dos 12 anos, surge a habilidade de pensar de maneira abstrata e lógica. O indivíduo desenvolve o raciocínio hipotético-dedutivo, podendo formular hipóteses, testar ideias e planejar estratégias para resolver problemas complexos.

Piaget ressalta ainda a existência de quatro fatores necessários para a formação e desenvolvimento das estruturas operacionais: maturação, experimentação com o ambiente físico, transmissão social e equilíbrio.

A maturação refere-se ao desenvolvimento biológico e cognitivo necessário para que o indivíduo possa aprender de forma eficaz. Apenas quando o aluno atinge um nível adequado de desenvolvimento é possível assimilar novos conhecimentos. A experimentação com o ambiente físico complementa esse

processo, permitindo que o aluno interaja diretamente com o mundo ao seu redor. Por meio de experiências práticas e manipulação de objetos, o sujeito desenvolve suas estruturas cognitivas e amplia sua compreensão.

Vale destacar que a maturidade biológica não determina, por si só, o estágio cognitivo em que o indivíduo se encontra, como enfatiza Ferracioli (1999):

Primeiro alerta é achar que estes estágios são simplesmente reflexos de uma maturação interna do sistema nervoso. Um argumento utilizado pelo autor para fazer entender que a maturação, por si só, não explica o desenvolvimento cognitivo, é o fato de crianças de mesma idade, em sociedades diferentes, apresentarem o mesmo nível de maturação, mas estarem em estágios diferentes. Ou, apresentarem níveis de maturação diferentes, mas estarem no mesmo estágio. O que se observa é que, embora a ordem dos quatro grandes estágios seja constante, em todas as sociedades estudadas, a idade cronológica desses estágios varia bastante.

Com relação as experiências vividas pelos indivíduos, Piaget distingue entre dois tipos de experimentação: a experiência física, que está relacionada aos conteúdos assimilados e envolve agir sobre os objetos para abstrair suas propriedades a partir dos próprios objetos; e a experiência lógico-matemática, que revela um aspecto construtivo da estrutura do

pensamento. Nesta, o indivíduo também age sobre os objetos para abstrair suas propriedades, mas não a partir dos objetos em si, e sim das ações que ele próprio realiza sobre esses objetos. Portanto, a experiência física não se limita a um simples registro.

A transmissão social desempenha um papel fundamental, pois o aprendizado não ocorre isoladamente, mas em interação com outras pessoas. A linguagem e os símbolos culturais desempenham um papel crucial nessa etapa, servindo como ferramentas para a troca e consolidação do conhecimento. No entanto, Piaget destaca que a transmissão social só é eficaz quando o indivíduo está preparado para assimilar e transformar as informações transmitidas.

Por fim, o equilíbrio é o processo pelo qual o aluno organiza e ajusta suas estruturas mentais para incorporar novas informações. Ao enfrentar situações que desafiam seus conhecimentos prévios, o sujeito passa por um estado de desequilíbrio que o motiva a buscar soluções e integrar novos conceitos, alcançando um entendimento mais avançado. Essas etapas destacam não apenas o aspecto individual do aprendizado, mas também a questão social e o papel da linguagem como elementos indispensáveis para a construção do conhecimento.

Embora Piaget tenha feito contribuições significativas para entender como o conhecimento é construído, ele nunca formulou uma teoria de aprendizagem propriamente dita. Sua teoria do desenvolvimento cognitivo não é um método

pedagógico. Na verdade, o que existe são propostas pedagógicas que utilizam suas ideias como diretrizes para desenvolver uma metodologia didático-pedagógica, visando o processo de ensino-aprendizagem. Entre essas propostas, destaca-se o ciclo de Karplus, que estrutura etapas pedagógicas baseadas nos princípios piagetianos, facilitando a aprendizagem significativa através da experimentação e autorregulação.

Ciclo de aprendizagem de Karplus

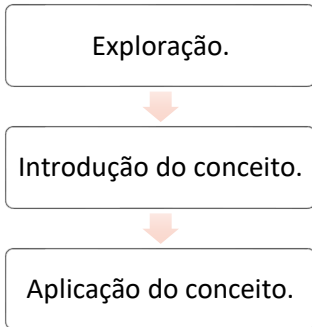
O ciclo de aprendizagem de Karplus é uma proposta de ensino mediada que visa orientar os alunos durante o processo de aprendizagem. Concebida em 1962, essa metodologia foi desenvolvida como uma abordagem para o ensino de conceitos científicos no ensino fundamental e tem sido aplicada em diversos trabalhos educacionais de ensino de Física e Matemática de forma eficaz, como enfatiza Santos (2015):

Os métodos interativos de engajamento estão entre os métodos de ensino mais significativos. Uma maneira de fazer com que os alunos participem ativamente é a adoção de aprendizado mediado, por meio de uma intensa interação entre o aluno e o professor, ou mediador. Um tipo de aprendizado mediado são os ciclos de aprendizagem (CA). Acredita-se que os CA propiciem aos alunos um envolvimento na construção de um

modelo de acordo com as regras da pesquisa científica.

O ciclo de aprendizagem de Karplus é dividido em três fases fundamentais: exploração, introdução do conceito e aplicação do conceito.

Figura 1 – O ciclo de aprendizagem de Karplus



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Na fase de exploração, os alunos são introduzidos ao fenômeno de forma empírica, permitindo uma aproximação inicial com os conceitos. Essa fase envolve a familiarização dos estudantes com os equipamentos e a reflexão qualitativa sobre as ideias que serão discutidas nas etapas seguintes. Este primeiro contato ajuda a estabelecer uma relação afetiva positiva e prepara os alunos para os desafios conceituais que surgirão. A exploração promove um nível de desequilíbrio que é essencial para o desenvolvimento da autorregulação dos alunos, ajudando-os a

evocar ideias não concretas e a construir uma base sólida para o aprendizado futuro.

Na introdução do conceito, o professor apresenta o assunto de maneira mais formal e sistemática. Ele explora detalhadamente o fenômeno e o conecta com os novos conceitos por meio de explicações e discussões. As atividades lúdicas, como pequenas experiências e demonstrações, são usadas para facilitar a compreensão dos alunos. Esta fase permite que os estudantes internalizem os novos princípios de forma concreta e preparem-se para generalizá-los em situações mais abstratas.

Na fase de aplicação do conceito, os alunos são desafiados a aplicar os novos conhecimentos em diferentes contextos. Esta etapa envolve atividades práticas onde os alunos resolvem problemas e realizam medições quantitativas. Permitindo que os estudantes trabalhem de maneira mais autônoma e interajam diretamente com os materiais e com os colegas, possibilitando a transmissão social. Segundo Azevedo (2014), o professor atua como um mediador, incentivando a autoregulação dos alunos e ajudando-os a consolidar e equilibrar o conhecimento recém-aprendido. A fase de aplicação oferece uma oportunidade crucial para os alunos testarem e ajustarem seus entendimentos, promovendo um aprendizado mais profundo e integrado.

Tecnologia assistiva

A Tecnologia Assistiva, anteriormente conhecida como ajudas técnicas, é uma área de pesquisa interdisciplinar em ascensão, impulsionada principalmente pelo paradigma da inclusão, legitimado por políticas públicas educacionais na perspectiva inclusiva. No entanto, poucas pesquisas têm sido realizadas nessa área, e sua discussão ainda permanece restrita a especialistas envolvidos com pessoas com deficiência (Rodrigues, 2024).

A definição de Tecnologia Assistiva está presente no documento elaborado pelo Comitê de Ajudas Técnicas (2009), que apresenta diretrizes básicas para complementar, aperfeiçoar e regulamentar essa área, com o objetivo de difundi-la na sociedade. Segundo o Comitê:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Outro documento que respalda o uso de tecnologias assistivas no ensino é a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com

Deficiência (Lei nº 13.146/2015), que estabelece diretrizes para a educação inclusiva. O artigo 28 dessa lei destaca a importância do desenvolvimento de tecnologia assistiva no contexto educacional:

Art. 28. Incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar:

VI - pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos de tecnologia assistiva;

VII - planejamento de estudo de caso, de elaboração de plano de atendimento educacional especializado, de organização de recursos e serviços de acessibilidade e de disponibilização e usabilidade pedagógica de recursos de tecnologia assistiva;

Nesse contexto, torna-se imprescindível discutir o uso da tecnologia assistiva como ferramenta pedagógica para promover equidade no desenvolvimento acadêmico de alunos com necessidades educacionais especiais, em uma perspectiva inclusiva. O uso de Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) como Tecnologia Assistiva, por exemplo, permite ressignificar dispositivos e softwares já existentes, adaptando-os ao uso pedagógico inclusivo. Nesse sentido, Santarosa (1997) afirma:

A terceira área básica de intervenção diz respeito à possibilidade e melhoria da comunicação. Neste particular, as NTIC talvez tenham a contribuição mais decisiva e imprescindível, haja vista que neste âmbito elas podem representar a única possibilidade para que um pensamento, uma vontade, uma mensagem se possa desprender de um corpo incapaz de fazer uma comunicação intencional elaborada ou mesmo eficaz.

O uso de aplicativos de celular nesse cenário apresenta-se como uma alternativa acessível e alinhada às características tecnológicas dos alunos que ingressam nas escolas atualmente. Esses aplicativos podem ser um recurso relevante para o desenvolvimento de atividades significativas, aproximando o aluno do conteúdo ao utilizar uma tecnologia já incorporada ao seu cotidiano. Além disso, quando utilizados sob a perspectiva da tecnologia assistiva, podem tornar-se ferramentas essenciais para o ensino inclusivo.

Ensino de Surdos

A história da educação de surdos passou por grandes mudanças de paradigmas ao longo do tempo. Na Antiguidade e na Idade Média, prevalecia a crença de que os surdos não eram capazes de aprender. Foi apenas no século XVI que surgiu a concepção de que pessoas surdas poderiam ser educadas. No entanto, o foco pedagógico estava na oralidade, com a ideia de

ensinar os surdos a falarem e compreender a fala. Essa abordagem, posteriormente, ficou conhecida como oralismo (Lacerda, 1998).

No início do século XVIII, novas ideias no campo da pedagogia para surdos começaram a ganhar força no que hoje chamamos de gestualismo, em grande parte devido aos estudos do francês Abade Charles Michel de L'Epée (Assunção, 2018). Ele foi pioneiro ao estudar uma língua de sinais usada por surdos, reconhecendo suas características linguísticas. L'Epée compreendia a diferença fundamental entre fala e linguagem, destacando que a linguagem é um sistema de comunicação mais amplo que pode ser expresso por diferentes meios, incluindo sinais gestuais.

No entanto, as práticas pedagógicas oralistas foram mais difundidas na educação do surdo, baseado na hipótese de que a fala traria direitos civis para eles, em 1880, foi realizado o II congresso internacional em Milão, no qual por aclamação foi aprovado o uso exclusivo do método oralista de ensino, excluindo totalmente o uso da linguagem de sinal, pois acreditavam que esta dificultava a aprendizagem da língua oral pelos surdos.

Devido à falta de êxito da proposta pedagógica do oralismo e aliado a isso, o crescente estudo da língua de sinais, surge a nova proposta para o ensino de surdos denominada comunicação total (Edilania, 2013), essa abordagem educacional

busca integrar todas as formas possíveis de comunicação para facilitar o aprendizado e a interação de pessoas surdas. Desenvolvida na década de 1970, essa metodologia combina o uso de língua de sinais, leitura orofacial, fala, escrita, gestos naturais e outras estratégias visuais e auditivas, conforme as necessidades individuais de cada pessoa. reconhecendo que não há um único método ideal para todos os surdos.

Concomitantemente ao desenvolvimento da abordagem da comunicação total, no final do século XX surgiu uma proposta pedagógica inovadora: o bilinguismo. Essa abordagem educacional e cultural defende o uso de duas línguas distintas no processo de ensino e aprendizagem de pessoas surdas. Nesse modelo, a língua de sinais, como a Libras, é adotada como primeira língua, enquanto a língua oral e escrita da comunidade majoritária, como o português, é tratada como segunda língua.

Nessa perspectiva, a língua de sinais é reconhecida como a língua natural dos surdos, adquirida espontaneamente no convívio social. Ela desempenha um papel essencial na construção do pensamento, na formação da identidade e na interação social dos indivíduos surdos. Segundo Prestes (2022);

O ensino-aprendizagem de Libras como L1 fortalece a autonomia do surdo no meio escolar, abrindo espaços para a inclusão desses sujeitos na sociedade. A Libras é instrumento linguístico e de acessibilidade próprio da cultura surda e, ao priorizar essa

língua na educação, valorizamos o sujeito surdo e demonstramos respeito a sua forma de expressão no mundo. Assim, ao aprender a língua do surdo, também podemos aprender sobre o sujeito surdo e sobre a sua cultura.

O conceito de bilinguismo também estabelece uma distinção clara entre a deficiência auditiva e a cultura surda. Pertencer à comunidade surda não exige, necessariamente, que o indivíduo tenha uma deficiência auditiva, pois a Libras é mais do que um meio de comunicação: ela é a principal expressão da cultura e identidade singulares da comunidade surda.

Na legislação brasileira, o conceito de surdez baseia-se no nível de decibéis que o ouvido humano é capaz de perceber. Esse entendimento está descrito no artigo 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, nos seguintes termos:

Art. 2º. Para os fins deste Decreto, considera-se pessoa surda aquela que, por ter perda auditiva, compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura principalmente pelo uso da Língua Brasileira de Sinais - Libras. Parágrafo único. Considera-se deficiência auditiva a perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz (Brasil, 2000, p. 1).

Com base na percepção auditiva, a surdez é classificada de acordo com o grau de perda auditiva, que pode variar entre leve,

moderado, severo e profundo, além disso, a surdez pode ser categorizada em e Unilateral e Bilateral (Edilania, 2013).

Em síntese, atualmente, existem três principais abordagens para o ensino de pessoas surdas: o oralismo, que foca no desenvolvimento da fala e leitura labial; a comunicação total, que combina diferentes formas de comunicação, como sinais, fala e escrita; e o bilinguismo, que prioriza a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como primeira língua e o português como segunda língua, geralmente na modalidade escrita.

Essas diferentes concepções pedagógicas abrem espaço para discussões sobre a importância de adotar estratégias que promovam o pleno desenvolvimento das pessoas surdas, assegurando que possam alcançar sua máxima realização como indivíduos e cidadãos.

Ensino de Física para surdos no Brasil

As discussões sobre inclusão são relativamente recentes, como destaca Assunção (2018). Foi apenas em 1984 que a UNESCO reconheceu a língua de sinais como um sistema linguístico legítimo, equivalente às línguas orais. Esse marco representou um avanço significativo no reconhecimento dos direitos linguísticos das pessoas surdas.

Em 1994, na cidade de Salamanca, Espanha, ocorreu o Encontro Mundial sobre Educação Especial, promovido pelas

Nações Unidas. O evento resultou na Declaração de Salamanca, que se tornou um documento fundamental no campo da inclusão. Ele defendia a educação inclusiva como princípio central, enfatizando a necessidade de adaptação das escolas para atender a todos os alunos, incluindo aqueles com deficiência, garantindo igualdade de oportunidades.

Este documento é considerado amplamente um dos marcos mais importantes na promoção da inclusão educacional, influenciando políticas educacionais em vários países, incluindo o Brasil. O artigo 19 da Declaração de Salamanca fala que:

Políticas educacionais deveriam levar em total consideração as diferenças e situações individuais. A importância da linguagem de signos como meio de comunicação entre os surdos, por exemplo, deveria ser reconhecida e provisão deveria ser feita no sentido de garantir que todas as pessoas surdas tenham acesso à educação em sua língua nacional de signos. Devido às necessidades particulares de comunicação dos surdos e das pessoas surdas/cegas, a educação deles pode ser mais adequadamente provida em escolas especiais ou classes especiais e unidades em escolas regulares.

A partir dos movimentos organizados pela comunidade surda na década de 1990 e do reconhecimento gradual de seus direitos no início do século XXI, a demanda por práticas pedagógicas inclusivas ganhou significativa relevância no Brasil. Esses avanços foram acompanhados por mudanças nas políticas

públicas educacionais, impulsionando a adoção de novas estratégias de ensino para a educação de alunos com necessidades pedagógicas especiais.

De acordo com o Censo Escolar de 2022, conduzido pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), o Brasil conta com um total de 47,3 milhões de estudantes matriculados na educação básica. Dentre eles, 61.594 alunos possuem alguma deficiência relacionada à surdez, evidenciando a importância de um sistema educacional preparado para atender a essa parcela da população.

Esses estudantes estão distribuídos, principalmente, entre dois tipos de modalidades educacionais: a Escola Regular Inclusiva e a Escola Bilíngue.

A Escola Regular Inclusiva, que integra alunos surdos em turmas regulares, promovendo a convivência com estudantes ouvintes. Nessa abordagem, o apoio pedagógico especializado é fornecido geralmente apenas por meio de intérpretes de Libras, com poucos recursos adaptados e materiais bilíngues.

No Brasil, essa abordagem é respaldada pela Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), que assegura o direito das pessoas com deficiência à educação em ambientes regulares. No entanto, apesar de favorecer a socialização, o modelo enfrenta críticas por, muitas vezes, não atender plenamente às necessidades específicas de alunos surdos, especialmente em relação à valorização da Libras e da cultura surda.

A Escola Bilíngue, que é voltada especificamente para surdos, prioriza o ensino na Língua Brasileira de Sinais (Libras) como primeira língua, enquanto o português é tratado como segunda língua, geralmente na modalidade escrita. Essa modalidade busca respeitar a cultura surda e criar um ambiente onde a Libras é a língua principal de comunicação e aprendizagem.

As escolas bilíngues, embora mais alinhadas às necessidades culturais e linguísticas dos surdos são poucas no Brasil devido à sua especificidade. Por outro lado, como mostra os dados, o modelo de ensino regular inclusivo é muito mais difundido, tornando mais provável que alunos surdos estejam matriculados em escolas regulares.

Quadro 1 – Panorama sobre a educação de surdos no Brasil

Número de matrículas da Educação Especial em **Classes Comuns: 1.372.985**



Estudantes com surdez: 17.141



Estudantes com deficiência auditiva: 37.625



Estudantes com surdocegueira: 548

Número de matrículas da Educação Especial em **Classes Exclusivas: 154.809**



Surdez: 3.558



Deficiência auditiva: 2.642



Surdocegueira: 80

Fonte: INEP (2024).

No contexto da escola inclusiva regular, O Artigo 28 a Lei Brasileira de Inclusão também garante que o aluno surdo tenha

direito a um Tradutor e Intérprete de Libras para facilitar sua comunicação em sala de aula. Inclusive as instituições privadas devem cumprir essas exigências sem cobrança de valores adicionais.

No entanto, apenas a presença do Tradutor e Intérprete de Libras em sala de aula, embora essencial para a comunicação, não garante que as metodologias de ensino sejam ajustadas para atender de forma abrangente as necessidades educacionais específicas desses estudantes. Como aponta Lacerda (2010, p. 145), a inclusão efetiva exige mais do que a mediação linguística; ela demanda a reestruturação de práticas pedagógicas para que possam contemplar todas as particularidades do aluno surdo, promovendo um ambiente verdadeiramente inclusivo.

Segundo Marchesi (1995), o diagnóstico tardio da surdez pode impactar significativamente o desenvolvimento linguístico e acadêmico, dificultando a aquisição de uma base sólida para a estruturação do pensamento e o domínio da escrita em português. Quanto mais cedo a surdez for identificada, menores serão as consequências no desenvolvimento da criança. Além disso, a idade em que a surdez ocorre; e fatores como o tipo e o grau da perda auditiva são determinantes no processo de aprendizagem do indivíduo surdo.

Outro fator que dificulta a aprendizagem dos alunos surdos é o desconhecimento, tanto por parte dos professores quanto dos intérpretes, dos símbolos específicos do conteúdo

lecionado. Essa lacuna compromete ainda mais o processo de ensino, especialmente em disciplinas como física que possui uma linguagem especializada. Nesse contexto, a pedagogia visual emerge como um recurso essencial, conforme destacado por Mattos (2019), ao alinhar o processo de ensino à forma como os surdos apreendem informações, predominantemente através de estímulos visuais.

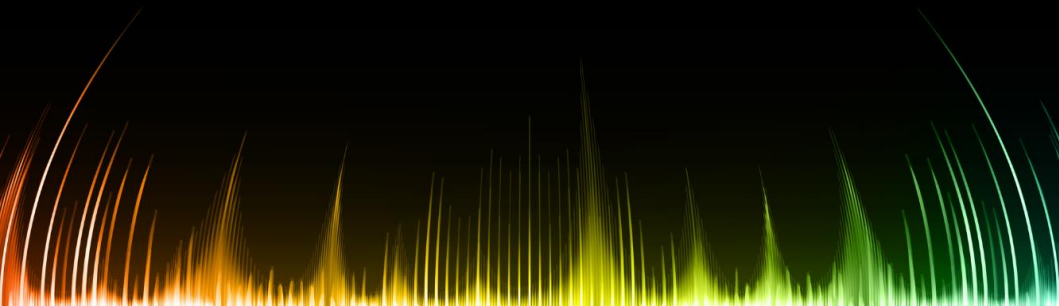
Alguns fatores que podem auxiliar o professor no desenvolvimento das atividades acadêmicas incluem: a realização de planejamento conjunto antecipado com o intérprete, o fornecimento do material a ser trabalhado em sala de aula ao intérprete com antecedência, e o conhecimento do professor sobre as necessidades e possibilidades do aluno. (Lacerda, 2010).

Uma estratégia relevante é a defendida por Gabel (1993), que propõe uma formação holística para o ensino de Física para surdos. Essa abordagem compreende os três níveis de representação de um fenômeno físico: o nível sensorio, simbólico e o microscópico. No entanto, como aponta Picanço (2021), os trabalhos de física na área de inclusão para surdos ainda são escassos.

Isso indica a necessidade de pesquisas e metodologias mais abrangentes para adaptar o ensino de Física às especificidades dos alunos surdos, garantindo que suas necessidades educacionais sejam plenamente atendidas.

CAPÍTULO III

ENSINO DE FÍSICA



ENSINO DE FÍSICA

Desde a antiguidade, a relação entre a música, a matemática e a física são evidentes. Durante o período de Platão (427 a 347 a.C.) até a Idade Média, o conhecimento era dividido em duas grandes áreas: o Trivium, composto por gramática, dialética e retórica, e o Quadrivium, que incluía música, aritmética, geometria e astronomia. Dentro dessa doutrina, a música era a disciplina que explorava a relação entre número e som.

De acordo com Simões (2000, p. 23-24), era comum relacionar a música com astronomia ou matemática. As sete notas da escala temperada eram vistas como um problema cósmico, e a teoria da música celeste conectava a harmonia musical com os movimentos dos corpos celestes. Essa abordagem refletia a visão de que a música não era apenas uma arte, mas também uma ciência que revelava as leis fundamentais do universo.

Aristóteles, por exemplo, através da primeira experiência registrada na história da ciência, o monocórdio, observou a relação harmônica entre o comprimento da corda do instrumento e o som (vibração) que ele emitia, formulando assim

provavelmente a primeira lei física. Essa abordagem da série harmônica obtida no monocórdio estendeu-se ao movimento dos planetas, na chamada música das esferas, na qual a distância entre os corpos celestes se encontrava segundo esferas concêntricas e as distâncias entre essas esferas estavam em razão harmônica. Esse modelo planetário não se valia de observações, mas sim de hipóteses baseadas em estética e misticismo (Pires, 2011, p. 18-19).

Hoje, sabe-se que as características do som são explicadas através dos fenômenos ondulatórios. O som, como uma onda sonora, foi solidificado com a análise de Fourier, criada no século XIX por Jean Baptiste Joseph Fourier. Ele provou que, independentemente do tipo de onda, seu formato pode ser reproduzido matematicamente pelo somatório de ondas senoidais de diferentes frequências, amplitudes e fases (Avelino, 2023).

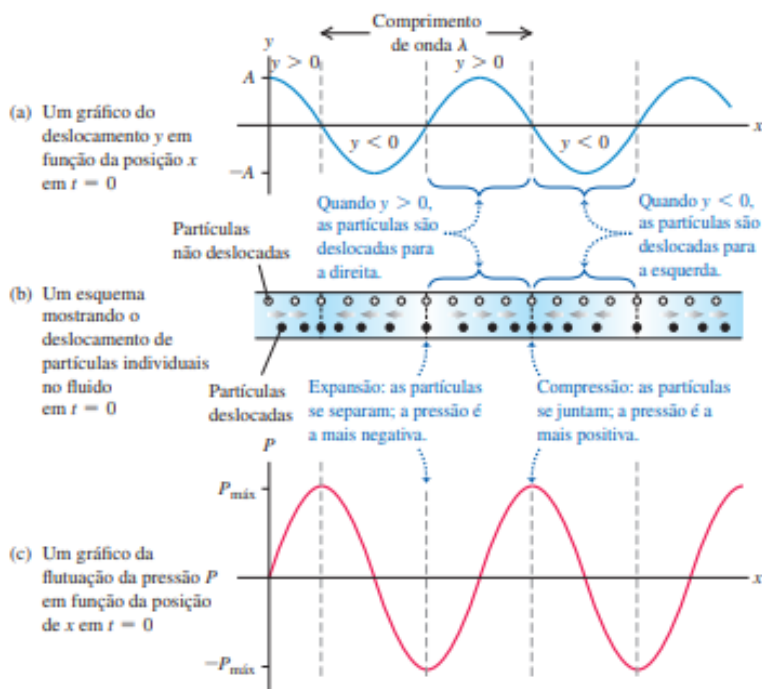
Acústica

As ondas sonoras são ondas longitudinais que se propagam em um meio, que pode ser sólido, líquido e gasoso. Sendo consideradas das ondas mecânicas, a mais importante para o ser humano (Sears, 2015). As ondas sonoras descritas neste trabalho são as mais simples: ondas estacionárias. Um exemplo

clássico dessas ondas estacionárias são as ondas sonoras reproduzidas por instrumentos musicais de uma banda.

As ondas estacionárias possuem valores bem definidos para amplitude, frequência e comprimento de onda. A seguir, apresentamos uma figura que ilustra as três formas de descrever uma onda sonora.

Figura 2 – Representações de uma onda sonora



Fonte: Sears (2015).

As ondas sonoras também podem ser descritas em termos de variação de pressão em determinados pontos do meio. Em

alguns desses pontos, as partículas oscilam alternadamente entre momentos de compressão e rarefação. Esse comportamento oscilatório é caracterizado por uma onda senoidal, que representa graficamente as variações de pressão ao longo do tempo e do espaço.

Tubos sonoros

Os tubos sonoros são sistemas ressonantes que produzem ondas estacionárias e são amplamente utilizados para demonstrar fenômenos ondulatórios e acústicos. Eles também constituem a base de funcionamento de muitos instrumentos musicais, como flautas, clarinetas e órgãos. É importante destacar que, no caso dos tubos sonoros, o local onde o tubo é fechado corresponde a um ventre de pressão e um nó de deslocamento, enquanto o local onde o tubo é aberto apresenta um ventre de deslocamento e um nó de pressão.

Tubo aberto

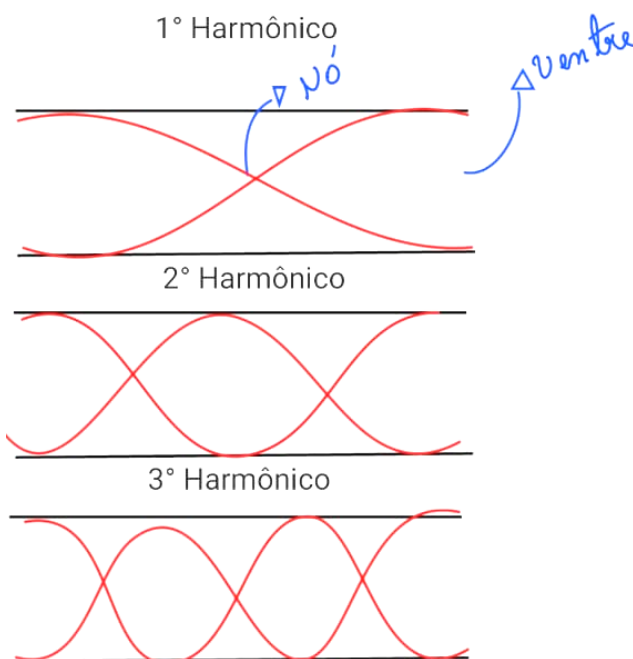
Os tubos abertos possuem ambas as extremidades abertas, permitindo a passagem de ar livremente. A principal característica de um tubo aberto é que ele apresenta ventres de deslocamento e nós de pressão em ambas as extremidades, devido à livre oscilação do ar. Isso resulta na formação de ondas

estacionárias simétricas. A frequência fundamental, ou primeiro harmônico, de um tubo aberto é dada pela equação:

$$f = \frac{v}{2L}$$

Onde f é a frequência do som produzido, v é a velocidade do som no ar, e L é o comprimento do tubo. Para os harmônicos superiores, a frequência é dada por $f = \frac{nv}{2L}$, onde n é o número do harmônico ($n = 1, 2, 3, \dots$).

Figura 3 – Representações de harmônicos em um tubo aberto



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Tubo fechado

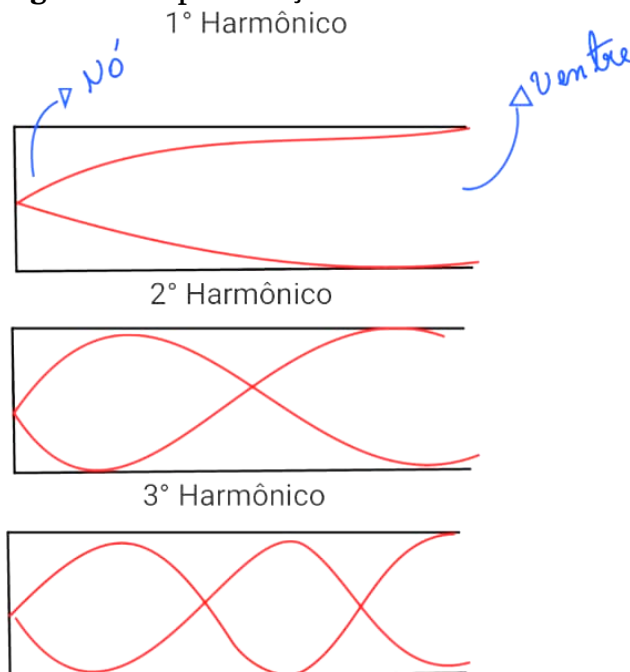
Os tubos fechados possuem uma extremidade aberta e a outra fechada. A principal característica de um tubo fechado, é que a extremidade aberta permite a passagem do ar, enquanto a extremidade fechada é totalmente vedada. Isso resulta na formação de ventres de deslocamento na extremidade aberta e nós na extremidade fechada, que não permite o movimento de ar. A frequência fundamental, ou primeiro harmônico, de um tubo fechado é dada pela equação:

$$f = \frac{v}{4L}$$

Onde f é a frequência do som produzido, v é a velocidade do som no ar, e L é o comprimento do tubo. Para os harmônicos superiores, a frequência é dada por $f = \frac{nv}{4L}$, onde n é o número do harmônico ($n = 3, 5, 7, \dots$). Vale ressaltar que, nos tubos fechados o número de harmônico pode assumir apenas valores ímpares.

Essas relações demonstram que o comprimento de um instrumento está diretamente ligado à faixa de frequência que ele pode produzir. Instrumentos maiores produzem sons de frequências mais baixas, enquanto instrumentos menores produzem sons de frequências mais altas (Halliday, 2016).

Figura 4 – Representações de harmônicos em um tubo fechado



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Intensidade Sonora e Nível Sonoro

Intensidade sonora é a taxa de transferência de energia da onda por unidade de área, ou seja, corresponde à potência transferida por unidade de área perpendicular à direção de propagação da onda. É fundamental destacar que a intensidade sonora é proporcional ao quadrado da amplitude da onda, o que significa que um pequeno aumento na amplitude resulta em um aumento significativo na intensidade. Devido à ampla faixa de

intensidades audíveis pelo ouvido humano, utiliza-se uma escala logarítmica para medir o nível sonoro, em vez de usar a intensidade diretamente. Essa abordagem reflete a percepção humana, pois um som com o dobro da intensidade física não é percebido como duas vezes mais alto, mas apenas ligeiramente mais alto. Isso torna a escala logarítmica uma ferramenta útil para representar os níveis sonoros de maneira mais próxima à experiência auditiva humana.

A intensidade sonora audível mínima I_0 (aproximadamente $1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$) é dividida pela intensidade medida I , e o logaritmo dessa razão é multiplicado por 10 para obter o nível sonoro $I(\text{dB})$ em decibéis. A equação que representa essa relação é:

$$I(\text{dB}) = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Fenômeno de Batimento

O fenômeno de batimento ocorre quando notas com frequências próximas são emitidas simultaneamente, resultando em uma frequência média entre as frequências originais, além de um batimento cuja frequência é a diferença entre as duas frequências emitidas. Quando essas duas notas são tocadas juntas, o ouvido humano percebe uma variação periódica na

intensidade do som, que é o batimento. A frequência do batimento pode ser descrita pela seguinte equação:

$$f_b = |f_1 - f_2|$$

Onde f_b é a frequência do batimento, e f_1 e f_2 são as frequências das duas notas originais. Essa variação é útil para afinar instrumentos, pois o objetivo é minimizar o batimento até que ele desapareça, indicando que as duas frequências são idênticas. Explorar esse fenômeno ajuda a entender como interações entre ondas sonoras podem resultar em novos padrões audíveis, oferecendo uma aplicação prática dos conceitos teóricos de interferência e frequência.

Ressonância

O fenômeno da ressonância ocorre quando uma força externa é aplicada de forma periódica com frequência próxima à frequência natural do sistema. Na natureza, é possível observar diversos exemplos desse fenômeno. Um deles é a vibração de uma membrana provocada por uma onda sonora – mecanismo que, por exemplo, possibilita a audição humana.

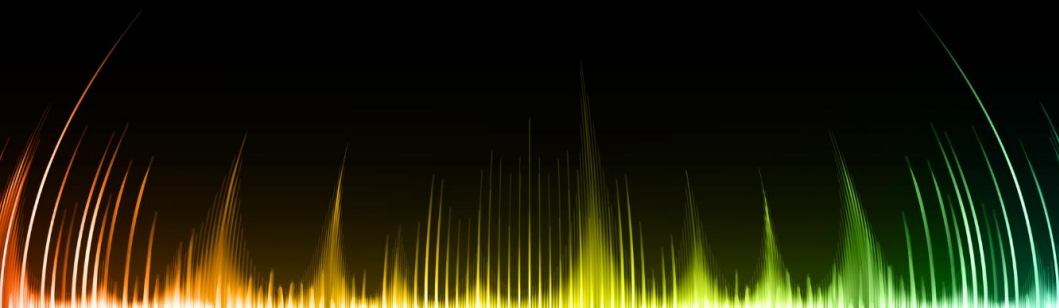
$$\omega_f = \omega_0$$

Quando a frequência angular da força externa (representada por ω_f) é igual à frequência angular natural do sistema (representada por ω_0), dizemos que ocorre a ressonância.

Nesse caso, o sistema oscila com a mesma frequência da força externa e com amplitude máxima.

CAPÍTULO IV

REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS ADOTADAS NA INVESTIGAÇÃO



REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS ADOTADAS NA INVESTIGAÇÃO

Metodologia de Ensino

A proposta deste produto está estruturada com base no ciclo de aprendizagem de Karplus, fundamentado na teoria cognitiva de Piaget. O objetivo é oferecer um guia didático para professores, visando facilitar o ensino de conceitos ondulatórios de forma que contemple as necessidades educacionais especiais de alunos surdos. Para isso, combina demonstrações experimentais, alinhadas à perspectiva piagetiana, com o uso de aplicativos de celular como recurso de tecnologia assistiva.

O produto educacional é estruturado em quatro partes. A primeira parte corresponde à exploração, na qual é utilizada a mola maluca, um brinquedo acessível e facilmente encontrado em diversas lojas. Essa demonstração proporciona aos alunos a oportunidade de explorar conceitos fundamentais da ondulatória de forma lúdica e intuitiva. Sob a orientação do

professor, são realizadas pequenas experiências para identificar características essenciais das ondas, como comprimento de onda, amplitude e frequência.

Na fase de introdução dos conceitos, após a manipulação da mola, o professor deve apresentar o modelo físico por meio da simulação disponível no site PhET Colorado, complementando a explicação com material de apoio. Para reforçar a assimilação dos conteúdos abordados, é fornecido um questionário adicional que destaca os conceitos mais relevantes da atividade.

Durante a aplicação dos conceitos, os alunos são divididos em grupos para construir instrumentos musicais e aplicar os conceitos de ondas na acústica. O instrumento construído foi uma espécie de berrante com uma bexiga, que é facilmente produzido e manipulado. É interessante que os alunos tenham liberdade para construir instrumentos de tamanhos variados, permitindo a observação de diferentes frequências sonoras.

Após a construção dos instrumentos, é realizada uma demonstração experimental, na qual é possível tornar visível os fenômenos da acústica. A partir dessas observações, o professor formaliza os conceitos de acústica utilizando o material de apoio.

Para finalizar as atividades, foi aplicado um questionário sobre acústica, no qual os alunos registraram os dados obtidos a partir dos instrumentos construídos. Para isso, utilizaram dois aplicativos disponíveis na Play Store: um destinado à medição da frequência dos instrumentos e outro para a aferição do nível

sonoro. Esses aplicativos foram introduzidos como ferramentas pedagógicas inclusivas, especialmente para os alunos surdos, permitindo que eles participassem de forma ativa e significativa na atividade, reforçando o uso de tecnologia assistiva no ensino inclusivo.

Nesta etapa, foi enfatizado o estágio concreto, conforme descrito pela teoria construtivista de Piaget. Os alunos exploraram os fenômenos diretamente, manipulando objetos concretos e extraindo dados quantitativos de suas observações. Essa abordagem inicial é fundamental, uma vez que os alunos ainda não possuem, em sua maioria, estruturas cognitivas consolidadas para realizar análises abstratas ou formular hipóteses complexas. Assim, a experiência prática e concreta serve como base essencial para os estágios posteriores de desenvolvimento cognitivo.

Metodologia do Trabalho

A pesquisa desenvolvida neste trabalho adotou uma perspectiva quali-quantitativa, pois, a partir dos dados obtidos na aplicação do produto educacional, em um contexto específico, foram formuladas conjecturas para sua interpretação. As estratégias de ensino empregadas incluíram abordagens experimentais, nas quais os alunos construíram instrumentos

artesanais de diferentes comprimentos, possibilitando a relação entre o tamanho do instrumento e o som produzido (frequência).

Além disso, foi realizada uma demonstração experimental que permitiu aos alunos visualizarem diferentes padrões de figuras, formadas por meio de um laser, os quais estavam associados à frequência emitida por cada instrumento.

O tamanho dessas figuras, por sua vez, pôde ser relacionado à intensidade sonora (amplitude). Para finalizar, aplicativos de celular foram utilizados como ferramentas de apoio para extrair dados quantitativos, como a frequência e o nível sonoro dos instrumentos construídos.

Apesar de o autor deste trabalho ser professor da rede pública estadual do Rio Grande do Norte, na escola onde leciona não havia alunos com deficiência auditiva bilateral profunda. Contudo, este produto educacional foi desenvolvido para atender às necessidades específicas desse público em uma escola regular inclusiva.

Para a execução das atividades, foi encontrada uma turma do 1º ano na Escola Estadual Professor Varela Barca, composta por 35 alunos matriculados, dos quais cerca de 24 frequentavam regularmente as aulas. Dentre os presentes, 3 alunos apresentavam deficiências: 1 com deficiência auditiva (surdez bilateral profunda) e 2 com deficiência intelectual.

Além desses alunos, participou também um aluno não matriculado, filho da professora intérprete e graduando em

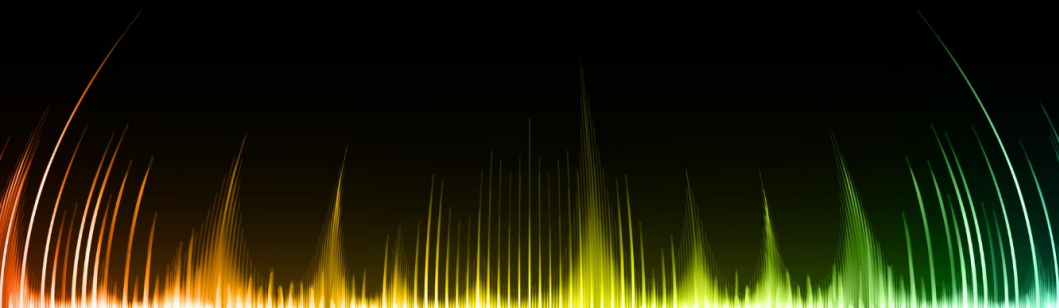
Libras. A presença desse aluno enriqueceu significativamente as atividades, pois possibilitou uma socialização mais dinâmica das ideias propostas.

A interação entre os indivíduos surdos permitiu a construção de referências compartilhadas a partir de suas experiências e perspectivas, o que, conforme Piaget, é essencial para a significância do conteúdo por meio das relações sociais.

Vale ressaltar que as atividades foram planejadas com base nas discussões realizadas com a intérprete sobre as necessidades específicas do aluno, explorando amplamente os recursos visuais, essenciais para esse público. Parte das orientações fornecidas pela intérprete levou à escolha de uma avaliação quantitativa, evitando o uso de escrita em português, uma vez que a aluna não possuía domínio dessa linguagem. Segundo a intérprete, essa dificuldade está relacionada à exposição tardia ao ensino de Libras, o que impactou negativamente sua evolução acadêmica.

CAPÍTULO V

RESULTADOS E DISCUSSÕES



RESULTADOS E DISCUSSÕES

No primeiro momento da atividade houve a participação apenas do aluno surdo matriculado, atividade de exploração foi bastante dinâmica, todos os alunos participaram, e houve bastante interação entre os grupos. Neste momento aluna surda desenvolveu as práticas juntamente com um dos alunos com deficiência intelectual.

Figura 5 – Alunos interagindo na atividade da mola maluca



Fonte: Acervo dos autores (2024).

Paralelo a demonstração experimental, o professor trouxe um material de apoio impresso e apresentou o conteúdo subsidiado por uma simulação do Phet Colorado. Este momento foi bastante interativo, no qual os alunos desenvolveram as demonstrações experimentais concomitantemente a explicação do professor utilizando o simulador no projetor. Tudo isso ilustrado em etapas por um material de apoio.

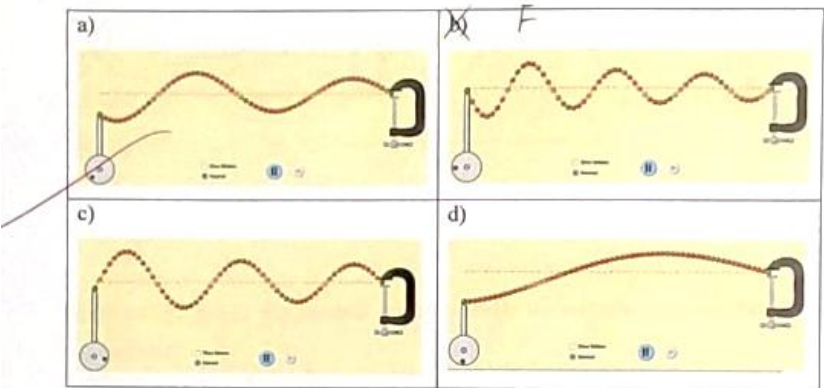
Exercícios de assimilação

No segundo momento o professor retomou brevemente o conteúdo estudado e aplicou uma atividade de assimilação. Os dados obtidos a partir desse questionário foram bastante relevantes para o entendimento de como os alunos compreenderam o conteúdo inicial. Nesta etapa houve a participação do aluno surdo visitante.

Cerca de 96% dos participantes acertaram a primeira questão. O único aluno que errou selecionou a alternativa mais próxima da correta, demonstrando compreensão parcial do conteúdo.

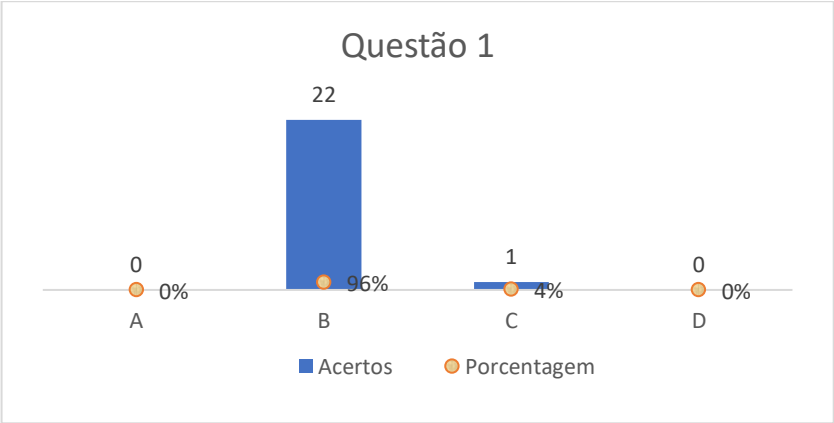
Figura 6 – Resposta da primeira questão do exercício de assimilação

1. Marque com o 'F' a figura que a onda na corda apresenta maior frequência.



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Gráfico 1 – Dados da primeira questão do exercício de assimilação

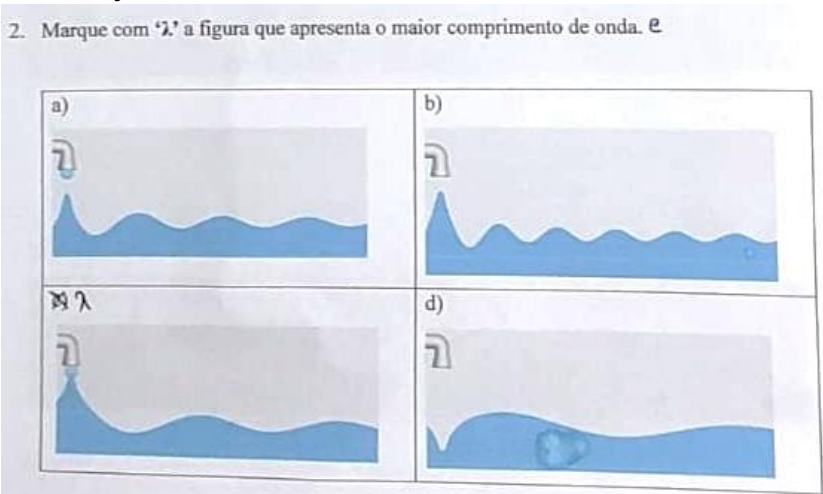


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Já na segunda questão, foi utilizada uma imagem inédita para representar as ondas, o que evidenciou certa dificuldade por

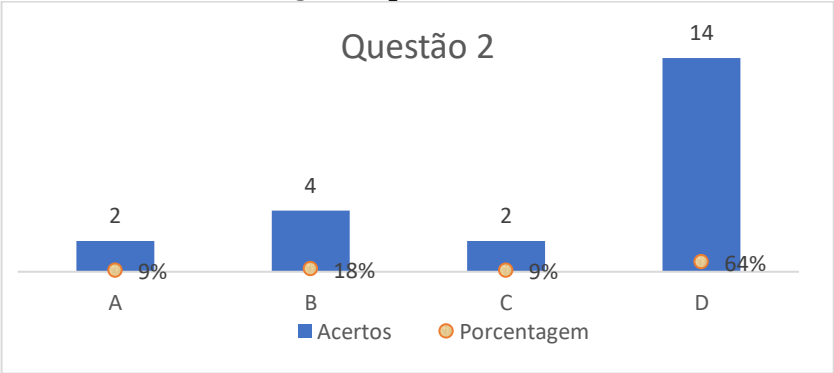
parte de alguns alunos em aplicar o conhecimento previamente adquirido em um contexto relativamente novo. Um dos alunos, inclusive, deixou essa questão em branco.

Figura 7 – Resposta da segunda questão do exercício de assimilação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Gráfico 2 – Dados da segunda questão do exercício de assimilação

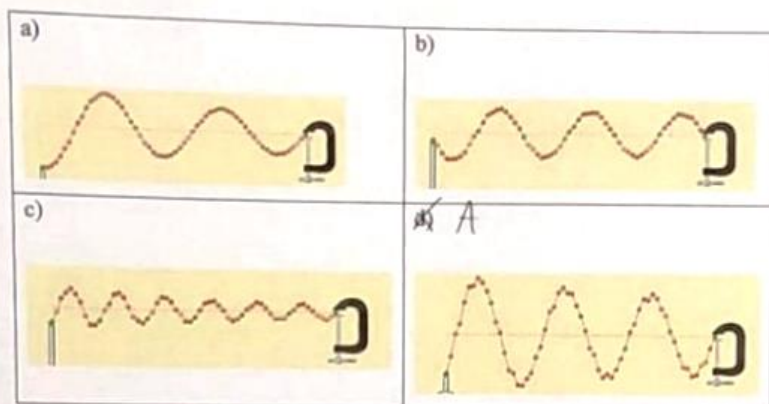


Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na questão três, os alunos apresentaram um desempenho melhor em comparação à questão anterior. Contudo, ainda foi observado um número significativo de respostas diferentes da esperada, indicando que alguns conceitos ainda não foram completamente assimilados.

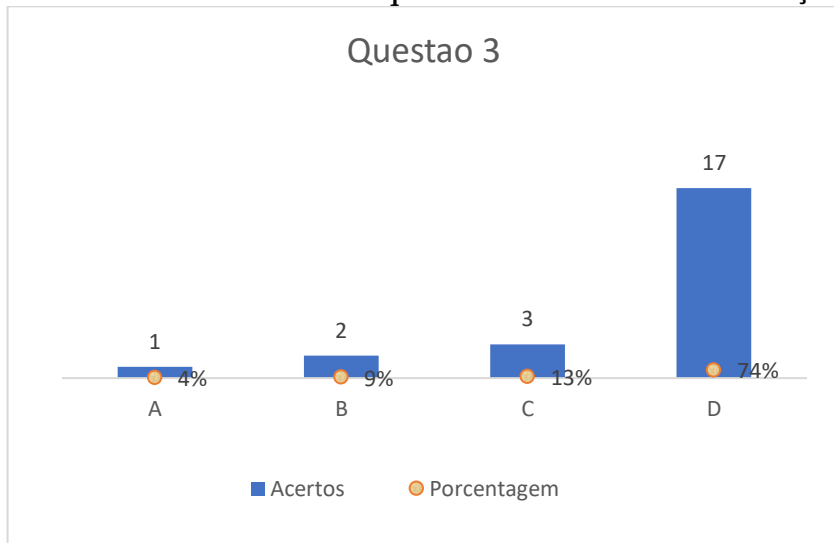
Figura 8 – Resposta da terceira questão do exercício de assimilação

3. Marque com o 'A' a figura que a onda na corda apresenta maior amplitude.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Gráfico 3 – Dados da terceira questão do exercício de assimilação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O aluno surdo matriculado errou a segunda questão, no entanto o aluno surdo visitante não acertou nenhuma questão, provavelmente por ele não ter assistido a primeira aula.

Construção dos instrumentos

Seguindo para construção dos instrumentos artesanais e a visualização das ondas sonoras por meio da demonstração experimental, ambos os alunos surdos participaram ativamente das atividades propostas nessa etapa. Assim que todos os estudantes finalizaram a construção de seus instrumentos, perceberam as diferenças sonoras produzidas.

Mesmo sem a percepção auditiva, os alunos surdos conseguiram notar o som gerado pelos instrumentos. O aluno surdo visitante, em particular, associou a vibração sentida durante a atividade com experiências prévias, como a sensação de estar próximo a um veículo pesado, como um caminhão. Essa associação demonstra que o aluno foi capaz de estabelecer conexões entre situações vividas anteriormente e a situação presente, além de compartilhar suas ideias com os alunos. Esse aspecto é fundamental para a significação do conhecimento segundo a Teoria Construtivista de Piaget.

Ambos os alunos surdos observaram atentamente a vibração gerada, especialmente na área onde o balão fazia pressão no ar, demonstrando interesse em compreender os fenômenos.

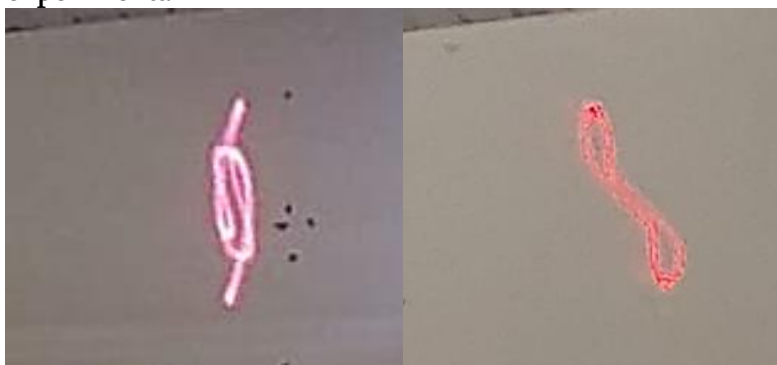
Figura 9 – Alunos surdos e intérprete interagindo com o instrumento



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Posteriormente, cada grupo utilizou seu instrumento na demonstração experimental para criar figuras visíveis com auxílio da demonstração, relacionando as vibrações aos padrões observados. Essa etapa proporcionou uma compreensão prática e visual dos conceitos de frequência e intensidade sonora.

Figura 10 – Figuras formadas por instrumentos na demonstração experimental



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Questionário

Para finalizar, os alunos responderam a um questionário. Essa etapa contou exclusivamente com a participação da aluna surda matriculada. A atividade também promoveu a aplicação dos dados obtidos pelos instrumentos, incentivando os estudantes a compararem os resultados de seus próprios instrumentos com os de seus colegas. A utilização de aplicativos

de celular foi essencial para preencher e analisar os dados quantitativos.

Esses aplicativos foram selecionados por suas funcionalidades serem adequadas ao trabalho. No entanto, há diversos aplicativos disponíveis na Play Store com funções semelhantes, que também poderiam ser utilizados para essa finalidade.

O afinador digital escolhido para este estudo, por exemplo, permite medir a frequência de diferentes notas, inclusive fora do padrão de afinação de 440 Hz. Ele exibe a leitura dos dados tanto em hertz (Hz) quanto em cifras, funções que a maioria dos afinadores convencionais não possui.

Já o decibelímetro exibe o maior e o menor nível sonoro registrado durante o período de medição e apresenta uma tabela com níveis sonoros de referência, exibidos instantaneamente durante a coleta dos dados.

As duas primeiras questões do questionário abordaram a obtenção dos dados dos instrumentos a partir dos aplicativos de celular. Ao compararem as medições de seus instrumentos com as de seus colegas, os alunos perceberam que o nível sonoro variava pouco de um instrumento para outro, enquanto a frequência variava significativamente, pois está diretamente ligada ao tamanho do instrumento.

Esse exercício evidenciou a relação entre o comprimento do instrumento e sua frequência, além de demonstrar que o nível

sonoro está associado à pressão exercida pelo ar, que pode ser levemente alterada pressionando o balão. Essa variação foi percebida pelo aumento da amplitude no ponto onde o balão vibra para produzir o som.

Figura 11 – Resposta da primeira e segunda questão do exercício de aplicação

1. Registre os dados do seu instrumento na tabela abaixo:

Parâmetro	Valor
Comprimento (metros)	43
Frequência da fundamental (Hz)	117
Nível sonoro (dB)	96

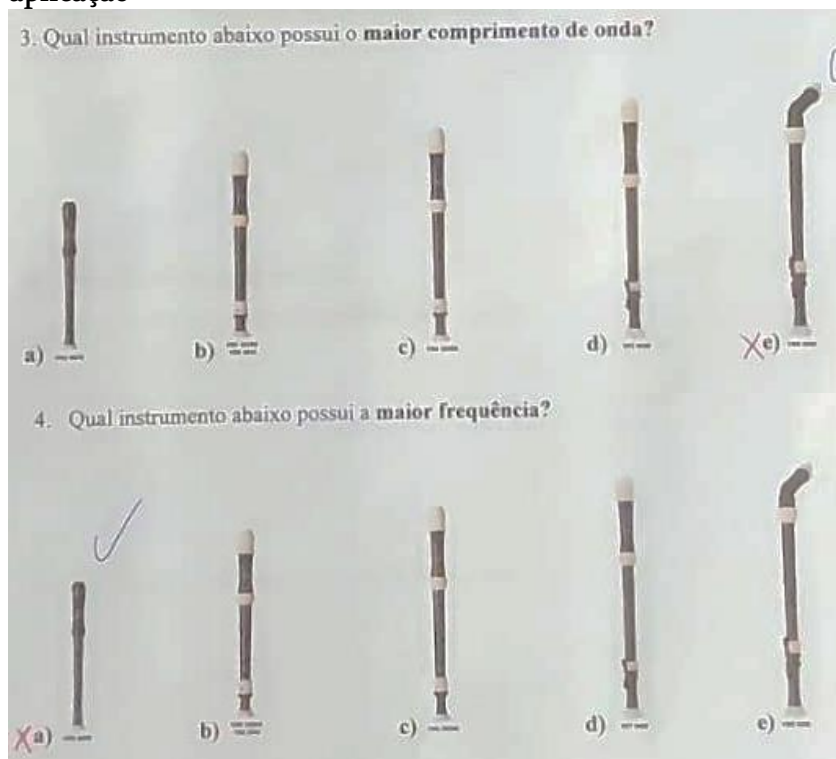
2. Registre os dados do instrumento de um colega na tabela abaixo:

Parâmetro	Valor
Comprimento (metros)	37 cm
Frequência da fundamental (Hz)	196 Hz
Nível sonoro (dB)	90 dB

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

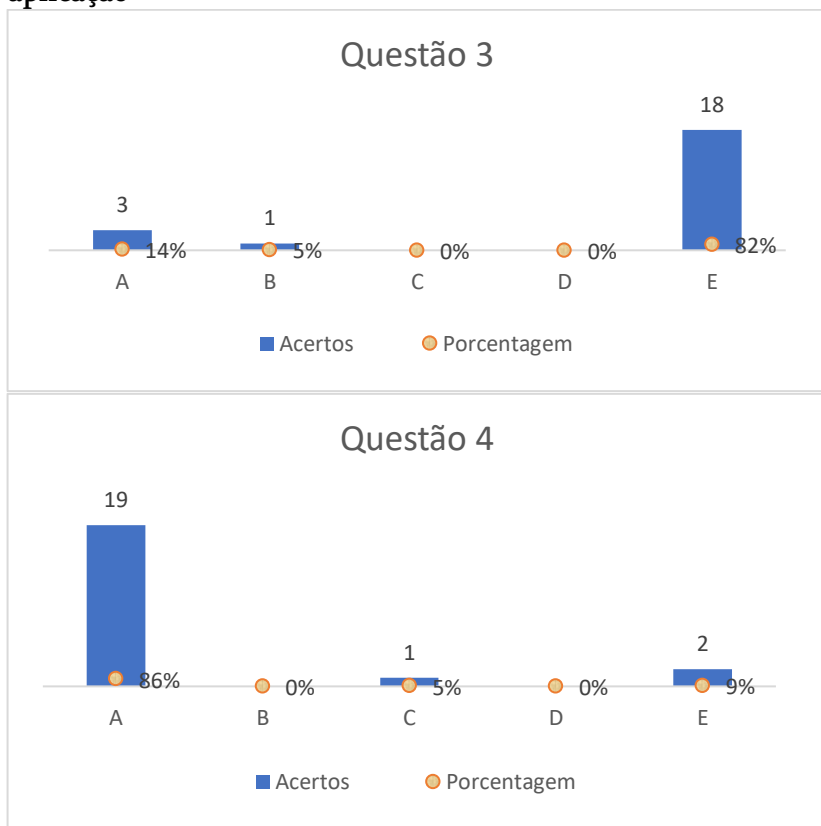
As questões 3 e 4 abordam, respectivamente, a relação entre o comprimento do instrumento e o comprimento de onda, e a relação entre o comprimento do instrumento e a frequência. A maioria dos estudantes responderam corretamente a essas questões, indicando uma boa compreensão dos conceitos. Apesar disso, um aluno deixou essa questão sem resposta.

Figura 12 – Resposta da terceira e quarta questão do exercício de aplicação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

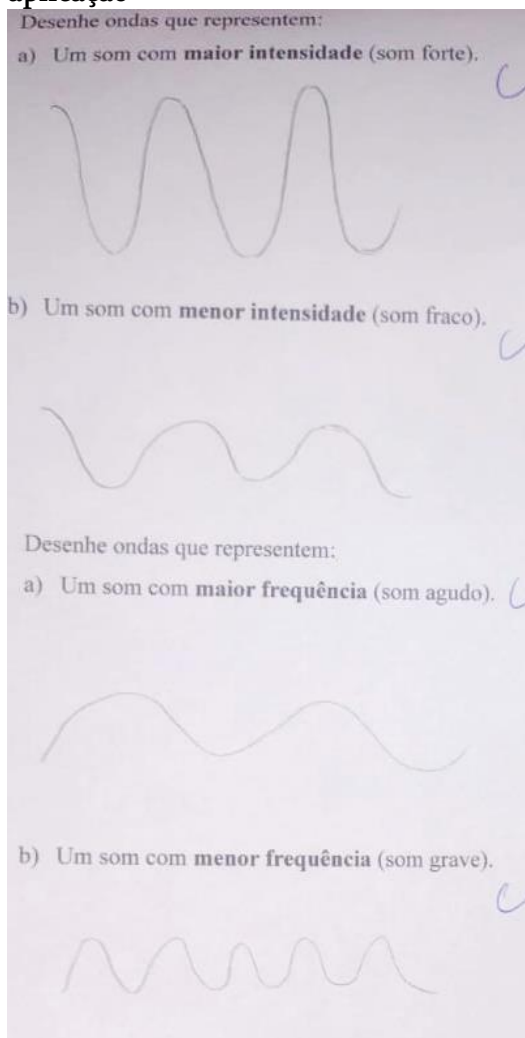
Gráfico 4 – Dados da terceira e quarta questão do exercício de aplicação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

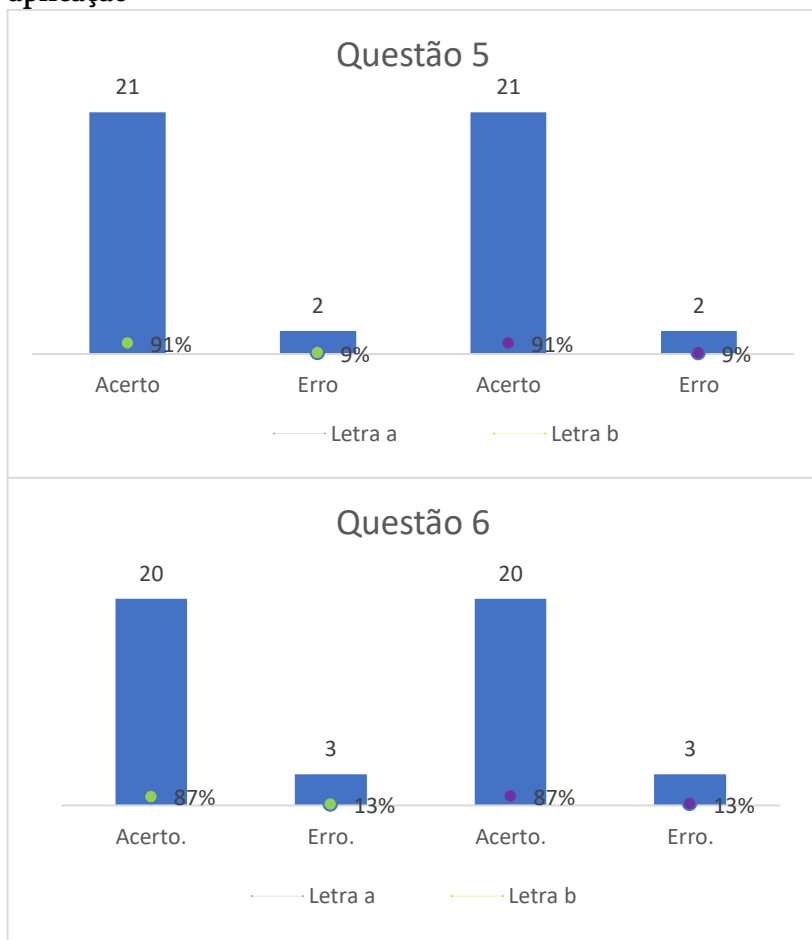
Na questão 5 e 6 foi pedido para que os alunos fizessem uma representação gráfica primeiro de duas ondas sonoras com intensidades diferentes (amplitude) e em seguida duas ondas sonoras com alturas diferentes (frequência).

Figura 13 – Resposta da quinta e sexta questão no exercício de aplicação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Gráfico 5 – Dados da quinta e sexta questão do exercício de aplicação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No questionário, o aluno surdo respondeu corretamente à maioria das questões. No entanto, diferentemente da primeira atividade, em que relatou facilidade, nesta etapa enfrentou mais dificuldades. Isso ficou evidente pela necessidade de auxílio da

intérprete e pelas perguntas direcionadas ao professor durante sua realização.

Apesar de ter errado apenas a questão 6, o aluno urdo acertou as demais questões, demonstrando entendimento sobre a existência de diferentes grandezas relacionadas ao som.

Foi perceptível que o aluno surdo encontrou mais desafios para concluir o questionário. Ainda assim, o erro cometido não invalida seu processo de aprendizagem. Conforme destacado por Piaget, a tentativa e erro são elementos essenciais na construção do conhecimento, pois fazem parte do processo de assimilação e acomodação, permitindo que o aluno desenvolva e redefina suas estruturas cognitivas ao longo do tempo.

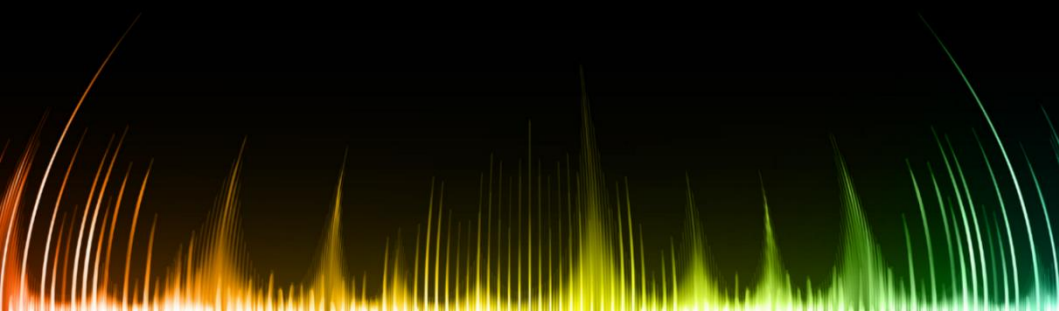
Além disso, apesar de o aluno visitante ter participado apenas da segunda e terceira etapa da sequência didática, sua presença possibilitou a troca de experiências entre os alunos surdos, permitindo que a discussão fosse enriquecida por diferentes perspectivas e vivências. Isso reforça o papel fundamental da interação social no desenvolvimento cognitivo, conforme defendido por Piaget.

Outro ponto relevante é que não ficou claro se o intérprete envolvido neste trabalho dominava todos os sinais relacionado ao tema. No entanto, o professor buscou referências e compartilhou-as com a intérprete, buscando promover uma comunicação mais eficiente. Nesse sentido, a falta de sinais

específicos para certos conceitos pode ter impactado o desempenho dos alunos surdos durante a aplicação do produto.

CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi fundamentado na teoria do desenvolvimento cognitivo proposta por Piaget e estruturado metodologicamente com base no ciclo de Karplus. A partir dos conceitos estabelecidos pela teoria construtivista, foi possível identificar parâmetros de desenvolvimento e os estágios cognitivos dos alunos. Dessa forma, foi possível estabelecer objetivos, estratégias e metas, utilizando o ciclo de Karplus como referência para o ensino de Física, especificamente na área de acústica, em uma perspectiva inclusiva para alunos surdos.

A aplicação do ciclo de Karplus possibilitou estruturar uma sequência didática capaz de evidenciar e promover os fatores necessários para progressão dos alunos de um estágio de menor para um estágio de maior conhecimento, conforme propõe a teoria construtivista. Com isso, foi possível esclarecer as características e os objetivos de cada etapa do processo, contribuindo significativamente para o êxito do objetivo geral.

Assim, este trabalho demonstrou que, ao utilizar estratégias pedagógicas baseadas em teorias consolidadas, é

possível criar sequências didáticas eficazes, capazes de despertar o interesse dos alunos por temas que, inicialmente, podem parecer distantes de sua realidade. No contexto do ensino inclusivo, essa abordagem adquire ainda mais relevância, pois evidencia a importância de estratégias específicas para atender às necessidades individuais de cada aluno.

Um ponto de destaque foi a discussão sobre tecnologia assistiva. A partir desse tema, foi possível aprofundar o debate sob a perspectiva epistemológica, analisando a função dos aplicativos de celular no contexto da educação inclusiva para surdos.

A integração de novas tecnologias se mostrou um recurso valioso tanto para alunos surdos quanto para ouvintes. Para os surdos, essas tecnologias representam um apoio essencial à compreensão dos conteúdos; para os ouvintes, funcionam como uma ponte entre os conceitos da Física e as tecnologias utilizadas em seu cotidiano, tornando o aprendizado mais concreto e acessível. Além disso, o uso de práticas experimentais contribuiu para uma aprendizagem mais significativa, prática e prazerosa.

Observou-se que, ao relacionar os fenômenos ondulatórios com as características do som, foi possível ensinar conceitos de acústica aos alunos surdos. Assim, o objetivo geral deste trabalho foi alcançado, e parte da hipótese inicial foi confirmada. No entanto, não foi possível verificar se alunos com surdez profunda bilateral têm condições de compreender

plenamente o conceito de timbre, o que se apresenta como uma possibilidade de investigação em trabalhos futuros.

Quanto aos objetivos específicos, estes foram parcialmente atingidos. Conseguiu-se estabelecer a relação entre os fenômenos ondulatórios e as características do som. Contudo, a correlação entre frequência e altura do som, bem como entre intensidade sonora e amplitude da onda, não ficou suficientemente clara para os alunos com surdez profunda bilateral. Apesar disso, os alunos demonstraram compreender que o som possui duas propriedades distintas, embora ainda apresentem dificuldade em diferenciá-las. Vale ressaltar que a interação social entre os alunos surdos contribuiu de forma significativa para o processo de aprendizagem, e, de modo geral, os estudantes obtiveram um bom desempenho nas atividades avaliativas.

É importante destacar que o paradigma da inclusão ainda é relativamente recente e carece de mais pesquisas e metodologias. Infelizmente, no contexto da educação inclusiva para surdos, práticas excludentes ainda são recorrentes. Hoje sabemos que a presença de um intérprete em sala de aula, embora fundamental, não é suficiente como único recurso de apoio; é preciso superar as barreiras impostas por paradigmas educacionais ultrapassados.

Um dos desafios mais significativos é a ausência ou o desconhecimento de sinais específicos em áreas como a Física, o

que representa uma barreira linguística importante para a aprendizagem dos alunos surdos. Essa limitação demanda estudos mais aprofundados, que possam gerar novas propostas e servir de referência tanto para o meio acadêmico quanto para a prática docente, contribuindo, assim, para a construção de um ambiente educacional verdadeiramente inclusivo.

Este trabalho demonstrou um significativo potencial de ser adaptado e replicado com alunos que apresentam outras deficiências, desde que suas especificidades sejam devidamente consideradas e respeitadas. Embora ainda haja um longo caminho a ser trilhado no campo do ensino inclusivo, esta pesquisa representa uma contribuição concreta e promissora às possibilidades que o ensino de Física pode oferecer sob uma perspectiva inclusiva. Dessa forma, evidenciou-se que é viável ensinar conceitos como frequência e intensidade do som a alunos com surdez profunda, utilizando recursos visuais, táteis e tecnológicos. Além disso, este trabalho configura-se como uma proposta pedagógica prática, acessível e de baixo custo, que pode enriquecer significativamente o ensino de acústica para estudantes surdos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. G. D. S. B. Geração Z e as metodologias ativas de aprendizagem: desafios na educação profissional e tecnológica. **Revista brasileira da Educação Profissional e Tecnologia**, Sergipe, 2020.

ASSUNÇÃO FILHO, F. A. P. **O ensino de Física para alunos surdos: uma proposta pedagógica para o ensino de acústica**. 2018. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

AVELINO, A. M. T. Como a música pode auxiliar no ensino de física. Instituto Federal de Pernambuco, Pernambuco, 24 agosto 2023.

AZEVEDO, A. C. Ciclos de aprendizagem no ensino de física para deficientes visuais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, 28 out. 2014.

AZEVEDO, A. C.; SANTOS, A. C. F. Ciclos de aprendizagem no ensino de física para deficientes visuais. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, 36(4), 4402, 2014.

BRASIL. **Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência**. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva. Brasília: CORDE, 2009. 9 p.

BREITENBACH, F. V.; HONNEF, C.; COSTAS, F. A. T. Educação inclusiva: as implicações das traduções e das interpretações da Declaração de Salamanca no Brasil. **Ensaio: Avaliação E Políticas Públicas Em Educação**, 24(91), 359–379, 2016.

CALDAS, G. G. **Atividades experimentais de acústica para o ensino de física: Uma proposta de inclusão de surdos**. 2017.

CASTRO, J. W. P. de. **Inclusão No Ensino De Física: O Ensino Das Qualidades Fisiológicas Do Som Para Alunos Surdos E Ouvintes.** 2015.

COSTA, J. R. D. **Aulas práticas realizadas na protoboard sob suporte.** Universidade Estadual Vale do Acaraú. MNPEF, Ceará, 2018.

EDILANIA REGINALDO, A. Caracterizando a surdez: fundamentação para intervenção no espaço escolar. **Revista Lugares de Educação**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 75–92, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rle/article/view/15421>. Acesso em: 3 dez. 2024.

FERRACIOLI, L. Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de piaget. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 180–194, 1999. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6808>. Acesso em: 15 dez. 2024.

GABEL, D. L. Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. **Journal of Chemical Education**, 70(3), 193-194, 1993.

INDALÉCIO, A. B. Gerações Z e alfa: os novos desafios para a educação contemporânea. Votuporanga, 2017.

LACERDA, C. B. F. de. Um pouco da história das diferentes abordagens na educação dos surdos. **Cad CEDES** [Internet]. 1998, Sep, 19 (46): 68–80.

LACERDA, C. B. F. Tradutores e intérpretes de Língua Brasileira de Sinais: formação e atuação nos espaços educacionais inclusivos. **Cadernos de Educação**, n. 36, 11.

MABUNDA, J. M. Estudo do impacto do uso de instrumentos musicais tradicionais no ensino da acústica: caso do chitende. Universidade pedagógica - Moçambique, Gaza, 2014.

MARCHESI, Á. Comunicação, linguagem e pensamento das crianças surdas. In: COLL, C.; PALÁCIOS, J.; MARCHESI, Á. (Orgs). **Desenvolvimento Psicológico e educação: necessidades educativas especiais e aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

MATOS, J. D.6 N. **Ensino de física: conceitos de acústica para alunos surdos**. Jataí-GO, 2018. 47f. Monografia (Licenciatura em Física). IFG: Jataí-GO, 2018.

MATTOS, D. F. **Ensino De Física Para Surdos: Uma Proposta Didática Para O Ensino De Ondulatória**. 2019.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências**. São Paulo: Vetor, 2008.

PICANÇO, L. T.; ANDRADE NETO, A. S. de.; GELLER, M. O Ensino de Física para Surdos: o Estado da Arte da Pesquisa em Educação. **Revista Brasileira De Educação Especial**, 27, e0123, 2021. <https://doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0123>.

PRESTES VIVIAN, E. C.; LEONEL, A. A. Ensino-Aprendizagem de Física nas Escolas de Educação Bilíngues para Surdos. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, e31335, 1–27, 2022. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u6591>.
RODRIGUES, P. R.; ALVES, L. R. G. Tecnologia assistiva - uma revisão do tema. **Holos**, Natal, v. 6, p. 170-180, 2013.

SILVA, D. K. D. A física e os instrumentos musicais construindo significados em uma aula de acústica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

SILVEIRA, M. V. D. Proposta didático experimental para o ensino inclusivo de ondas no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, 12 março 2018.

SIMÕES, C. A música das esferas. **Educação e Matemática**, Coimbra, 31 dez. 2000. p 22-25.

SOUZA, J. G. C. D. F. A música e o ensino de ciências: revisão bibliográfica nos anais do enpec e em periódicos qualis capes a1 e a2. **Investigações em Ensino de Ciências**, Rio de Janeiro, 2024.

UNESCO, Declaração de Salamanca (Sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais), 1997, Salamanca. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>.A.

ANEXO – PRODUTO EDUCACIONAL

1 NOTAS INTRODUTÓRIAS

Nas últimas décadas, fomentado por movimentos sociais, houve um avanço significativo nos direitos políticos e sociais das pessoas com deficiência (Thomas, 2010). O paradigma da inclusão na educação emergiu como um tema central nas discussões acadêmicas, consolidando-se por meio de políticas educacionais específicas.

Nesse contexto, a inclusão educacional tornou-se um alicerce essencial para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária, assegurando o direito à educação para pessoas com deficiência. Esse direito está respaldado por legislações como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996), que garantem a oferta de apoios e adaptações necessárias no ambiente escolar.

Entre as medidas de suporte, destacam-se a atuação dos intérpretes de Libras, que desempenham um papel crucial na mediação linguística entre professores e alunos surdos. Contudo, essas medidas isoladas não são suficientes para tornar o ensino plenamente acessível aos surdos, como enfatiza Assunção (2018):

Os surdos de hoje possuem mais direitos, como, por exemplo, em concursos públicos a prova de português precisa ser analisada com critérios específicos e inclusive com presença de intérpretes, bem como a presença de intérpretes em reuniões escolares em que um professor ou aluno surdo estejam presentes. Mas, apesar de todas essas conquistas, a educação de surdos no Brasil ainda caminha de modo a manter as práticas excludentes que aconteceram no passado.

Esse cenário evidencia a necessidade de iniciativas pedagógicas que transcendam as adaptações convencionais, incorporando estratégias específicas que potencializem a aprendizagem de alunos surdos. Nesse sentido, o presente trabalho propõe um produto educacional voltado para o ensino de conceitos de acústica para surdos.

Para alcançar esse objetivo, a atividade proposta utiliza demonstrações experimentais que priorizam recursos visuais e sensoriais, como apontado por Picanço (2021). Essas estratégias incluem práticas que facilitam a compreensão de conceitos como altura (frequência) e intensidade (amplitude) sonora por meio da interação concreta com os fenômenos físicos.

Além disso, o uso de aplicativos de celular como ferramentas de tecnologia assistiva, conforme preconizado pelo Comitê de Ajudas Técnicas (2009), permite que os alunos coletem e analisem dados quantitativos relacionados às características do som de forma prática e acessível.

Dessa forma, o produto educacional propõe atividades que não apenas atendam às necessidades educacionais especiais dos alunos surdos, mas que também sejam significativas para todos os estudantes. O objetivo é realizar atividades práticas de baixo custo, integrando tecnologias próximas à realidade dos alunos para proporcionar uma aprendizagem significativa.

2 EXPLORANDO A ACÚSTICA POR MEIO DE INSTRUMENTOS ARTESANAIS: UMA ABORDAGEM EDUCATIVA INCLUSIVA, CONSIDERANDO DEFICIENTES AUDITIVOS

Este produto educacional é fundamentado na teoria cognitiva de Piaget, que destaca a construção do conhecimento por meio da interação do indivíduo com o ambiente (Gomes, 2009), e estruturado no ciclo de aprendizagem de Karplus, que propõe etapas bem estruturadas para mediar o ensino (Azevedo, 2010).

O produto é composto por quatro momentos, com duração de 50 minutos cada. No início, os conceitos básicos de ondas são introduzidos com o uso da "mola maluca", um recurso didático que desperta a curiosidade dos alunos e facilita a compreensão inicial dos fenômenos ondulatórios de forma lúdica e visual. Em seguida, ocorre a consolidação do conhecimento adquirido por meio de uma simulação e um

material disponibilizado pelo professor. No final dessa etapa um questionário é aplicado.

Na próxima etapa, os alunos constroem instrumentos artesanais de diferentes tamanhos, chamado neste trabalho de berrante, estabelecendo relações práticas entre o comprimento do instrumento e o som produzido. Paralelamente, participam de uma demonstração experimental que lhes permite observar padrões sonoros e vibrações, proporcionando um contato direto com os conceitos de acústica.

Na fase final, os alunos aplicam os conhecimentos adquiridos durante a prática experimental em uma atividade. Nessa etapa, são utilizados aplicativos de celular como ferramentas de tecnologia assistiva, permitindo a medição de frequência e nível sonoro dos instrumentos construídos.

Mola maluca e as características dos fenômenos ondulatórios

A mola maluca é um brinquedo indicado para crianças maiores de três anos, feito de plástico ou metal. Este brinquedo é utilizado em alguns trabalhos sobre ondas para exemplificar seus fenômenos, pois sua propriedade elástica e seu baixo custo permitem uma demonstração experimental simples, mas de grande impacto visual.

Figura 1 – Mola maluca



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A mola maluca é especialmente eficaz para demonstrar características das ondas como, comprimento de onda, frequência, período, velocidade de propagação, além de fenômenos como reflexão, refração e interferência. Além disso, a mola pode ser utilizada para ilustrar a diferença entre ondas longitudinais e transversais.

Sugestão

As demonstrações a seguir podem ser realizadas pelos alunos em grupo e conduzidas pelo professor. O professor pode utilizar o simulador disponível em: (https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_all.html) para esclarecer com menos esforço cada demonstração. Essa etapa pode ser concluída em 50 minutos.

Além disso, essas demonstrações podem ser seguidas da formalização dos conceitos de ondas. O material de apoio para o professor, adaptado ao público e ao objetivo do trabalho se encontra no anexo desse trabalho.

Perguntas para reflexão

Para estimular a participação da turma e direcionar a observação para aspectos específicos do fenômeno, o professor pode fazer as seguintes perguntas:

- O que é um pulso de onda?
- Para onde o pulso de onda se propaga e onde ele reflete?
- Qual harmônico apresenta o maior comprimento de onda?
- Qual harmônico possui a maior frequência?
- O que é a amplitude de uma onda?

Demonstrações com a mola maluca

Demonstração 1 - pulso de onda

Na primeira demonstração, os alunos devem aprender a criar um pulso de onda. Inicialmente, faremos um pulso de onda transversal. Dois alunos devem cada um segurar uma das extremidades. Um dos alunos mantém a extremidade fixa,

enquanto o outro desloca transversalmente a mola de forma rápida, retornando à posição inicial. Os alunos observarão o pulso de onda se movendo de um aluno para o outro, demonstrando tanto o fenômeno de propagação da onda quanto o de reflexão.

Em seguida, a oscilação do pulso de onda deve ser no mesmo sentido da mola (longitudinal). Da mesma forma, haverá o fenômeno de propagação da onda junto com a reflexão.

Figura 2 – Onda transversal e longitudinal se propagando na mola maluca



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Demonstração 2 – interferência

Para perceber o fenômeno de interferência, podem ser emitidos dois pulsos de ondas transversais. Os alunos observarão que as ondas não irão mais apenas de um aluno a outro na reflexão, mas desenvolverão figuras complexas na mola. A figura abaixo mostra a figura complexa gerada por dois pulsos de ondas transversais.

Figura 3 – Figura complexa geradas por dois pulsos de ondas



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Demonstração 3 - Harmônico

Em seguida, introduziremos o conceito de ondas estacionárias, mostrando que é possível formar figuras na mola a partir de interferências sucessivas feitas por pulsos de ondas. Esses pulsos possuem repetições periódicas, tornando essa onda

estacionária e possibilitando a formação de figuras na mola que a física denomina de harmônicos.

O primeiro harmônico será gerado com a mola na mesma posição da primeira atividade. O professor pode auxiliar demonstrando como fazer o primeiro harmônico, deixando os alunos tentarem fazer o segundo e o terceiro harmônico. O professor deve levantar o questionamento de qual harmônico tem maior frequência e qual tem maior comprimento de onda.

Figura 4 – Harmônico gerado na mola maluca





Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

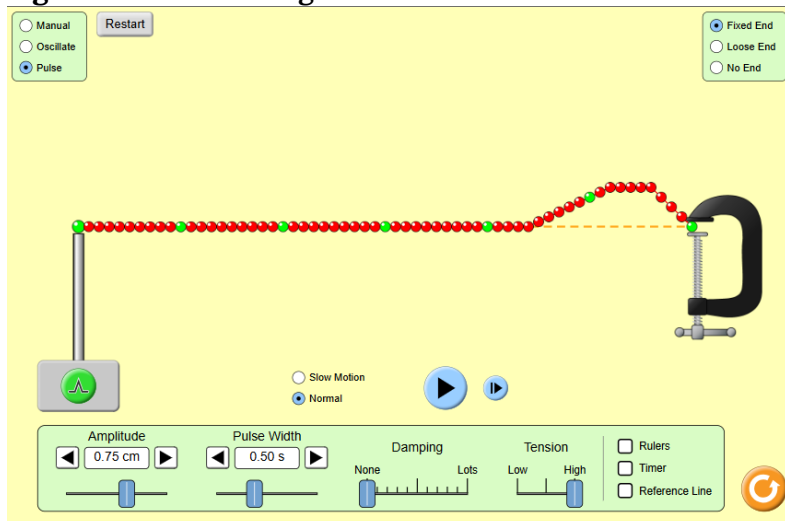
Simulador PHET

A maioria das demonstrações mencionadas acima pode ser reproduzida com o simulador indicado, exceto a formação de ondas longitudinais.

Simulação 1 - pulso de onda

Para gerar um pulso de onda no simulador, selecione “Pulse” no canto superior esquerdo e clique no botão verde localizado abaixo do suporte que segura a corda. Para tornar o pulso de onda mais perceptível, recomenda-se que o professor reduza o amortecimento da corda ao mínimo, ajustando o “Damping” na parte inferior central. Dessa forma, o fenômeno de propagação e reflexão da onda torna-se facilmente visível.

Figura 5 – Harmônico gerado na mola maluca

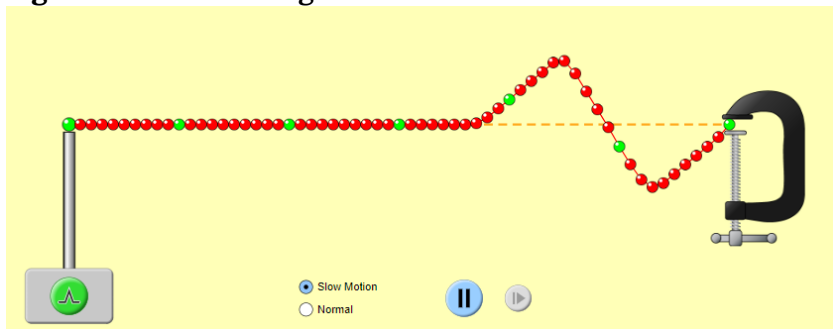


Fonte: PhET (2024).

Simulação 2 - interferência

Para simular o fenômeno de interferência de forma clara, devem ser gerados dois pulsos de ondas separados, usando as mesmas configurações da simulação anterior. Ao longo da corda, é possível observar as interferências construtivas e destrutivas ocorrendo.

Figura 6 – Harmônico gerado na mola maluca



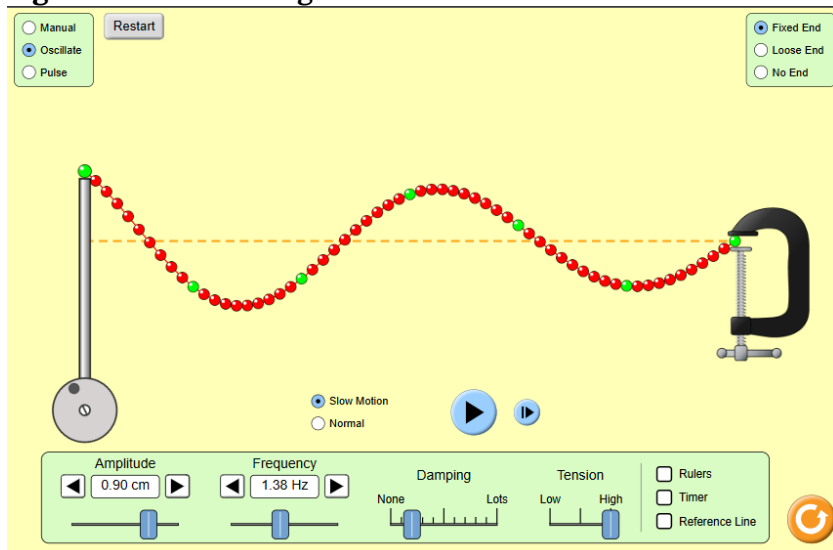
Fonte: PhET (2024).

Simulação 3 - harmônico

Para gerar harmônicos, selecione “Oscillate” no canto superior esquerdo. Nesse caso, é importante que o amortecimento não esteja configurado no mínimo, para que os ventres gerados pelo harmônico sejam perceptíveis sem amplitudes exageradas. Também é possível ajustar a frequência, a amplitude e a tensão na corda.

Outro recurso útil é a possibilidade de visualizar a simulação em movimento lento, selecionando “Slow Motion” na parte inferior central. Além disso, é possível pausar a simulação usando o botão de play na parte inferior central. Esses recursos tornam mais fácil e didático exemplificar as características das ondas e fenômenos no momento exato que o professor deseja destacar.

Figura 7 – Harmônico gerado no simulador



Fonte: PhET (2024).

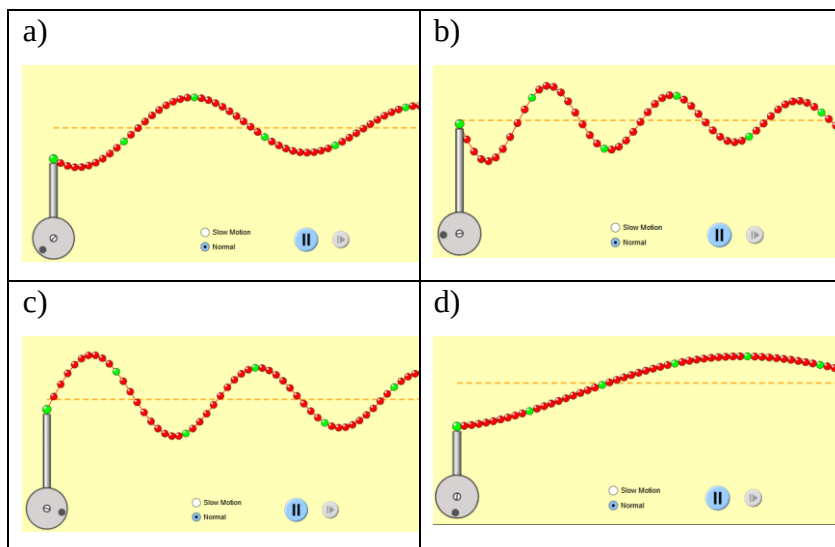
Exercício de assimilação

Sugestão

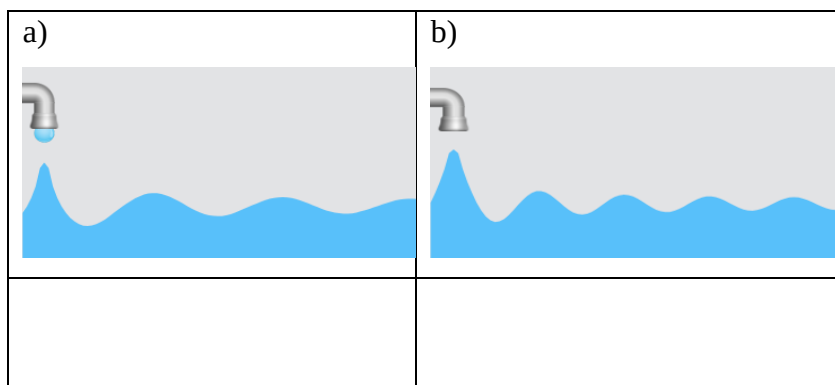
Esta aula pode ser realizada em 50 minutos. No início, o professor pode revisar os pontos mais relevantes da etapa anterior. É importante destacar que a aplicação do exercício de assimilação envolve os principais aspectos desenvolvidos nas atividades práticas, proporcionando uma maneira eficaz de fixar o conteúdo.

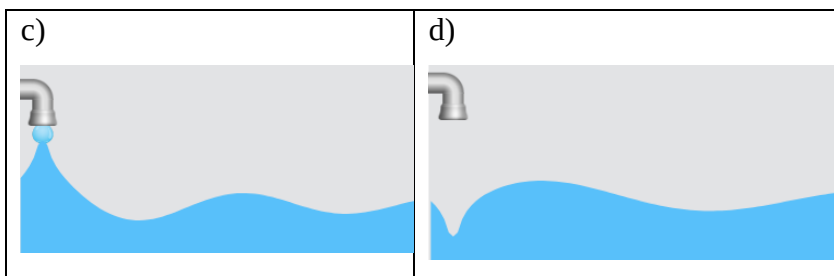
Exercício proposto

1. Marque com “F” a figura em que a onda na corda apresenta a **maior frequência**

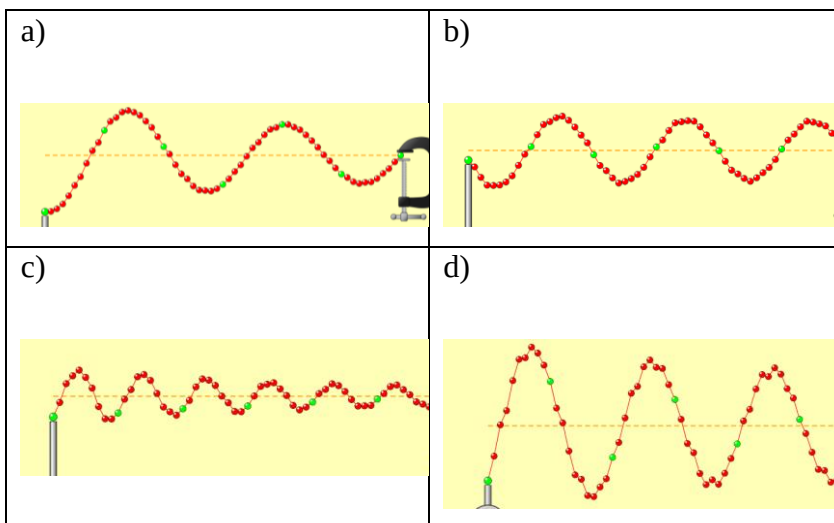


2. Marque com ‘ λ ’ a figura que apresenta o **maior comprimento de onda**





3. Marque com 'A' a figura que apresenta a **maior amplitude**.



Construção dos instrumentos

Sugestão

Essa etapa terá a duração de 50 minutos, iniciando com uma breve explicação sobre os conceitos fundamentais de acústica, abordando temas como frequência e intensidade

sonora. Após essa introdução, os alunos serão organizados em grupos, e cada grupo será responsável pela construção de berrantes (instrumentos artesanais) de diferentes comprimentos.

Posteriormente a conclusão da construção, os grupos irão comparar os instrumentos produzidos, analisando diferenças no som emitido e associando os resultados ao comprimento de cada instrumento. Em seguida, os alunos observarão as figuras formadas pelos seus instrumentos no laser da demonstração experimental feita pelo professor, proporcionando um momento de interação prática com os conceitos de altura e intensidade sonora.

Para complementar o aprendizado, será disponibilizado um material de apoio, adaptado especialmente para alunos surdos, que contém explicações visuais e detalhadas dos conteúdos abordados, esse material está anexado a este trabalho.

Perguntas para reflexão

- Qual é a relação entre o comprimento de onda e o comprimento do berrante?
- Qual é a relação entre a frequência e o comprimento do berrante?
- Por que, ao pressionarmos o balão, o som sai com um volume mais alto?

- Em qual parte do berrante o som é produzido?
- A parte que produz o som no berrante vibra?
- Por que a experiência produz figuras quando um som é emitido próximo a ela?
- Por que berrantes diferentes geram figuras distintas na demonstração experimental?

Manual para construção do berrante

Figura 8 – Foto dos berrantes dos alunos



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Materiais

Tabela 1 – Descrição dos materiais para construção do berrante

Componente	Quantidade
Balão de festa	1
Fita adesiva	1

Cano PVC $\frac{3}{4}$ ou Cano PVC $\frac{1}{2}$	2 metros
--	----------

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Passo a passo

1. Corte do cano de PVC: Corte o cano de PVC em dois pedaços, um com comprimento de 1,5 cm e outro de um tamanho à sua escolha, preferencialmente maior que 5 cm.

2. Lixamento das bordas: Lixe as bordas dos canos para garantir que o balão não se rasgue ao entrar em contato.

3. Posicionamento do pedaço menor: Coloque o pedaço de 1,5 cm dentro do balão, alinhando-o com a saída de ar do balão.

4. Alinhamento do cano maior: Posicione o cano maior de forma alinhada com o pedaço menor.

5. Disposição dos canos: Vire os canos de modo que fiquem lado a lado, com o balão passando perpendicularmente a eles.

6. Fixar com fita adesiva: Envolver os canos e o balão com fita adesiva (recomenda-se a fita isolante preta) para fixar os componentes, mas de forma que o balão ainda possa ser inflado.

7. Ajuste da saída de ar: Movimente levemente o cano de comprimento maior para ajustar a saída de ar conforme desejado.

Demonstração experimental

Figura 9 – Demonstração experimental



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Materiais

Tabela 2 – Descrição dos materiais para construção da demonstração

Componente	Quantidade
Ripa de madeira	1,20 m
Parafuso pequeno	1
Balão de festa	1
Espelho	1
Balde de plástico	1
Lazer	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Passo a passo

1. Preparar o recipiente: Utilize um recipiente plástico cilíndrico com ambas as extremidades abertas, ou seja, sem fundo.

2. Dimensões do recipiente: O recipiente plástico deve ter um diâmetro entre 4 e 15 cm.

3. Preparar o balão: Antes de usar o balão como pele vibratória para o tambor, infle-o para facilitar a colocação.

4. Cortar e esticar o balão: Corte o fundo do balão e estique-o o bem sobre a abertura do tambor.

5. Fixar o balão: Prenda o balão esticado utilizando fita adesiva ou um material equivalente.

6. Preparar o espelho: Com um alicate de corte, corte um pedaço de espelho de tamanho um pouco maior ao diâmetro do feixe do laser.

7. Colar o espelho: Com cola instantânea ou fita dupla face, fixe o pedaço de espelho no centro do balão esticado.

8. Fixar o tambor na ripa: Prenda o recipiente plástico em uma extremidade da ripa com um parafuso pequeno.

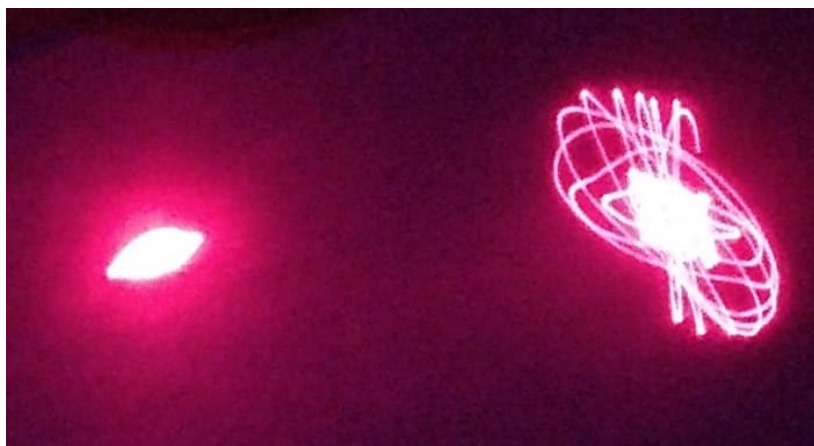
9. Prender o laser: Na outra extremidade da ripa, fixe o laser usando uma braçadeira de plástico.

10. Acionar o laser: Cole um pequeno pedaço de papelão com fita adesiva de forma que, ao colocar uma abraçadeira pressione o botão do laser mais facilmente.

11. Calibrar o laser: Ajuste o laser para que o feixe atinja o espelho no centro do balão.

Devido a aspectos físicos, o balão de festa entra em ressonância com frequências específicas, por esse motivo, neste trabalho utilizamos três recipientes com diâmetros de 4 cm, 9 cm e 15 cm para captar o máximo de frequências possíveis na apreciação musical, sendo o que obteve melhor resultado foi o de 9 cm.

Figura 10 – Desenhos gerados na demonstração pelo som de uma música



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Essa experiência permite tornar visíveis os fenômenos das ondas sonoras, como ressonância e interferência, abordando características importantes das ondas, como frequência e amplitude. Além disso, as formas geradas pela experiência são visualmente impactantes, despertando o interesse dos alunos pelo tema.

Exercício de aplicação

Sugestão

Com base na fundamentação teórica apresentada e nos aplicativos disponibilizados pelo professor, os alunos deverão responder ao questionário que será fornecido. Inicialmente, será explicado como utilizar os aplicativos de celular, garantindo que todos os alunos estejam familiarizados com as ferramentas tecnológicas.

É recomendado que esses aplicativos sejam baixados anteriormente ao início da aula. O professor dará as orientações necessárias para que os alunos já venham com esses aplicativos baixados no seu celular.

Posteriormente, será disponibilizada a atividade prática de aplicação. Essa atividade tem como objetivo principal a extração de dados quantitativos dos berrantes pds alunos, utilizando os aplicativos para medir grandezas físicas como

frequência e intensidade sonora. Os alunos deverão relacionar esses dados com as características físicas dos instrumentos.

Aplicativos de celular para ensino de acústica (como baixar e usar)

Figura 11 – Aplicativo Afinador



Fonte: Play Store (2024).

1. Para baixar, abra a Play Store e pesquise por "Afinador Cromático Cifra Club".

2. Baixe o aplicativo conforme mostrado na figura acima.

Observação: Este aplicativo foi escolhido por sua capacidade de avaliar a frequência do som tanto pela nota musical, na notação de cifras, quanto pela frequência em Hertz. A maioria dos aplicativos de afinação está programada apenas para

as frequências específicas de instrumentos, enquanto este oferece uma funcionalidade mais abrangente.

Figura 12 – Imagem do afinador medindo uma frequência



Fonte: Play Store (2024).

Como usar: ao abrir o aplicativo, a primeira função disponível é a que utilizaremos para a atividade. Ela mostrará a frequência do som em Hertz e sua correspondência na notação de cifra.

Figura 13 – Aplicativo Decibelímetro



Fonte: Play Store (2024).

1. Para baixar, abra a Play Store e pesquise por "Decibelímetro".

2. Baixe o aplicativo conforme mostrado na figura acima.

Como usar: ao abrir o aplicativo ele imediatamente iniciará as medições dos níveis sonoros, ele também indicará o nível sonoro mínimo e máximo registrado nesta medição, como também a média da variação do nível sonoro nesse período. Além disso o decibelímetro possui alguns valores de níveis sonoros como referência, isso pode ser acessado clicando no ícone da parte superior esquerda. Na parte superior direita está localizado o botão de reset.

Figura 14 – Aplicativo Decibelímetro fazendo uma medida



Fonte: Play Store (2024).

Atividade de aplicação

1. Registre os dados do seu instrumento na tabela abaixo:

Parâmetro	Valor
Comprimento (metros)	
Frequência da fundamental (Hz)	
Nível sonoro (dB)	

2. Registre os dados do instrumento de um colega na tabela abaixo:

Parâmetro	Valor
Comprimento (metros)	

Frequência da fundamental (Hz)	
Nível sonoro (dB)	

3. Qual instrumento abaixo possui o **maior comprimento de onda**?



a) YRN 302B



b) YRB 302BII
YRB 301II



c) YRA 302BII

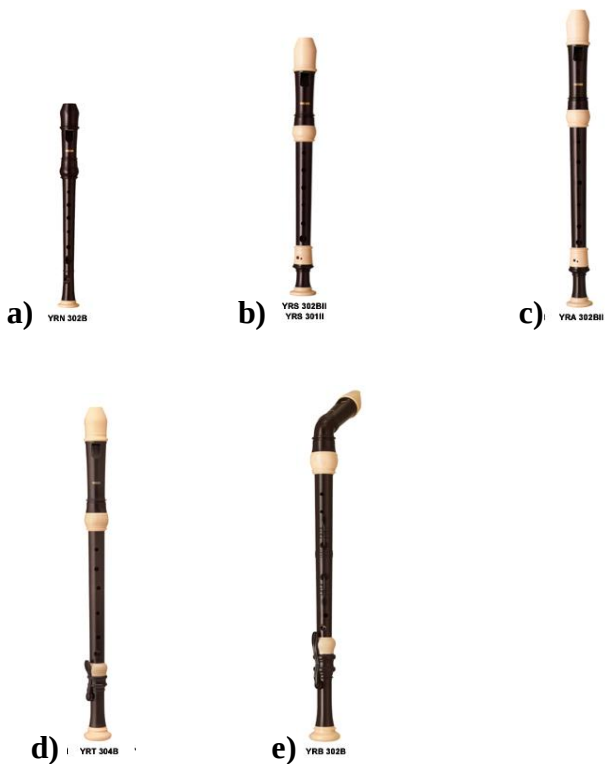


d) YRT 304B



e) YRB 302B

4. Qual instrumento abaixo possui a **maior frequência**?



5. Desenhe ondas que representem:

- a) Um som com **maior intensidade** (som forte).
- b) Um som com **menor intensidade** (som fraco).

6. Desenhe ondas que representem:

- a) Um som com **maior frequência** (som agudo).
- b) Um som com **menor frequência** (som grave).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

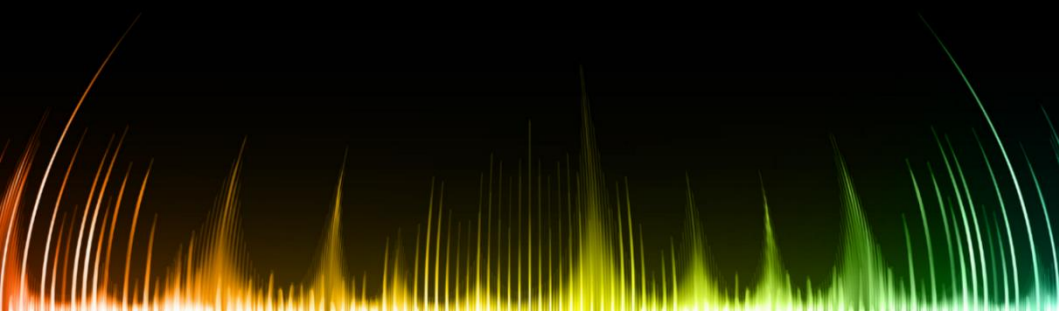
Este trabalho ressalta a importância de implementar novas estratégias didáticas no ensino de Física, especialmente no estudo de ondas e acústica para alunos surdos. A construção de instrumentos musicais pelos alunos mostrou-se uma abordagem eficaz para facilitar a compreensão dos conceitos teóricos, além de engajar os estudantes de forma prática e significativa.

A utilização de celulares como ferramentas de tecnologia assistiva demonstra uma adaptação não apenas às necessidades dos alunos surdos, mas também às características das novas gerações, que estão cada vez mais conectadas e familiarizadas com a tecnologia. Por meio do uso de recursos visuais e táteis, garantiu-se que todos os alunos, independentemente de suas limitações, pudessem participar ativamente e compreender os fenômenos físicos explorados.

Embora o foco deste trabalho tenha sido incluir alunos com surdez profunda em aulas de acústica, nada impede que a proposta possa ser aplicada a outros níveis de surdez. Para isso, é essencial que o professor compreenda, primeiramente, as limitações específicas de seus alunos e reflita sobre como adaptar suas práticas pedagógicas para superá-las. Dito isso, um aspecto importante no ensino de alunos surdos é o conhecimento dos sinais específicos relacionados ao conteúdo abordado.

Acredita-se que esta atividade não apenas proporciona um ensino inclusivo e significativo para alunos surdos, mas também, com as devidas adaptações, pode ser ampliada para atender a outras deficiências. Além disso, os recursos e estratégias apresentados oferecem ao professor ferramentas para adaptar a atividade às realidades e necessidades de diferentes contextos educacionais.

POSFÁCIO



POSFÁCIO

Concluída a leitura desta obra, evidencia-se a relevância de metodologias que associam a prática experimental ao compromisso com a inclusão educacional. O relato apresentado pelos autores reafirma que a aprendizagem em Física pode ocorrer de modo significativo quando os recursos pedagógicos são planejados com intencionalidade e fundamentação teórica consistente. O uso de instrumentos artesanais, de aplicativos como tecnologia assistiva e de abordagens visuais voltadas à compreensão dos fenômenos acústicos demonstra a viabilidade de integrar a Física à realidade dos alunos surdos, promovendo equidade de acesso ao conhecimento científico. Ao mesmo tempo, o texto oferece uma reflexão crítica sobre o papel docente na mediação do processo educativo, enfatizando a importância da colaboração entre professores e intérpretes de Libras, bem como a necessidade de formação continuada voltada às práticas inclusivas. A pesquisa aqui relatada transcende o âmbito da sala de aula e insere-se no debate contemporâneo sobre a democratização da ciência e a valorização da diversidade no espaço escolar. Assim, este livro não apenas apresenta uma proposta didática inovadora, mas também se consolida como um registro acadêmico de um compromisso ético e pedagógico com

a inclusão e com a construção de uma educação científica humanizadora.

Profa. Ms. Liliane Silva Câmara de Oliveira
(IFRN/PPGEP/FAMEN)

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acústica – 18, 19, 20, 21, 24, 46, 57, 79, 80, 82.

C

Ciências da Educação – 24.

D

Desenvolvimento Cognitivo – 24, 25, 27, 28, 58, 76, 79.

E

Ensino de surdos – 17, 24, 34, 35.

I

Intensidade sonora – 51, 52, 59, 69, 81.

N

Nível sonoro – 51, 52, 59, 70.

A Faculdade Metropolitana Norte Riograndense (FAMEN) é credenciada pela Portaria nº 665/MEC, publicada no Diário Oficial da União em 22 de março de 2019. Entre as atividades vinculadas ao ensino superior, a Faculdade oferece serviços acadêmicos da EDITORA FAMEN que objetiva a difusão de conhecimento por meio de e-books, livros impressos, periódicos (revista científica e jornal eletrônico), anais de eventos e repositório institucional, sendo vinculada à Diretoria de Pesquisa da Faculdade.

A EDITORA FAMEN é especializada em publicar conhecimentos relacionados ao campo da educação e a áreas afins por meio de plataforma on-line, como também em formato impresso. O endereço eletrônico para acessar as suas publicações e demais serviços acadêmicos é o www.editorafamen.com.br.

A EDITORA FAMEN realiza edição, difusão e distribuição de produções editoriais seguindo uma Política Editorial qualificada e baseada nas seguintes linhas: acadêmica, técnico-científica, produção didático-pedagógico, produção artístico-literária e cultura popular.

Formato: E-book/PDF
Tipologia: Exo 2 e Volkhov

2025 Natal/Rio Grande do Norte

Não encontrando nossos títulos na rede de livros conveniados e
informados em nosso site contactar a Editora Faculdade

FAMEN:

Tel: (84) 3653-6770 | Site: www.editorafamen.com.br

E-mail: editora@famen.edu.br

Este E-book apresenta o desenvolvimento e a aplicação de um produto educacional inclusivo voltado para o ensino de conceitos de ondas e acústica, com foco em alunos surdos. Em resposta ao aumento da demanda por práticas inclusivas em escolas regulares, este produto atende às necessidades de alunos com surdez, alinhando-se com legislações como a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), que exige adaptações pedagógicas para assegurar o acesso à educação regular. Fundamentado na teoria construtivista de Piaget e estruturado no ciclo de aprendizagem de Karplus, o E-book combina atividades práticas, estratégias visuais e o uso de tecnologia assistiva. Entre as atividades propostas, destacam-se a construção de instrumentos musicais artesanais para explorar a relação entre frequência e o tamanho do instrumento, demonstrações experimentais com recursos visuais, e o uso de aplicativos de celular para análise de dados quantitativos, como frequência e intensidade sonora. Essas abordagens não apenas atendem às necessidades específicas de alunos com surdez, mas também proporcionam uma experiência enriquecedora e inclusiva para todos, reforçando a importância de adaptar estratégias pedagógicas para garantir a equidade no ensino de Física.