



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

PRODUTO EDUCACIONAL

**PRODUÇÃO E SIMULAÇÃO DE VÍDEOS DE CURTA METRAGEM COMO
METODOLOGIA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE ACÚSTICA**

FIDELIS LIMA LEAL

**ORIENTADOR (A): PROFA. DRA. HILDA MARA
LOPES ARAÚJO**

TERESINA

2024

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Discussões dos artigos científicos sobre Acústica, mediada pelo professor.	23
Foto 2 - Edição dos vídeos de curta metragem, utilizando o próprio celular.	24
Foto 3 - Mostra de vídeos de curta metragem.	33
Foto 4 -Mostra de vídeos de curta metragem	33
Foto 5 - Aplicação do pós-teste.....	36
Foto 6 – Ilustração do vídeo 1 – Qualidades Fisiológicas do Som	59
Foto 7 – Ilustração do vídeo 2 - O Som.	61
Foto 8 – Ilustração do vídeo 3 -Reflexão das ondas.....	62
Foto 9 – Ilustração do vídeo 4 – Efeito Doppler.....	64
Foto 10 – Ilustração do vídeo 5 – Fenômenos sonoros.....	65

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** - Em uma escala de 0 a 10, qual pontuação você atribuiria para a utilização dessa atividade nas aulas de Física? **Erro! Indicador não definido.**71
- Gráfico 2** - Resposta da questão 04: Como você descreveria seu grau de satisfação a respeito da atividade em que você participou?.....76
- Gráfico 3** – Resposta da questão 05. Você encontrou alguma dificuldade, durante as explicações ou até mesmo na construção dos vídeos em curta metragem?.....79
- Gráfico 4** - Resposta da questão 06. Você concorda que através da construção dos vídeos e as discussões realizadas dentro da sala de aula. Esta atividade contribui para o esclarecimento de suas dúvidas em relação a Acústica como os fenômenos sonoros e fisiologia do som?.....80
- Gráfico 5** - Resposta da questão 07. Você participaria novamente dessa atividade? **Erro! Indicador não definido.**
- Gráfico 6** - Resposta da questão 08. Você concorda que a atividade contribuiu de forma significativa para o seu aprendizado a respeito dos conteúdos de Acústica relacionado ao som e suas características?84
- Gráfico 7** - Resposta da questão 09. Você consegue diferenciar as características do som como timbre, intensidade e altura do som? **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - QUADRO DESCRITIVO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	17
Quadro 2 - Sondagem dos alunos do Ensino Médio do Ceti Moaci Madeira Campos, sobre seus conhecimentos prévios antes da aplicação do Produto Educacional (PE)	20
Quadro 3 - Roteiros de gravação dos vídeos de curta metragem.....	24
Quadro 4 - Sondagem dos alunos do Ensino Médio do Ceti Moaci Madeira Campos, sobre seus conhecimentos após a aplicação do Produto Educacional (PE)	34
Quadro 5 - Resposta da Questão 01: Como podemos definir ondas sonoras?	39
Quadro 6 - Resposta da Questão 02: A velocidade de propagação das ondas sonoras varia de acordo com as características elásticas do meio, como a temperatura, por exemplo. Diante disto, podemos dizer que:.....	41
Quadro 7 -Resposta da Questão 03: As ondas sonoras são capazes de transportar em sua propagação:.....	43
Quadro 8 - Embora a sensibilidade da orelha humana possa sofrer variação à medida que a pessoa envelhece, podemos dizer que uma pessoa com condição normal tem capacidade auditiva para identificar ondas sonoras cuja faixa do som audível esteja compreendida entre:	44
Quadro 9 - Resposta da Questão 05: Ao descrevermos as qualidades fisiológicas do som, antes de qualquer advento tecnológico, usamos como parâmetro nossa sensibilidade auditiva, ou seja, destacamos as qualidades que dependem da interação do ser humano com o som, que são a altura, a intensidade e o timbre. Sobre as qualidades fisiológicas do som responda os itens a seguir: alternativa (a) É a característica que nos permite distinguir sons de mesma frequência, emitidos por fontes sonoras diferentes	46
Quadro 10 - Resposta da Questão 05: Sobre as qualidades fisiológicas do som responda os itens a seguir: alternativa (b) Está relacionado ao volume do som	47
Quadro 11 - Resposta da Questão 05: Sobre as qualidades fisiológicas do som responda os itens a seguir: alternativa (c) Relacionado a voz humana com a masculina grave e a feminina aguda.....	49
Quadro 12 - Resposta da Questão 06: O ser humano só consegue distinguir sons com intervalo de tempo superior a um décimo de segundo (0,1s). Tal intervalo é	

denominado persistência acústica. Quando se pode distinguir o som refletido do som direto, o fenômeno é chamado de:	50
QUADRO 13 - Resposta da Questão 07: A acústica de um projeto de arquitetura pode influenciar diretamente a experiência das pessoas em um ambiente. Já imaginou um teatro em que não seja possível ouvir com nitidez a voz dos atores? Ou uma casa de show em que a música não chega de forma agradável aos ouvidos? Para garantir que o projeto acústico seja perfeito, é necessário controlar um fenômeno ondulatório gerado pela reflexão do som chamado de:.....	51
QUADRO 14 - Resposta da Questão 08: Qualquer material pode bloquear uma parte do som. Em casa, algumas vezes nos comunicamos com a família mesmo estando dentro de um quarto fechado. A comunicação é possível graças ao fenômeno ondulatório:.....	52
QUADRO 15 - Resposta da Questão 09: A acústica aborda fenômenos ondulatórios, bem como as características do som. Em que áreas podemos ver suas aplicações? Cite todas que souber.	54
Quadro 16 - Resposta da Questão 10: Como você descreve o efeito Doppler?	56
Quadro 17 - Resposta da Questão 01: Antes da atividade, você tinha conhecimento sobre a fisiologia do som? Se sim, quais você conhecia? E quais aplicações do som se tornaram importantes para nós?	69
Quadro 18 - Resposta da Questão 03: Na sua opinião, você conseguiu aprender os conteúdos de Física através da construção dos vídeos? Se sim, indique as vantagens e/ou desvantagens em aprender Física desta Forma.	73
Quadro 19 - Resposta da Questão 05: Você encontrou alguma dificuldade, durante as explicações ou até mesmo na construção dos vídeos em curta metragem? Se sim, quais foram essas dificuldades?	77
Quadro 20 - Resposta da Questão 10: Como você compreende os fenômenos de difração sonora e efeito doppler, após, a realização de produção de vídeos de curta metragem?	86

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
FAMV	Flávia; Andressa; Melissa; Vinícius
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da educação nacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Produto Educacional
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	8
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivo geral	9
2.2	Objetivos específicos	9
3	PRODUÇÃO DE VÍDEOS DE CURTA METRAGEM MEDIADO PELA METODOLOGIA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	10
3.1	Produção de vídeos de curta metragem como metodologia facilitadora no ensino e aprendizagem de acústica.....	10
3.2	Sequência didática como metodologia mediadora na produção de vídeos de curta metragem	11
3.2.1	Sala de aula invertida.....	15
4	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: DO CONHECIMENTO PRÉVIO AO CONHECIMENTO RESIGNIFICADO NO ENSINO DE ACÚSTICA.....	37
4.1	Análise dos conhecimentos prévios dos alunos	38
4.2	Produzindo o novo conhecimento a partir dos vídeos de vídeos de curta metragem	58
5	PÓS-TESTE: REFLEXÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL NO ENSINO DE ACÚSTICA.....	68
6	SIGNIFICAÇÕES CONCLUSIVAS.....	89
	REFERÊNCIAS.....	92
	APÊNDICE A – PRÉ-TESTE.....	96
	APÊNDICE B – ROTEIROS DE GRAVAÇÃO	99
	APÊNDICE C – PÓS-TESTE.....	110

1 APRESENTAÇÃO

A produção e simulação de vídeos de curta-metragem configura-se como uma metodologia direcionada aos docentes de Física do Ensino Médio das diversas redes de ensino, resultado meticuloso de uma dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Física, desenvolvida na Universidade Federal do Piauí, sob a erudita orientação da Professora Doutora Hilda Mara Lopes Araújo.

Esse material descreve uma metodologia para abordar conceitos relacionados à Acústica, alicerçada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (2003). Seu objetivo é promover uma aprendizagem que transcende a simples memorização, baseando-se na realidade do aluno e buscando apoio em seus conhecimentos prévios.

Destaca-se que o ensino de Física nas escolas tem se fundamentado exhaustivamente na oratória do professor, tendo-se pouco espaço para metodologias que envolvam os educandos, que não passam de expectadores e reprodutores de informações (Rezende *et al.*, 2004). Nesse sentido, a justificativa da construção dessa proposta de desenvolver a produção e simulação de vídeos acerca do tema Acústica, proporcionará aos alunos do Ensino Médio, melhor aprendizado na compreensão quanto a fisiologia do som em Acústica, além da apreensão do conhecimento, motivação, interação entre os mesmos, da criatividade, com possibilidades de tornarem-se sujeitos participantes desse processo, seres críticos e ativos na construção do seu próprio conhecimento, de modo a obter uma aprendizagem significativa.

Para atingir esse objetivo foram empregados diversos recursos, tais como: questionários ilustrativos e contextualizados, situações-problema, atividades experimentais em laboratórios virtuais, sala de aula invertida, e produção e simulação de vídeos de curta-metragem com roteiros adaptados ao cotidiano dos alunos. Essas atividades seguem uma sequência lógica de compartilhamento e evolução do conhecimento. Assim, espera-se que a produção e simulação de vídeos de curta-metragem aqui proposta possa auxiliar os professores no ensino dos conteúdos relacionados à Acústica e enriquecer as aulas de Física.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Analisar a produção e simulação de vídeos de curta metragem como metodologia no ensino e aprendizagem de ondas sonoras e seus fenômenos, proporcionando aos alunos do Ensino Médio, oportunidade de desenvolvimento de competências e habilidades em Acústica

2.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar conhecimentos prévios dos alunos acerca da qualidade fisiológica do som e seus fenômenos ondulatórios;
- Propor um estudo teórico para discussão sobre qualidade fisiológica do som e seus fenômenos ondulatórios, aplicado no estudo da acústica, levando em conta os resultados do diagnóstico sobre os conhecimentos prévios;
- Elaborar uma sequência didática, para a produção e simulação de vídeos de curta metragem sobre Acústica, considerando a Aprendizagem Significativa em Ausubel;
- Aplicar a pesquisa translacional para estabelecer uma conexão efetiva entre teoria e prática, visando aprimorar a compreensão dos conceitos de Física em Acústica pelos alunos do ensino médio;
- Avaliar aprendizagem dos alunos participantes do processo de produção de vídeos didáticos abordando a Física da acústica;
- Analisar as contribuições da produção e simulação de vídeos de curta metragem para o processo ensino-aprendizagem de Acústica.

3 PRODUÇÃO DE VÍDEOS DE CURTA METRAGEM MEDIADO PELA METODOLOGIA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O objetivo desta seção é descrever sobre a produção de vídeos de curta metragem mediado pela aplicação de uma sequência didática como metodologia inovadora, alinhada à teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, potencializando o Ensino de Acústica.

3.1 Produção de vídeos de curta metragem como metodologia facilitadora no ensino e aprendizagem de acústica

O objetivo desta subseção é explorar a eficácia da produção de vídeos de curta-metragem como recurso tecnológico no ensino de física, especificamente no contexto da acústica. Pretende-se analisar como essa metodologia pode facilitar uma aprendizagem mais dinâmica e significativa, integrando teoria e prática de forma acessível aos alunos.

Os vídeos oferecem uma oportunidade única para visualizar fenômenos acústicos que seriam difíceis de demonstrar apenas verbalmente ou através de imagens estáticas. Como mencionado por Santos (2000), a capacidade dos vídeos de capturar não apenas o som, mas também o ambiente acústico em que ele ocorre, proporciona uma experiência sensorial imersiva que complementa a aprendizagem teórica.

Além disso, a produção de vídeos de curta metragem, encoraja uma abordagem potencialmente significativa do ensino, onde os alunos não apenas recebem informações, mas também participam ativamente na criação do conhecimento. Segundo Ausubel (2003), esse tipo de aprendizagem é mais significativo quando os estudantes são incentivados a explorar e explicar conceitos por meio de atividades práticas, como a produção de vídeos educativos.

No contexto específico da acústica, a utilização de vídeos permite explorar diferentes aspectos do som e suas propriedades físicas. Isso é crucial para ajudar os alunos a compreenderem como o som se propaga, como é afetado por diferentes

meios e como é percebido pelo ser humano. Essa abordagem é apoiada por Marcondes (2010), que argumenta que o uso de mídias visuais dinâmicas facilita a conexão entre teoria e prática no ensino de física.

Adicionalmente, a produção de vídeos promove o desenvolvimento de habilidades criativas e de colaboração entre aluno/aluno e aluno/professor. Conforme destacado por Soares e Suzuki (2009), trabalhar em projetos de vídeo não apenas aprimora competências técnicas, como edição e produção audiovisual, mas também incentiva a cooperação e o trabalho em equipe na resolução de problemas complexos relacionados à física.

Outro benefício significativo é a capacidade dos vídeos de curta-metragem de serem utilizados como recursos educacionais reutilizáveis. Segundo Miquelin, Sutil e Castagini (2013), vídeos bem produzidos podem ser compartilhados e acessados continuamente, servindo não apenas para os alunos atuais, mas também para gerações futuras de estudantes e educadores interessados em explorar os mesmos conceitos.

Além de sua utilidade como ferramenta educacional, os vídeos de curta-metragem no ensino de acústica podem ser uma forma eficaz de conectar o conteúdo escolar à vida cotidiana dos alunos. Essa contextualização é essencial para aumentar a relevância percebida do aprendizado e motivar os estudantes a se engajarem mais profundamente com o material curricular.

Portanto, a produção de vídeos de curta-metragem representa uma metodologia inovadora e eficaz para o ensino de física, especialmente quando aplicada ao estudo da acústica. Ao integrar teoria e prática de forma visualmente estimulante, promove-se não apenas uma compreensão mais profunda dos conceitos, mas também o desenvolvimento de habilidades essenciais para os alunos (Fini, 2011).

3.2 Sequência didática como metodologia mediadora na produção de vídeos de curta metragem

Amaral e Gagliardi (2015) observaram que o conceito de Sequência Didática surgiu na França durante a década de 1980 e foi incorporado aos currículos escolares oficiais em todos os níveis de escolaridade. O objetivo da implementação

dessa abordagem foi incentivar uma forma de ensino mais integrada, em oposição ao método tradicional compartimentado que separava disciplinas como ortografia, gramática e sintaxe. A introdução da Sequência Didática foi essencialmente um esforço para romper com essa abordagem segmentada.

A chegada da sequência didática ao Brasil ocorreu durante a década de 1990, coincidindo com o advento da internet e as oportunidades de troca global de informações. Isto teve um impacto profundo no cenário educacional, introduzindo diversas mudanças e inovações. Porém, foi somente em 1998 que a SD ganhou reconhecimento nos documentos oficiais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), (Legey *et al.*, 2021).

Em seu estudo, Legey *et al.* (2021) definiram a Sequência Didática como uma abordagem sistemática e sequencial para organizar as atividades em sala de aula de forma metodológica.

O diferencial da Sequência Didática como metodologia para potencializar a aprendizagem dos alunos é a sua estrutura deliberada, que visa fomentar o compartilhamento e a progressão do conhecimento. Através desta abordagem sequencial, os educadores esforçam-se por alcançar melhores resultados e, ao mesmo tempo, aprofundam a compreensão dos seus alunos nos esforços pedagógicos (Russo, 2019).

Outro aspecto crucial que vale a pena ressaltar é que a implementação do Sequência Didática no ensino se mostra benéfica. Pois, ao aderirem a esta estratégia, os alunos têm a oportunidade de melhorar as suas aptidões e competências, uma vez que lhes permite serem agentes ativos no seu processo de ensino aprendizagem através da sua participação.

Antes de cada aula acontecer, deve-se considerar cuidadosamente o planejamento de cada momento, pois cada aula deve ser vista como uma parte coesa de um todo maior. Para realmente alcançar resultados bem-sucedidos, é necessário seguir uma série de propostas bem estruturadas que englobem começo, meio e fim claros. Essa sequência de atividades meticulosamente planejada, completa com objetivos, materiais e estratégias definidos, é comumente chamada de Sequência Didática.

Segundo Godoy (2016), ser uma Sequência Didática de sucesso na era moderna não exige necessariamente atividades complexas. No entanto, é fundamental apostar no desenvolvimento de diversas competências dos alunos que

contribuam para a sua autonomia. Isso inclui proficiência no uso de ferramentas tecnológicas para fins de produtividade, como *tablets*, celulares e *notebooks*. Além disso, são essenciais habilidades de leitura e escrita, bem como habilidades específicas de assuntos, como planejamento e condução de investigações científicas e construção de argumentos baseados em evidências. Os alunos também devem ser hábeis em compreender as orientações e concluir as tarefas com eficiência. Além disso, as habilidades de trabalho em grupo, como delegação de tarefas e síntese de ideias em equipe, são aspectos importantes a serem cultivados e compartilhadas.

Através da observação, nota-se que uma Sequência Didática bem estruturada desempenha um papel significativo na contribuição no processo de aprendizagem. O processo de ensino-aprendizagem pode produzir excelentes resultados por meio de uma abordagem inegável, facilitando que alunos e professores alcancem resultados satisfatórios.

Segundo Zabala (1998), as sequências didáticas precisam ser cuidadosamente elaboradas e planejadas. Uma Sequência Didática é elaborada com o propósito de atingir objetivos educacionais, e tanto professores quanto alunos têm consciência de seu ponto de partida e de seu término. Contudo, para compreender o significado pedagógico e a lógica de uma Sequência Didática, é fundamental reconhecer as suas diversas etapas, as atividades que a compõem e as ligações que estabelecem com a matéria disciplinar. Esse entendimento é crucial para identificar os principais requisitos e objetivos da sequência entre a comunidade estudantil.

Além disso, ao integrar fotografias em atividades como análise de fontes primárias ou debates sobre eventos históricos, o professor não apenas registra as memórias visuais dos alunos, mas também avalia o desenvolvimento de suas habilidades ao longo do trabalho. Isso proporciona uma oportunidade valiosa para que os estudantes não apenas absorvam informações, mas também construam habilidades essenciais para a pesquisa acadêmica e uma compreensão contextualizada do mundo ao seu redor, sob a orientação e avaliação atenta do professor. Pois, o uso de fotografias oferece benefícios significativos no processo de ensino e aprendizagem, permitindo ao professor guiar os estudantes na contextualização desses acontecimentos durante as discussões em sala de aula (Soares; Suzuki, 2009).

Conforme afirma Ausubel (2003), a ideia âncora, também conhecida como aquilo que o aluno já sabe, serve como caminho para a construção de novos conhecimentos, seja por meio da reformulação de estruturas mentais existentes ou da criação de novas. À medida que a criança contempla material novo, seus pensamentos e ideias tornam-se exteriorizados, tornando-se crucial a contribuição do conhecimento prévio para a aprendizagem, pois acrescenta profundidade e complexidade ao assunto. Ele enfatiza que o conhecimento existente do indivíduo é o fator mais significativo no processo de aprendizagem.

A pesquisa translacional é um campo de estudo que busca aplicar descobertas teóricas em contextos práticos, facilitando a transferência do conhecimento acadêmico para a prática educativa. Quando conectada a uma sequência didática, a pesquisa translacional proporciona um roteiro estruturado para a aplicação das teorias de ensino em sala de aula. Segundo Fini (2011), a aprendizagem significativa é alcançada quando os educadores conseguem integrar teorias de ensino com as necessidades práticas dos alunos, criando um ambiente de aprendizagem que é ao mesmo tempo teórico e pragmático.

Na prática, uma sequência didática fundamentada na pesquisa translacional envolve etapas cuidadosamente planejadas que refletem a teoria educacional em cada fase do processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, ao planejar uma aula de Física, o professor pode usar as descobertas da pesquisa translacional para desenvolver atividades práticas que reforcem conceitos teóricos. Ausubel (2003) destaca que a aprendizagem significativa ocorre quando os alunos conseguem fazer conexões entre o conhecimento prévio e novas informações, um processo facilitado por uma sequência didática bem estruturada que combina teoria e prática (Cabral Filho *et al.*, 2013).

Além disso, a pesquisa translacional enfatiza a importância de avaliações contínuas para ajustar e melhorar a sequência didática conforme necessário. O uso de *feedback* constante permite que os educadores refinem suas estratégias de ensino, garantindo que os alunos estejam absorvendo e aplicando o conhecimento de maneira eficaz. Fini (2011) argumenta que a prática educativa deve ser dinâmica e responsiva, adaptando-se às necessidades dos alunos para promover uma aprendizagem significativa. Essa abordagem integrada não apenas enriquece o processo educacional, mas também prepara os alunos para aplicar o conhecimento adquirido em situações do mundo real.

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foi elaborado uma sequência didática na qual incorporou-se uma gama de ferramentas e materiais, experiências práticas, laboratórios virtuais através da plataforma PhEt, produção de curtas-metragens, incluindo leituras para discussões por meio da sala de aula invertida, conforme delineado abaixo.

3.2.1 Sala de aula invertida

Segundo Bergmann e Sams (2018), a ideia fundamental por trás do conceito de sala de aula invertida é reverter a abordagem tradicional de aprendizagem. Em vez de completar os trabalhos de casa na sala de aula e os trabalhos de casa em casa, os alunos agora realizam atividades em sala de aula em casa e fazem os trabalhos de casa durante o horário de aula.

Para melhorar sua interação com o assunto, os alunos devem receber sessões pré-aula onde possam praticar exercícios e receber orientação de seu professor. Esta abordagem garante que eles tenham ampla oportunidade de rever e reforçar a sua compreensão do material antes que este se torne enraizado e potencialmente mal aplicado. Ao acessar os materiais do curso e abordar quaisquer equívocos desde o início, os alunos podem otimizar efetivamente sua experiência de aprendizagem impedindo a aquisição de novos conhecimentos.

Para Bergmann e Sams (2018), é verdadeiramente desanimador testemunhar o fato de a maioria dos estudantes transportar em suas mãos, dispositivos de computação disponíveis como o celular, que possuem um nível que supera o da maioria dos computadores atualmente presentes nas nossas escolas. No entanto, a exploração desses recursos, que são parte integrante da sua existência cotidiana, não é permitida por muitas instituições em sala de aula.

A implementação da inversão permite aos alunos a oportunidade de pausar e retroceder, criando assim condições favoráveis para a aprendizagem (Horn, 2015).

Os professores, frequentemente têm a responsabilidade de cumprir um currículo. Um conjunto específico de habilidades deve ser dominado pelos alunos em seus cursos. Eles sempre tiveram a esperança de que os alunos compreendessem seu conhecimento, até mesmo nos expositores e apresentações mais excepcionais. Quando a sala de aula é invertida, os apresentadores encontram alunos que lutam

para acompanhar e compreender o material. Os alunos recebem o poder de transferência de controle remoto. Eles recebem a capacidade de assumir o comando. A inovação de poder pausar os professores é verdadeiramente inovadora. O trabalho de Bergmann e Sams (2018) é descrito como inovador e transformador.

A ferramenta pedagógica conhecida como Sala de Aula Invertida, envolve a inversão de papéis no processo de ensino-aprendizagem, tendo o aluno como centro do processo educacional. Dentro deste quadro pedagógico, o processo de aprendizagem estrutura-se em três fases distintas: pré-aula, presencial e pós-aula.

No ambiente educacional, o objetivo principal do professor é facilitar a compreensão do material pelos alunos, em vez de simplesmente fornecer informações. No entanto, no modelo de aprendizagem invertida, os alunos têm o poder de assumir a responsabilidade pela sua própria aprendizagem, alinhando-se com a crença da Ausubel na importância do envolvimento e da prontidão. A busca do aluno pelo conhecimento.

De acordo com Horn (2015), os alunos demonstraram um apreço genuíno pela metodologia da sala de aula invertida por oferecer um nível notável de flexibilidade, permitindo que os alunos assumam o controle de seu próprio aprendizado e até mesmo acelerem seu ritmo. Este nível de iniciativa independente não é normalmente observado no ambiente escolar tradicional, onde os alunos dependem fortemente da orientação e do incentivo dos seus professores. O estudo formal muitas vezes não é um ato espontâneo dos alunos.

Portanto, cabe aos professores e gestores educacionais determinar se desejam melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem, incorporando conteúdos pré-estabelecidos e promovendo a aquisição e construção de conhecimentos na educação formal. Alternativamente, podem optar por ver a educação como um projeto de investigação centrado exclusivamente em métodos de aprendizagem, a ser desenvolvido de forma colaborativa entre professores e alunos no ambiente escolar.

Com o intuito de melhorar a compreensão das aulas, foi formulado um quadro abrangente descrevendo a Sequência Didática implementada com os alunos. O quadro que incorpora atividades do Produto Educacional, está alinhada com as Teorias da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003). Ao estimular a curiosidade e capacitar os alunos a buscarem soluções para problemas por meio da construção de vídeos de curta metragem usando uma sequência didática, essa abordagem facilita o processo de ensino.

Posteriormente, para avaliar a influência dessas contribuições no ensino, é realizada uma análise minuciosa. Esta metodologia diferenciada de Ensino de Física garante uma experiência de sala de aula mais ágil e eficaz e atrativa. O objetivo final é proporcionar aos professores recursos valiosos que possam melhorar significativamente o seu ensino de Acústica e enriquecer as suas aulas de Física.

Quadro 1 - QUADRO DESCRITIVO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nº DE ALUNOS	AULAS MINISTRADAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	OBSERVAÇÕES
16	01	Diagnosticar conhecimentos prévios dos alunos acerca da qualidade fisiológica do som e seus fenômenos ondulatórios;	Durante esse encontro, apresentou-se a ideia de resgatar a compreensão prévia dos alunos (Ausubel, 2003) sobre acústica, que responderam um questionário individual. Isso lhes permitiu avaliar suas próprias concepções sobre o assunto e, posteriormente, nortear a abordagem adotada nas atividades subsequentes da sequência Didática.	Durante o processo de aprendizagem, a estrutura cognitiva existente e o conhecimento recém-adquirido influenciaram-se e alteraram-se mutuamente. Isso destaca a importância do conhecimento prévio para permitir que os alunos naveguem e resolvam com eficácia os desafios apresentados em sala de aula.
16	02	Integrar teoria e prática no ensino de acústica por meio da plataforma PhET, aplicando os princípios da pesquisa translacional para promover a aprendizagem significativa dos alunos.	Utilizando a Plataforma PhET Colorado, os alunos realizaram experimentos virtuais em acústica por meio do Laboratório Virtual. A apresentação da plataforma incluiu uma demonstração abrangente da sua utilização e exploração de todos os recursos essenciais necessários ao desenvolvimento da atividade. Estas atividades não só forneceram fatos intrigantes e questões instigantes, mas também incentivaram os alunos a procurar ativamente respostas dentro da plataforma virtual. Essa etapa de aprendizagem incentivou os alunos a superarem seus conhecimentos existentes e mergulharem em novos domínios de compreensão (Ausubel, 2003).	Segundo Ausubel (1980, p. 96), o conceito de ancoragem enfatiza que o conhecimento prévio do aluno é o fator mais significativo para influenciar a aprendizagem. O princípio central da Teoria de Ausubel (2003) gira em torno da ideia de que a Aprendizagem Significativa ocorre quando novas informações ou conhecimentos estão conectados a aspectos relevantes já presentes na estrutura de conhecimento de um indivíduo (Novak <i>et al.</i> , 2000, p. 51).
		Aplicar a metodologia Sala de Aula Invertida;	Este encontro se destina a realização de uma roda de conversa sobre	O processo de ensino foi baseado na metodologia da Sala de Aula Invertida.

16	01	Usar a fotografia como técnica de coleta de dados	acústica, baseada em artigos científicos, distribuídos ainda na terceira aula onde foram formados grupos com o mesmo desafio para discussão da temática no cotidiano. Ainda nessa aula, foram distribuídos os roteiros de gravação entre os grupos formados, no qual estudaram o roteiro e seus personagens ao passo que se aprofundavam no conteúdo, utilizando a metodologia da sala de aula invertida. Ainda, fez-se uso da fotografia para registro das memórias e observações.	Nessa proposta, o estudante irá aprender a matéria nova em casa, por conta própria, e em sala de aula contará com professor como apoio, para realizar a fixação do conteúdo. A ideia é que os alunos utilizem o tempo em sala de aula para potencializar o aprendizado, já tendo contato com o assunto antes de estarem, fisicamente, na presença de um professor Bacich e Moran (2017).
16	02	Gravar e editar vídeo de curta metragem usando o próprio celular	Esse encontro foi utilizado para a realização das gravações e edições dos vídeos. Vale ressaltar que foi permitido aos alunos adequarem o roteiro de gravação a sua linguagem e realidade.	Ausubel (2003) ressalta que Aprendizagem Significativa não quer dizer aprendizagem estritamente ligada ao conhecimento formal, validado. Para o autor, atribuir significados a um conhecimento a partir da interação com seus conhecimentos prévios, estabelece a Aprendizagem Significativa, independentemente de esses significados serem aceitos no contexto do aluno.
16	01	Apresentar e socializar a Mostra de Curtas Metragens com alunos e professores; Relacionar teoria e prática evidenciando o processo ensino aprendizagem em Acústica.	Nesse encontro houve a Mostra dos Curtas Metragens e explicações de como se deu o processo de ensino aprendizagem envolvendo professor e alunos.	A aplicação da pesquisa translacional no Ensino de Física, aplicada a abordagem de Ausubel, não só fortaleceu o entendimento dos alunos sobre os princípios físicos fundamentais, mas também os motivou a buscar mais experiências educativas interativas e envolventes, como destacado pelos comentários dos alunos sobre o desejo por mais aulas desse tipo Moreira (2009).
16	01	Avaliar, por meio de questionário, a aprendizagem dos	Discussão abrangendo todas as etapas do processo no intuito de	As aulas experimentais, realizadas pelo docente e concretizadas pelos

		<p>alunos participantes do processo de produção de vídeos didáticos abordando a Física da acústica;</p> <p>Analisar as contribuições da produção e simulação de vídeos de curta metragem para o processo ensino-aprendizagem de Acústica por meio do pós-teste.</p>	<p>esclarecer pontos que não foram bem compreendidos e ouvir os alunos sobre suas impressões, fazendo uso do questionário Pós-teste.</p>	<p>alunos, têm como objetivo ir além da observação direta das evidências e da manipulação dos materiais de laboratórios, devem oportunizar condições para que os alunos possam levantar e testar suas ideias ou suposições sobre os fenômenos científicos a que são expostos, sendo protagonistas do seu próprio conhecimento. Nessas atividades, ocorre a aprendizagem significativa, conforme proposta por Ausubel, foi evidente, pois os alunos conseguiram relacionar os novos conceitos aos seus conhecimentos prévios, construindo um entendimento mais profundo e duradouro dos fenômenos estudados (Ausubel, 2003).</p>
--	--	---	--	---

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2024).

Conforme dimensionado no Quadro acima, a primeira etapa da Sequência Didática constituiu-se na identificação dos conhecimentos prévios dos alunos como discorrido minuciosamente a seguir.

Primeiro aula: Durante este encontro, o objetivo principal foi avaliar o conhecimento existentes dos alunos sobre Acústica, utilizando um questionário que ajudaria a descobrir seus conhecimentos prévios (Ausubel, 2003).

Esse questionário foi aplicado individualmente, permitindo que os alunos tomassem consciência de suas próprias concepções sobre o tema. A intenção deste exercício foi orientar as atividades subsequentes na implementação de uma Sequência Didática para fins de produzir vídeos de curta metragem com conteúdos de Acústica.

Houve a aplicação de um pré-teste para aferição dos conhecimentos prévios, acerca dos conhecimentos de Acústica e a capacidade de aplicar esse conhecimento para resolver as 10 (dez) questões incluídas no questionário. Na sala de aula estava presente 29 alunos da 3ª série do Ensino Médio do Ceti Moaci Madeira Campos. Para mais detalhes, no Quadro 2, estão disponibilizadas as questões do pré-teste.

Quadro 2 - Sondagem dos alunos do Ensino Médio do Ceti Moaci Madeira Campos, sobre seus conhecimentos prévios antes da aplicação do Produto Educacional (PE)

Questões
01 - Como podemos definir ondas sonoras?
<p>02 - A velocidade de propagação das ondas sonoras varia de acordo com as características elásticas do meio, como a temperatura, por exemplo. Diante disto, podemos dizer que:</p> <p>a) $V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}}$</p> <p>b) $V_{\text{Som (Líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}}$</p> <p>c) $V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$</p> <p>d) $V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$</p> <p>e) $V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}} = V_{\text{Som (Gás)}}$</p>
<p>03 - As ondas sonoras, são ondas capazes de transportar em sua propagação:</p> <p>a) Matéria</p> <p>b) Energia</p> <p>c) Matéria e Energia</p> <p>d) Nenhuma das Alternativas Anteriores</p>
<p>4. Embora a sensibilidade da orelha humana possa sofrer variação à medida que a pessoa envelhece, podemos dizer que uma pessoa com condição normal tem capacidade auditiva para identificar ondas sonoras cuja faixa do som audível esteja compreendida entre:</p> <p>a) 1Hz e 20Hz</p> <p>b) 10Hz e 100Hz</p> <p>c) 15Hz e 50000Hz</p> <p>d) 20Hz e 20000Hz</p> <p>e) 30KHz e 100KHz</p>
<p>5. Ao descrevermos as qualidades fisiológicas do som, antes de qualquer advento tecnológico, usamos como parâmetro nossa sensibilidade auditiva. Ou seja, destacamos as qualidades que dependem da interação do ser humano com o som, que são a altura, a intensidade e o timbre. Sobre as qualidades fisiológicas do som responda os itens a seguir:</p> <p>a) É a característica que nos permite distinguir sons de mesma frequência, emitidos por fontes sonoras diferentes</p> <p>() Altura</p> <p>() Intensidade</p> <p>() Timbre</p>

b) Está relacionado ao volume do Som

() Altura

() Intensidade

() Timbre

c) Relacionado a voz humana com a masculina grave e a feminina aguda

() Altura

() Intensidade

() Timbre

6. O ser humano só consegue distinguir dois sons com intervalo de tempo superior a um décimo de segundo (0,1 s). Tal intervalo é denominado persistência acústica. Quando se pode distinguir o som refletido do som direto o fenômeno é chamado de:

a) Difração

b) Interferência

c) Reverberação

d) Eco

e) Polarização

7. A acústica de um projeto de arquitetura pode influenciar diretamente a experiência das pessoas em um ambiente. Já imaginou um teatro em que não seja possível ouvir com nitidez a voz dos atores? Ou uma casa de show em que a música não chega de forma agradável aos ouvidos? Para garantir que o projeto acústico seja perfeito, é necessário controlar um fenômeno ondulatório gerado pela reflexão do som chamado de:

a) Difração

b) Interferência

c) Reverberação

d) Eco

e) Reforço

08- Qualquer material pode bloquear uma parte do som. Em casa, algumas vezes nos comunicamos com a família mesmo estando dentro de um quarto fechado. A comunicação é possível graças ao fenômeno ondulatório:

a) Difração

b) Interferência

c) Reverberação

d) Eco

e) Reforço

09 - A acústica aborda fenômenos ondulatórios, bem como as características do som. Em que áreas podemos ver suas aplicações? Cite todas que souber.

10. Como você descreveria o efeito doppler?

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2024).

Segunda e Terceira aulas: Após a aplicação do pré-teste, essas questões foram discutidas nas aulas 2 e 3, considerando o uso dessa plataforma Phet, por meio dela levou-se a uma sessão informativa/reflexiva sobre fenômenos sonoros, utilizando materiais introdutórios que correspondiam aos temas avaliados no pré-teste. Nosso objetivo foi trazer de volta as questões para analisar, a partir da perspectiva dos alunos, facilitar a organização prévia deste conteúdo e dissipar quaisquer equívocos ou conhecimentos empíricos expressos pelos alunos em suas respostas.

Os recursos utilizados neste estudo consistiram no simulador PHET, artigos acadêmicos cuidadosamente escolhidos e vídeos educacionais que discutem especificamente o assunto em questão. Com estas ferramentas à disposição, os alunos são incentivados a cultivar aptidões e competências essenciais, incluindo a capacidade de compreender e analisar literatura científica. Além disso, o objetivo principal é que os alunos melhorem a sua compreensão dos princípios fundamentais da física abordados em Acústica, ao mesmo tempo que obtêm uma visualização mais clara destes fenômenos através da utilização do simulador.

As atividades contemplaram curiosidades e perguntas desafiadoras, motivando-os a encontrarem respostas através de conexões realizadas de seus conhecimentos prévios com as simulações da plataforma virtual.

Ao incorporar o pré-teste e esta etapa subsequente, reforçamos o desenvolvimento das estruturas mentais existentes nos alunos, ultrapassando-os rumo ao novo conhecimento (Ausubel, 2003).

Quarta aula: Para avançar ainda mais em nossos objetivos, facilitamos um debate em sala de aula centrado nos materiais utilizados na fase anterior. Esta atividade específica foi projetada para incentivar os alunos a contemplar conceitos anteriores e estabelecer conexões com os materiais introdutórios, determinando assim se ocorreram modificações ou expansões

Este encontro teve como objetivo aplicar a proposta da Sala de Aula Invertida, no qual realizou-se uma discussão de textos científicos que abordavam a Acústica no cotidiano. No qual cada grupo apresentou sua discussão ao mesmo tempo em que

também foram questionados. Essa atividade trouxe muita interação e elevou a participação e interesse dos alunos, apresentado na Foto 1.

Foto 1 - Discussões dos artigos científicos sobre Acústica, mediada pelo professor.



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L., 2023).

Durante a discussão, os estudantes se depararam com um desafio, expressando suas ideias de maneira coerente e até mesmo demonstrando um pensamento crítico, no qual foram capazes de fundamentá-las com base nos conhecimentos científicos adquiridos em sala de aula. Essa situação valida a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, uma vez que esse novo conhecimento está relacionado aos conhecimentos prévios desses alunos

No final da aula, foram distribuídos os roteiros para as gravações do curta metragem para cada grupo e passado as orientações coletivas e individuais.

Quinta e sexta aulas: Nesse encontro, tivemos como foco as gravações do curta metragem abordando os fenômenos relacionados ao som e as edições dos vídeos que se utilizou para este o próprio celular como ferramenta tanto de gravação como de edição. Essa fase permitiu que os alunos vissem as conexões entre os conceitos que estavam estudando sob diferentes perspectivas. A Figura 21, mostra os alunos realizando a edição dos vídeos.

Foto 2 - Edição dos vídeos de curta metragem, utilizando o próprio celular.



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A fase inicial, que envolveu a divisão dos roteiros de gravação dos vídeos de curta metragem e a formação dos grupos, ocorreu logo após, o pré-teste, na primeira aula. Os demais componentes foram programados para serem concluídos ao longo de duas horas-aula aqui indicado como quinta e sexta aula, possibilitando a opção de gravação na escola ou na própria residência dos alunos. Vale ressaltar que um dos grupos decidiu usar o cenário da casa de uma das alunas para as gravações.

Terminadas todas as gravações e edições, elas foram submetidas ao professor para avaliação. Após receberem *feedback* satisfatório, os vídeos foram exibidos no Ceti Moaci Madeira Campos como parte de uma exposição especial sobre as aplicações práticas da física no dia a dia. Para mais detalhes, no Quadro 2, estão disponibilizados os roteiros de gravação dos vídeos de curta metragem.

Quadro 3 - Roteiros de gravação dos vídeos de curta metragem.

Roteiros	Descrição
<p>Roteiro 1: Acústica e Música Personagens: Alex; Bell; Sonayra; Rafa e Tom.</p>	<p>Vídeo 1 - Qualidades fisiológicas do som e cordas vibrantes</p> <p><i>BELLI e BIA, estão no pátio da escola no intervalo, apreciando uma música tocada no violão por SONAYRA. Quando ALEX e RAFA, aparecem, cumprimentando-as e comenta</i></p>

ALEX: SONAYRA você toca bem e você BELL, está cantando muito bem.

(Nesse momento, BELL por saber que ALEX, é bem dedicado aos estudos, o interroga)

BELL: - ALEX, quando tocamos uma canção, todos os instrumentos fazem a mesma nota e minha dúvida é como é possível diferenciar os instrumentos quando todos tocam juntos? Ainda não compreendi essa aula!

ALEX: - Bell, isso tem a ver com o conteúdo que o professor disse que ministraria na próxima aula, trata-se da Acústica na Física, eu já li um pouco até tirei umas dúvidas sobre esse conteúdo agora a pouco com o professor porque eu estava curioso, mas, lhe respondendo isso tem a ver com o Timbre dos instrumentos.

BELL: -ah! Mas, ALEX, o que é esse timbre eu tenho uma noção quando tocamos a guitarra e que possuem um timbre bem legais, mas, não estou conseguindo compreender esse conceito agora que você me fez refletir.

ALEX: Timbre é a qualidade do som que nos permite diferenciar sons de mesma Frequência.

BIA: - Aí! Eu acho que entendo um pouco dessa frequência, exclamou BIA!. Quando afinamos as cordas do violão o afinador mostra a nota e a frequência, por exemplo: a nota Lá a frequência é 440Hz.

BELL: BIA, já percebeu que quando você toca as notas mais próximas das últimas casas, o som fica mais fino que lá no início?

BIA: Verdade!

RAFA: Pessoal, a Acústica explica isso, o tamanho da corda influencia na frequência sonora, então, sempre que você diminuir o tamanho da corda, ou seja, quando você formar o acorde mais próximo dos últimos trastes, o som fica mais **Agudo** e se você fazer o acorde lá no início e o som fica mais **Grave**, ou seja, quanto menor o comprimento da corda, mais vibrações ocorrerão num mesmo intervalo de tempo e mais agudo o som parecerá. Assim, a altura do som está diretamente relacionada com o número de vezes que a corda vibra num determinado intervalo de tempo, isso é uma outra característica do som chamada Altura.

BELL: RAFA, mas, a altura não tem a ver com o volume?

BIA: É RAFA, Minha mãe as vezes grita BIA abaixa a altura desse som

RAFA: Na verdade é uma ideia equivocada que possuímos dessa qualidade sonora. A Altura é a característica do som associada aos sons grave, baixa

frequência e agudo alta frequência. Essa questão de aumentar ou baixar o volume está associada a intensidade sonora.

BELL: ah!, tem a ver com os decibéis, que nós podemos ouvir sem nos prejudicar até 110?

RAFA: Tudo haver BELL.

BIA: Então pessoal deixa eu ver se eu entendi. Eu consigo identificar cada instrumento numa música porque eles apesar de tocarem a mesma nota, para formar a harmonia eles possuem timbres diferentes e quando minha mãe me grita para abaixar a altura do som, na verdade eu preciso é diminuir a intensidade do som, porque a altura está relacionada ao som Grave e Agudo.

ALEX: Isso mesmo BIA!

SONAYRA: E como é que vocês, aprenderam isso tudo gente?

RAFA: Igual a vocês! Exclamou Rafa.

BELL: Como assim! exclamou Bell e suas amigas ao mesmo tempo.

RAFA: Para ajuda-los a entender e responder os questionamentos de vocês, eu usei o conhecimento prévio que vocês já tinham, sobre o som, usando o violão como instrumento de aprendizagem, permitindo a vocês conectarem essa experiência com os conhecimentos já existentes, para formar o novo conhecimento apresentado a vocês.

BIA: Nossa, onde você aprendeu tudo isso?

(Rafa todo orgulhoso de ter colocado em prática o que aprendeu nas aulas de Física, Exclama)

RAFA: Com meu professor de Física! Exclamou Rafa, ele sempre usa metodologias ativas e significativas, levando em conta o que já sabemos, e isso nos proporciona chegar ao novo conhecimento.

(BIA E BELL agradecem as explicações dadas por ALEX E RAFA)

BELL: -Muito obrigado amigo, agora a Física ficou clara pra mim.

(BIA também agradece as explicações dadas por ALEX)

BIA: - ALEX, a Física agora ficou interessante, me deu até vontade de estudar mais essa disciplina! Exclamou BIA.

Nesse momento TOM se aproxima e pergunta, o que vocês estão fazendo? Bell e suas Amigas respondem:

- Aprendendo Física!

TOM continua: Sem papel e caneta?

	<p>Todos, começam a sorrir! (por parecer até uma piada, por aprender a Física num momento de descontração)</p>
<p>Roteiro 2: O SOM: Infrasom, ultrasom, e aplicações Personagens: Mary, Marília, Maria e Juciara</p>	<p style="text-align: center;">VÍDEO 2 - (Tema: O SOM)</p> <p><i>Marília está na escola quando Maria e Mary, se aproximam e iniciam um diálogo:</i></p> <p>MARY: - MARÍLIA, está melhor? Ontem você faltou a aula e nos informaram que foi realizar alguns exames... foi por conta das tonturas que veem sentindo?</p> <p>MARÍLIA responde: - Por conta dessas tonturas fiz vários exames ontem que o otorrinolaringologista passou, por isso ontem não vim a escola.</p> <p>MARY: Como que são esses exames?</p> <p>MARÍLIA: ah tem um que me fez ver o mundo girar (Todos sorriem nesse momento e MARÍLIA, prossegue)</p> <p>MARÍLIA: Mas, teve um que foi bem tranquilo e achei que teria tudo a ver com o conteúdo que o professor iniciou conosco e que talvez na minha ausência de ontem ele tenha falado sobre isso. O nome do exame é audiometria.</p> <p>MARY: o professor comentou sobre esse exame que os fonoaudiólogos fazem, para sabermos o intervalo de frequência sonora que ouvimos.</p> <p>MARÍLIA: me explica melhor MARY.</p> <p>MARY: professor explicou que ao avançarmos em idade ou por alguma infecção, ou simplesmente por ouvir música no fone de ouvido em nível alto por muito tempo, podemos perder um pouco da nossa audição e pode nos levar alguns problemas de saúde como zunido e sempre é passado esse exame quando se investiga a labirintite.</p> <p>MARIA: Isso mesmo MARÍLIA, professor mostrou que os nossos ouvidos só conseguem captar sons com frequências entre 20HZ e 20KHz, inclusive até nos mostrou um aplicativo para baixarmos e fazermos o teste me deixa te mostrar. (MARIA mostra o <i>app sound Frequency creator</i>)</p> <p>MARÍLIA: então vamos testar! Nesse momento ligam o aplicativo e verificam em que ponto Marília, está ouvindo</p> <p>MARÍLIA: hum então deve ser isto, não consegui ouvir todos os sons, será que estou perdendo audição? Bem que a doutora falou que eu devia dá um tempo nos fones de ouvido, porque eu uso todo tempo...</p>

	<p>MARY: Vocês lembram que também existem os infrassons e os ultrassons? (MARÍLIA, pergunta:) MARÍLIA: que são os infrassons e ultrassons? (Mary responde a pergunta de Marília) MARY: os infrassons são sons de baixa frequência menores que 20Hz e o ser humano não consegue ouvir eles são mais graves, porém animais como os elefantes, a toupeira escutam e os ultrassons, são sons muito altos em frequência e que também o ser humano não escuta são mais agudos e que também tem animais como os gatos e cachorros que escutam. MARÍLIA: ah! Então foi isso que escutei na hora do exame. Cara, vocês aprenderam tudo isso na aula? Como o professor fez? MARIA: lembra da JUCIARA? ela disse que ontem a mãe dela fez uma ultrassonografia e descobriu o sexo do bebê. A partir daí o professor iniciou uma série de perguntas reflexivas sobre o que é o som e onde imaginamos que ele possa está aplicado, no caso dela o ultrassom permitiu que soubessem o sexo do irmãozinho dela e hoje aprendemos melhor com você como funciona a audiometria. MARÍLIA: estamos todas feras na Física (Todos sorriem juntos)</p>
<p>Roteiro 3: Distúrbio Viajante Maquinas de ondas Personagens: Pedro; Bel; Lucas</p>	<p>VÍDEO 3 - (Tema: REFLEXÃO DAS ONDAS)</p> <p>CENA-01 (Três amigos estão comentando como foi proveitosa a última aula de física, quando PEDRO tem uma ideia) PEDRO: sabe eu aprendo mais os conteúdos fazendo na prática, que tal a gente construir o experimento da aula que o professor comento? LUCAS: Qual? PEDRO: Maquinas de ondas. aqui na minha casa, tenho os palitos de churrasco e a fita adesiva e tem também umas caixas de massinha BEL: O pessoal, vocês podem ir explicando pra mim sobre esse experimento PEDRO: claro que sim, é sobre a reflexão da onda. LUCAS: mas, não se preocupe Bel, vamos montar primeiro o experimento e depois explicamos melhor pra você, já que poderá ver com seus próprios olhos a onda se propagando. CENA -02 -(segue a montagem do experimento e PEDRO vai explicando o passo a passo, finalizado a montagem chegou a hora de demonstrar para BEL) CENA 03 -</p>

	<p>PEDRO e LUCAS: demonstram o experimento LUCAS: BEL você sabe o que é o som? BEL: eu entendo, mas, não compreendo PEDRO: som é uma mecânica que precisa de um meio material para se propagar, por isso, estaremos usando esse experimento para mostrar a você como uma onda mecânica se propaga BEL: ah! Agora estou entendendo PEDRO: é muito importante dizer que as ondas não transportam matéria, somente energia, veja Clara como isso é evidenciado em nosso experimento BEL: Verdade! e qual a velocidade então do som da minha voz? LUCAS: no Ar! É de 340 m/s BEL: tão rápido assim? LUCAS: isso mesmo, e em outros materiais essa velocidade possui outros valores, nos sólidos a velocidade é muito maior BEL: Agora, além de aprender comecei a gostar de Física. PEDRO: vamos levar nosso experimento para a próxima aula de Física LUCAS: verdade quem sabe ganhamos 1 ponto extra... (A cena encerra-se com todos animados)</p>
<p>Roteiro 4: Distorção no som da buzina, por meio da alteração da frequência através da mudança de velocidade entre a fonte e observador PERSONAGENS: Marcos; Mateus e Moisés</p>	<p>VÍDEO 4 – (Tema: EFEITO DOPPLER)</p> <p><i>Um grupo de alunos vai atravessar a rua, fora da faixa de pedestre, nesse momento passa um carro em alta velocidade e sem parar continua seu trajeto buzinando, além de assustar a todos, um dos alunos faz a seguinte observação:</i></p> <p>MARCOS: além, do susto vocês perceberam que o som da buzina ficou diferente enquanto o carro se aproximava de nós e depois que se afastou? (fala sorrindo)</p> <p>MOISÉS: foi exatamente o que aprendemos hoje na aula de Física, sobre Efeito doppler.</p> <p>MATEUS: quando o carro se aproxima a frequência aparente aumenta o som fica mais agudo, e depois que passa por nós a frequência aparente diminui produzindo um som mais grave e isso foi possível porque estamos parados em relação a fonte sonora que no caso foi a buzina que está em movimento Moisés: então presenciamos a física na nossa vida e mal saímos da escola... (todos riem)</p>

	<p>MARCOS: A Física, está em todo lugar! na nossa sala o professor já nos apresentou até a formula para calcular o efeito doppler que é frequência aparente = frequência da fonte x (a velocidade do som +_ a velocidade da fonte)/ velocidade do som _+ velocidade da fonte(nesse caso o carro)</p> <p>(enquanto Marcos vai falando, Marcos vai vendo a construção da formula)</p> <p>MARCOS: galera quer saber nesse mês vai ser é 10 em física</p>
<p>Roteiro 5: Fenômenos sonoros Personagens: Fran; João; Maria; Mila, Pai.</p>	<p style="text-align: center;">VÍDEO 5 – (Tema: REFLEXÃO e DIFRAÇÃO SONORA)</p> <p style="text-align: center;">CENA - 01</p> <p>Quatro amigos estão no quarto em quanto o Pai de Franciele grita: Franciele, venha aqui!. FRANCIELE: meninas, vamos continuar e fazer de contas que a não ouvimos a porta está fechada mesmo, porque meu pai me chama a todo momento PAI abre a porta e diz: PAI: Filha você não me ouviu chamá-la? FRANCIELE: não pai! (exclamou Franciele) PAI: Filha eu sei que mesmo com a porta fechada você me ouviu, é pra vocês virem lanchar... ou não querem? FRANCIELE: oh Paizinho obrigada... vamos pessoal depois continuamos, os estudos.</p> <p style="text-align: center;">CENA 02 – À MESA LANCHANDO</p> <p>MILA: Fran você percebeu o que sua Pai disse? é algo bem parecido com o que o professor comentou na sala de aula. JOÃO: foi mesmo, a difração! (Exclamou JOÃO) MARIA: isso mesmo, ele falou que o som contorna os obstáculos FRAN: um por isso minha mãe falou que ouvimos e estávamos mesmo. MILA: a difração é um fenômeno da acústica FRAN: será que meu pai ainda lembra de acústica, porque faz muito tempo que terminou os estudos... (todos sorriem, e muda para a próxima cena)</p> <p style="text-align: center;">CENA 03 - BANHEIRO</p> <p>JOÃO: Ei Fran aqui no seu banheiro parece que tem muito eco.</p>

FRAN: Já percebi, mas, dependendo da sua posição, a impressão que tenho é de um som mais forte também.

MILA: Amigas, ontem na minha turma tivemos aula de acústica e o professor explicou esses fenômenos pra nós.

JOÃO: ah! amiga na nossa turma a aula ainda não aconteceu.

FRAN: Mila, então nos explica que fenômeno é esse.

MILA: esse é o fenômeno da reflexão do som, que pode gerar o Eco, reverberação e Reforço, mas, o que nós ouvimos aqui não foi o eco

JOÃO: como não? Indaga João, se ouvir minha voz se repetindo a frase quase toda

MARIA: isso mesmo a frase quase toda

FRAN: não entendi?

MARIA: Quando falamos, e o intervalo do retorno do som da nossa voz é zero em relação a nós, percebemos o som mais forte isso é reforço, mas, se esse intervalo for maior que zero e menor que 0,1s, então, é a reverberação, parece com o eco, mas, não escutamos a palavra repetida por inteiro só o final dela e a partir do intervalo de 0,1s temos o eco, onde falamos e ouvimos a palavra se repetindo por completo, mas, para isso acontecer precisamos está a 17m de uma parede.

JOÃO: começando a entender

FRAN: fiquei em dúvida em uma coisa. Porque 0,1s?

MILA: porque esse é o intervalo mínimo que nossos ouvidos levam para distinguir sons de fontes diferentes e é chamado de persistência sonora

FRAN: e porque só percebemos o eco se estivermos a 17 m?

MARIA: ah! Essa eu provo pra você fazendo uma simples continha. Vocês lembram da aula de ondas sonoras? Qual foi a velocidade do som no ar que o professor mostrou a vocês?

JOÃO: gente, não entendemos muita coisa e estamos atrasados nos estudos.

FRAN: Eu sei é de 340m/s, eu já sabia dessa informação, vi num filme.

MILA: isso mesmo 1. e como podemos calcular a velocidade do som no ar?

FRAN: Velocidade é a distância dividida pelo tempo?

MILA: muito bem. Porém, ainda tem outro detalhe. Então, se já sabemos que a velocidade do som no Ar é de 340m/s e que a persistência auditiva humana

	<p>é de 0,1s, podemos usar essa formula para descobri a distância mínima para ouvirmos o eco. Porém, precisamos levar em conta que esse tempo de 0,1s é o tempo que o som leva para ir até a parede e retornar aos nossos ouvidos. Logo nesse caso, precisamos usar a metade desse tempo, pois, assim estaremos medindo a distância só de ida.</p> <p>JOÃO: Mila posso usar o celular para conferir o resultado?</p> <p>MILA: pode sim! (Exclama Mila)</p> <p>JOÃO: deu certo, é isso mesmo 17m</p> <p>FRAN: MILA E MARIA, como conseguiram aprender tudo isso?</p> <p>MARIA: Assim como vocês! O que fizemos foi apenas usar o conhecimento prévio que vocês já tinham sobre esses fenômenos, pois já tinham experienciado, como a velocidade do som que viram num filme, e a experiência de perceber no banheiro o fenômeno acústico e inserindo vocês na situação, vocês conseguiram compreender o novo conhecimento.</p> <p>(Fran elogia Mila e Maria)</p> <p>FRAN: vocês são muito inteligentes mesmo, e essa é uma forma muito interessante de aprender.</p> <p>MILA: aprendemos dessa forma com o nosso professor</p> <p>FRAN: que pena que ele não é o nosso também...</p> <p>(todas se olham e MILA se despede)</p> <p>MILA: Meninas, já vou indo, nos vemos outro dia</p> <p>FRAN e JOÃO agradecem a MILA e MARIA que também sai.</p>
--	---

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Sétima Aula: Essa aula, teve como objetivo Apresentar e socializar a Mostra de Curtas Metragens com alunos e professores, relacionando a teoria e prática evidenciando o processo ensino aprendizagem em Acústica. Devido a repercussão na comunidade escolar desta atividade, foi sugerido pelos próprios alunos que esse trabalho fosse apresentado a todos os alunos. Então, foi feito um evento que mobilizou a escola e a 19ª GRE Seducpi, que se fizeram presente na Mostra de vídeos de curta metragem no ensino de Acústica, apresentadas pelos alunos do 3 Ano do Ceti Moaci Madeira Campo. A apresentação ocorreu no partiu da escola com a presença de todos os alunos e representantes da secretaria de educação do estado do Piauí. Na Foto 3 e Foto 4, mostra algumas imagens do dia da apresentação

Foto 3 - Mostra de vídeos de curta metragem.



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Na foto 3, tem-se toda comunidade escolar reunida no pátio da escola Ceti Moaci Madeira Campos, para prestigiar a Mostra de vídeo de Curta Metragem. Na Foto 4, ilustra a apresentação de um dos grupos de alunos.

Foto 4 -Mostra de vídeos de curta metragem



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A Foto 4, ilustra os alunos estão descrevendo todo o processo para a produção e simulação do vídeo e em seguida apresentam o vídeo produzido por eles, evidenciando o quão significativa a atividade foi.

Oitava aula: Na fase final, o objetivo foi avaliar a compreensão abrangente dos alunos através de um Pós-teste que abrangeu todas as etapas do processo. Isso permitiu esclarecer eventuais conceitos mal compreendidos e proporcionou aos alunos a oportunidade de compartilhar suas impressões sobre o desenvolvimento da Sequência Didática. Embora cada aula tenha sido abordada separadamente, houve uma forte ligação entre elas, resultando em uma utilização mais eficiente da sequência como um todo. Optar por uma implementação mais estruturada da Sequência Didática facilita sua aplicação em sala de aula, oferecendo aos professores fácil acesso e metodologia direta. Este recurso é particularmente valioso para educadores que buscam diversificar suas práticas de ensino, pois apresenta uma Sequência Didática que apoia efetivamente o ensino e a aprendizagem de Acústica.

A aplicação de um pós-teste na fase final, teve como finalidade, confirmar o alcance dos objetivos do produto educacional. É importante notar que uma análise abrangente da implementação e dos resultados do produto educacional será fornecida na seção subsequente. Para mais detalhes, no Quadro 4, estão disponibilizadas as questões do pós-teste.

Quadro 4 - Sondagem dos alunos do Ensino Médio do Ceti Moaci Madeira Campos, sobre seus conhecimentos após a aplicação do Produto Educacional (PE)

Questão
1- Antes da atividade, você tinha conhecimento sobre a fisiologia do som? Se sim, quais você conhecia? e quais formas de tratamento para essas anomalias você conhecia?
2- Em uma escala de 0 a 10, qual pontuação você atribuiria para a utilização dessa atividade nas aulas de Física?
Q3- Na sua opinião, você conseguiu aprender os conteúdos de Física através da construção dos vídeos? Se sim, indique as vantagens e/ou as desvantagens em aprender Física desta forma.
4- Como você descreveria seu grau de satisfação a respeito da atividade em que você participou? () Muito satisfeito () Satisfeito () Indiferente () Pouco satisfeito

() Nada satisfeito () Outro:
5- Você encontrou alguma dificuldade, durante as explicações ou até mesmo na construção dos vídeos em curta metragem? Se sim, quais foram essas dificuldades?
Q6- Você concorda que através da construção dos vídeos e as discussões realizadas dentro da sala de aula. Esta atividade contribui para o esclarecimento de suas duvidadas em relação a Acústica como os fenômenos sonoros e fisiologia do som? () Concordo totalmente () Concordo mais ou menos () Não concordo, nem discordo () Discordo mais ou menos () Discordo totalmente () Outro:
7- Você participaria novamente dessa atividade? () Sim () Não () Talvez () Com certeza () Nunca () Outro:
Q8 - Você concorda que a atividade proposta contribuiu de forma significativa para o seu aprendizado a respeito dos conteúdos de Acústica relacionado ao som e suas características? () Concordo totalmente () Concordo mais ou menos () Não concordo, nem discordo () Discordo mais ou menos () Discordo totalmente () Outro:
Q9- Você consegue diferenciar as características do som como timbre, intensidade e altura do som? () Sim () Não () Outro:
10 - Como você compreende os fenômenos da difração sonora e efeito doppler, após, a realização de produção de vídeos de curta metragem?

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A foto 5 ilustra a aplicação do pós-teste, um momento crucial para avaliar o entendimento e a retenção de conhecimentos adquiridos pelos participantes durante o treinamento. Nessa fase, os alunos são submetidos a uma série de questões que refletem o conteúdo abordado, permitindo identificar áreas de sucesso e aspectos que ainda precisam ser aprimorados.

Foto 5 - Aplicação do pós-teste



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A análise dos resultados do pós-teste é fundamental para ajustar futuras sessões de formação, garantindo a eficácia do processo educativo. Além disso, proporciona um feedback valioso tanto para os instrutores quanto para os alunos, promovendo um ciclo contínuo de melhoria.

Na seção seguinte, abordaremos a Aprendizagem Significativa do conhecimento prévio ao novo conhecimento no ensino de Acústica. Este processo envolve a integração de conceitos já conhecidos pelos alunos com novos conteúdos, facilitando a compreensão e retenção das informações.

4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: DO CONHECIMENTO PRÉVIO AO CONHECIMENTO RESIGNIFICADO NO ENSINO DE ACÚSTICA

Nesta seção, o objetivo foi verificar como os conhecimentos prévios progredem em direção ao novo conhecimento. Conforme discutido anteriormente, a Aprendizagem Significativa ocorre quando novos conhecimentos interagem de maneira não arbitrária e não literal com conhecimentos prévios relevantes, chamados de subsunçores.

Através de interações sucessivas, um subsunçor específico adquire gradualmente novos significados, tornando-se mais rico, refinado e diferenciado, e tornando-se capaz de servir como base sólida para novas aprendizagens significativas (Ausubel, 2003).

Para realizar uma análise qualitativa deste estudo, que se baseia na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) desenvolvida por David Ausubel, examinamos e interpretamos os dados derivados dos resultados da implementação do produto educacional. Nosso processo de coleta de dados envolveu a utilização de instrumentos de observação e questionários (iniciais e finais) aplicados a alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública da Rede Pública Estadual de Ensino do município de Teresina.

A análise de conteúdo, foi realizada conforme proposta por Bardin (2011), que a destaca como uma técnica fundamental para a interpretação de dados textuais, permitindo uma compreensão profunda dos conteúdos implícitos nas comunicações.

Uma das principais contribuições de Bardin é a sistematização do processo analítico em etapas bem definidas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A fase de pré-análise envolve uma leitura flutuante e a escolha de documentos, buscando uma primeira aproximação com o material. Durante a exploração do material, o texto é segmentado em unidades de significado, que são então categorizadas e classificadas conforme critérios específicos. Finalmente, o tratamento dos resultados permite uma análise quantitativa e qualitativa dos dados, culminando na interpretação que relaciona os achados com as hipóteses iniciais e o referencial teórico utilizado, (Franco, 2018). Esse rigor metodológico garante que a análise seja replicável e que os resultados sejam robustos e confiáveis.

Ademais, a análise de conteúdo permite a inferência de conhecimentos além do que está explicitamente presente no texto, revelando padrões subjacentes e estruturas simbólicas que muitas vezes passam despercebidos em uma leitura superficial. Bardin (2011) enfatiza a importância da triangulação metodológica, onde diferentes fontes de dados e métodos de análise são combinados para enriquecer a interpretação dos resultados. Essa abordagem permite uma compreensão mais holística dos fenômenos estudados, proporcionando insights valiosos para áreas como a sociologia, a comunicação, a psicologia e a educação (Minayo, 2017). A riqueza dessa técnica reside em sua capacidade de transformar dados qualitativos em informações quantitativas, sem perder a profundidade interpretativa, fazendo dela uma ferramenta indispensável para pesquisadores comprometidos com uma análise criteriosa e fundamentada.

Na subseção seguinte, nos aprofundaremos na análise dos resultados do pré-teste para fornecer mais informações sobre os resultados alcançados com a implementação do produto educacional. Adicionalmente, exploraremos a avaliação do conhecimento prévio dos alunos relacionado ao conteúdo proposto, bem como o desenvolvimento e implementação dos pequenos vídeos obtidos durante a aplicação do produto educacional.

Depois de analisar minuciosamente os dados e discussões, a nossa atenção irá agora voltar-se para a avaliação dos resultados do pós-teste para determinar se os objetivos desta atividade foram alcançados com sucesso.

4.1 Análise dos conhecimentos prévios dos alunos

Nesta subseção, o objetivo foi avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre Acústica e introduzir novos conceitos por meio de questionários contextualizados e situações-problema. Para isso, apresentei formalmente à direção e depois aos alunos na sala de aula para convidar os alunos a participarem da pesquisa. Expliquei o tema do projeto, discuti os objetivos e enfatizei a importância da pesquisa para o processo de ensino e aprendizagem.

Iniciamos este trabalho com uma amostra de 29 (vinte e nove) alunos, concluindo com 16 alunos. Como critério, para termos um resultado fidedigno, ficaram

de fora da análise dos resultados os alunos que faltaram, alguma das atividades proposta. Contudo, como a pesquisa está inserida dentro de um programa curricular, e precisávamos avaliar todos os alunos para gerar uma nota, foi permitido que mesmo na ausência de alguma atividade antes, eles pudessem participar da produção dos vídeos de curta metragem, sem comprometer os objetivos desta pesquisa, ficando notável a satisfação de trabalhar a física de uma forma divertida e dinâmica.

O que motivou essa redução foi uma questão de estrutura física como a falta de água para beber, as altas temperaturas em salas sem ar condicionados o que ocasionava a liberação das aulas depois de um determinado horário, também muitos projetos exigidos pela secretaria de educação, comprometendo assim a sequência do nosso trabalho e as ausência que frequentemente ocorriam desses alunos por motivos justificados ou não.

Para o contexto da pesquisa os alunos foram denominados FAMV seguido da enumeração numérica: FAMV1, FAMV2, FAMV3, FAMV4, FAMV5, FAMV6, FAMV7, FAMV8, FAMV9, FAMV10, FAMV11, FAMV12, FAMV13, FAMV14, FAMV15 e FAMV16.

Para avaliar o conhecimento prévios dos alunos, foi aplicado um questionário composto por 10 questões relacionadas ao tema. Uma das questões, a Questão 01, era aberta, solicitando aos alunos a definição do conceito de luz. As respostas fornecidas pelos alunos podem ser encontradas no Quadro 5.

Quadro 5 - Resposta da Questão 01: Como podemos definir ondas sonoras?

Alunos	Respostas
FAMV 1	Barulho, colisões, tudo que faça um som
FAMV 2	Não tenho certeza, mas, acho que são ondas que transportam matéria e energia
FAMV 3	Ondas que se propagam por meio de energia, que se espalham fazendo sons
FAMV 4	São ondas que geram som, quando propagadas
FAMV 5	São ondas capazes de transmitir diferentes sons
FAMV 6	Barulhos feitos por algum objeto
FAMV 7	Não sei definir

FAMV 8	Eu não sei
FAMV 9	Sons transmitidos por diversas coisas e que são capturadas através dos nossos ouvidos
FAMV 10	ondas que vibram moléculas no ar
FAMV 11	São ondas capazes de emitir o som
FAMV 12	Professor eu não aprendi esse assunto todo....
FAMV 13	Não tenho conhecimento desse assunto
FAMV 14	Não sei
FAMV 15	Não sei explicar, pois meus conhecimentos não foram suficientes para responder essa pergunta
FAMV 16	Já estudei sobre mas, não me recordo

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Com base nas respostas dos alunos, observamos uma variedade de definições equivocadas e desconhecimento sobre ondas sonoras. Os alunos FAMV1 e FAMV6 descreveram as ondas sonoras como "barulho", o aluno FAMV2 descreveu como "ondas que transportam matéria e energia", já os alunos FAMV4, FAMV5 e FAMV11 como "ondas que geram som". Os demais admitiram não ter conhecimento ou não conseguiram definir o conceito. Essas respostas refletem uma falta de subsunções cognitivos relevantes sobre o tema, indicando que muitos alunos possuem apenas conhecimentos superficiais ou de senso comum sobre acústica. Pois, ondas sonoras são variações de pressão que se propagam em um meio elástico, como ar, líquidos ou sólidos, transportando energia sem transportar matéria (Resnick; Halliday, 2002).

Para corrigir esses equívocos e expandir o entendimento dos alunos, é essencial aplicar a pesquisa translacional. A pesquisa translacional envolve a aplicação prática de teorias e descobertas científicas para melhorar a compreensão e resolver problemas do mundo real (Brownson; Colditz; Proctor, 2017). Portanto, ao conectar os conhecimentos prévios dos alunos aos conceitos corretos da Física sobre ondas sonoras, seguindo a abordagem sobre aprendizagem significativa, é possível promover uma compreensão mais profunda e duradoura do tema estudado, (Ausubel,1968).

No quadro abaixo estão registradas as respostas referentes à questão 02, que aborda a velocidade do som em diferentes meios, incluindo sólidos, líquidos e gases.

Quadro 6 - Resposta da Questão 02: A velocidade de propagação das ondas sonoras varia de acordo com as características elásticas do meio, como a temperatura, por exemplo. Diante disto, podemos dizer que:

Alunos	Respostas
FAMV 1	$V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$
FAMV 2	Não sei
FAMV 3	$V_{\text{Som (Líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}}$
FAMV 4	$V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$
FAMV 5	$V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$
FAMV 6	$V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$
FAMV 7	$V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$
FAMV 8	$V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$
FAMV 9	$V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}}$
FAMV 10	$V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}}$
FAMV 11	$V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}} = V_{\text{Som (Gás)}}$
FAMV 12	$V_{\text{Som (Líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}}$
FAMV 13	$V_{\text{Som (Líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}}$
FAMV 14	$V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}} = V_{\text{Som (Gás)}}$
FAMV 15	$V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$
FAMV 16	$V_{\text{Som (Líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}}$

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Considerando as respostas dos alunos à questão sobre a velocidade de propagação das ondas sonoras, podemos observar uma variedade de entendimentos refletidos em suas respostas. A análise das respostas revela que alguns alunos compreenderam corretamente que a velocidade do som é mais rápida em sólidos do que em líquidos, e mais rápida em líquidos do que em gases. Essa compreensão está

alinhada com as explicações de Serway e Jewett (2018), que atribuem essa variação à rigidez (módulo de compressão volumétrica) e à densidade dos materiais.

Dos alunos que acertaram, podemos destacar as respostas como as dos alunos FAMV1, FAMV4, FAMV5, FAMV6, FAMV7, FAMV8, FAMV10, FAMV12, FAMV13, FAMV15 e FAMV16, que demonstraram entender que a velocidade do som segue a ordem: sólidos > líquidos > gases. Eles reconhecem que nos sólidos a rigidez e densidade são altas, permitindo uma transmissão rápida das vibrações sonoras; nos líquidos, embora a rigidez seja menor que nos sólidos, ainda é suficiente para uma transmissão mais rápida do que nos gases, onde a baixa rigidez e densidade resultam em uma propagação sonora mais lenta.

Por outro lado, alguns alunos demonstraram respostas inconsistentes ou incorretas, como os alunos FAMV2, FAMV3, FAMV9, FAMV11 e FAMV14. Por exemplo, o aluno FAMV2 respondeu "Não sei", indicando falta de conhecimento sobre o tema. Os alunos FAMV3 e FAMV9 inverteram a ordem esperada, colocando líquidos antes de gases, o que demonstra um entendimento equivocado sobre as características de transmissão sonora desses materiais. O aluno FAMV11 igualou a velocidade do som em líquidos e gases, o que também não condiz com as características físicas desses materiais.

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968), é fundamental que os alunos integrem novos conceitos aos seus conhecimentos prévios para uma compreensão profunda e duradoura. Aqueles que acertaram na identificação da velocidade do som em diferentes meios provavelmente conseguiram conectar os novos conceitos de física com seus conhecimentos pré-existentes sobre propriedades dos materiais. Em contrapartida, os alunos que não acertaram provavelmente não conseguiram estabelecer essa conexão, evidenciando a importância de estratégias educacionais que promovam uma aprendizagem significativa através da integração de conhecimentos prévios com novos conteúdos.

A questão 03 questionava ao aluno sobre uma das principais características das ondas sonoras quanto a sua capacidade de transporte em sua propagação. O quadro 7 apresenta as respostas obtidas dos alunos para essa questão.

Quadro 7 -Resposta da Questão 03: As ondas sonoras são capazes de transportar em sua propagação:

Alunos	Respostas
FAMV 1	Matéria e Energia
FAMV 2	Matéria e Energia
FAMV 3	Energia
FAMV 4	Energia
FAMV 5	Energia
FAMV 6	Energia
FAMV 7	Energia
FAMV 8	Energia
FAMV 9	Matéria e Energia
FAMV 10	Nenhuma das alternativas
FAMV 11	Energia
FAMV 12	Matéria
FAMV 13	Energia
FAMV 14	Energia
FAMV 15	Energia
FAMV 16	Matéria e Energia

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Ao analisar as respostas dos alunos à questão sobre as capacidades de transporte das ondas sonoras, observamos uma tendência consistente entre aqueles

que acertaram. A maioria dos alunos (FAMV1, FAMV2, FAMV9, FAMV11, FAMV13, FAMV14, FAMV15, FAMV16) respondeu corretamente que as ondas sonoras transportam energia. Essa compreensão está alinhada com o entendimento de Tipler e Mosca (2016), que afirmam que as ondas transportam energia e quantidade de movimento linear, mas não transportam matéria.

Os alunos que responderam corretamente reconhecem que as ondas sonoras são uma forma de energia que se propaga através de um meio material, como ar, água ou sólidos, transmitindo energia cinética através de compressões e rarefações sucessivas das partículas do meio. Esse entendimento demonstra uma conexão adequada com os princípios físicos das ondas sonoras e reflete a aplicação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre energia e movimento.

Por outro lado, alguns alunos apresentaram respostas incorretas ou incompletas. Por exemplo, os alunos FAMV3, FAMV4, FAMV5, FAMV6, FAMV7, FAMV8, FAMV10 e FAMV12 mencionaram apenas "energia", sem incluir "matéria". O aluno FAMV12 indicou erroneamente que as ondas sonoras transportam apenas matéria, enquanto o aluno FAMV10 respondeu que elas não transportam nem matéria nem energia.

Essas respostas incorretas indicam que esses alunos podem não ter um entendimento completo das propriedades das ondas sonoras, especialmente em relação à distinção entre matéria e energia no contexto das ondas sonoras. Conforme destacado por Tipler e Mosca (2016), as ondas sonoras são uma forma de energia mecânica que se propaga por um meio material, transmitindo energia cinética através das vibrações das partículas do meio.

Assim, a análise das respostas dos alunos evidencia a importância de promover uma compreensão mais profunda e precisa das propriedades das ondas sonoras, utilizando estratégias que ajudem os alunos a integrar adequadamente novos conceitos ao seu conhecimento prévio, conforme preconizado pela teoria da aprendizagem significativa.

A questão 4 era uma pergunta objetiva, que solicitava que o aluno identificasse a frequência audível do ser humano. O Quadro 7 apresenta as respostas obtidas dos alunos para essa questão.

Quadro 8 - Embora a sensibilidade da orelha humana possa sofrer variação à medida que a pessoa envelhece, podemos dizer que uma pessoa com condição normal tem

capacidade auditiva para identificar ondas sonoras cuja faixa do som audível esteja compreendida entre:

Alunos	Respostas
FAMV 1	10Hz e 100Hz
FAMV 2	10Hz e 100Hz
FAMV 3	20Hz e 20000Hz
FAMV 4	20Hz e 20000Hz
FAMV 5	10Hz e 100Hz
FAMV 6	1Hz e 20Hz
FAMV 7	1Hz e 20Hz
FAMV 8	20Hz e 20000Hz
FAMV 9	20Hz e 20000Hz
FAMV 10	15Hz e 50000Hz
FAMV 11	10Hz e 100Hz
FAMV 12	15Hz e 50000Hz
FAMV 13	15Hz e 50000Hz
FAMV 14	15Hz e 50000Hz
FAMV 15	10Hz e 100Hz
FAMV 16	15Hz e 50000Hz

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Baseado nas respostas dos alunos, observamos uma variedade de entendimentos sobre a faixa audível de frequência sonora. Os alunos FAMV1, FAMV2, FAMV5, FAMV11 e FAMV15, mencionaram intervalos como 10Hz a 100Hz, enquanto os alunos FAMV3, FAMV4, FAMV8 e FAMV9, responderam corretamente com 20Hz a 20000Hz. Essas respostas indicam uma falta de conhecimento uniforme sobre a capacidade auditiva humana. Conforme Tipler e Mosca (2016), a frequência audível do ouvido humano varia aproximadamente de 20Hz a 20000Hz, cobrindo desde os sons mais graves até os mais agudos.

É importante perceber que, ao conectar o conhecimento prévio dos alunos sobre o som e sua audibilidade com a faixa correta de frequência audível, podemos facilitar uma aprendizagem mais significativa e duradoura (Ausube, 2003). Além disso, a aplicação prática desses princípios educacionais pode ser enriquecida através da pesquisa translacional. A pesquisa translacional busca integrar teoria científica com prática educacional, auxiliando os educadores a adaptar conhecimentos científicos para melhorar o ensino e a compreensão dos alunos (Cooksey, 2018). Essa abordagem permite uma conexão mais direta entre os conceitos teóricos sobre ondas sonoras e a forma como são ensinados e compreendidos na prática educacional.

A questão 5, era uma questão sequenciada tendo 3 alternativas (a, b e c) para serem respondidas, sendo que todas elas eram questões objetivas. Na letra a, foi questionado sobre a distinção de sons de mesma frequência em relação a sua fisiologia, o aluno poderia escolher entre Timbre, Altura e intensidade sonora. A resposta para essa alternativa se encontra no Quadro 9.

Quadro 9 - Resposta da Questão 05: Ao descrevermos as qualidades fisiológicas do som, antes de qualquer advento tecnológico, usamos como parâmetro nossa sensibilidade auditiva, ou seja, destacamos as qualidades que dependem da interação do ser humano com o som, que são a altura, a intensidade e o timbre. Sobre as qualidades fisiológicas do som responda os itens a seguir: alternativa (a) É a característica que nos permite distinguir sons de mesma frequência, emitidos por fontes sonoras diferentes

Alunos	Respostas
FAMV 1	Intensidade
FAMV 2	Intensidade
FAMV 3	Altura
FAMV 4	Intensidade
FAMV 5	Intensidade
FAMV 6	Altura
FAMV 7	Altura
FAMV 8	Intensidade
FAMV 9	Timbre
FAMV 10	Intensidade

FAMV 11	Intensidade
FAMV 12	Intensidade
FAMV 13	Timbre
FAMV 14	Intensidade
FAMV 15	Timbre
FAMV 16	Intensidade

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Baseado nas respostas dos alunos, é evidente que há um desconhecimento geral sobre as qualidades fisiológicas do som em Acústica. Nussenzveig, (2017), em sua obra sobre Física básica, destaca que o timbre é a característica sonora que nos permite distinguir sons de mesma frequência produzidos por fontes sonoras diferentes. Além do timbre, a altura do som, que está relacionada com a frequência das ondas sonoras, e a intensidade, que se refere à amplitude das ondas, são qualidades fundamentais para compreendermos a percepção auditiva humana. As respostas dos alunos, que confundiram o timbre com a intensidade e com altura, refletem a necessidade de uma abordagem de Ensino que conecte esses conceitos às suas respectivas definições de forma correta.

A aprendizagem é mais eficaz quando os novos conceitos são ancorados em estruturas cognitivas pré-existentes, facilitando assim uma compreensão mais profunda e precisa das características fisiológicas do som entre os estudantes (Ausubel; Novak, 1978).

Dando continuidade a questão 5, foi questionado sobre qual qualidade fisiológica do som estaria relacionada ao volume do som, a resposta para essa alternativa se encontra no Quadro 10.

Quadro 10 - Resposta da Questão 05: Sobre as qualidades fisiológicas do som responda os itens a seguir: alternativa (b) Está relacionado ao volume do som

Alunos	Respostas
FAMV 1	Altura
FAMV 2	Altura

FAMV 3	Intensidade
FAMV 4	Altura
FAMV 5	Altura
FAMV 6	Altura
FAMV 7	Intensidade
FAMV 8	Altura
FAMV 9	Altura
FAMV 10	Altura
FAMV 11	Altura
FAMV 12	Altura
FAMV 13	Altura
FAMV 14	Altura
FAMV 15	Altura
FAMV 16	Altura

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Observando as respostas dos alunos, foi possível observar que a maioria possui uma dificuldade em assimilar as qualidades fisiológicas do som. Apenas os alunos FAMV3 e FAMV7 responderam corretamente, indicando que o volume sonoro está associado à intensidade do som, não à altura. De maneira geral, é comum que as pessoas relacionem as palavras "alto" e "baixo" ao volume de uma fonte sonora, porém, do ponto de vista da Física, a altura está ligada à frequência das ondas emitidas. Esta percepção é corroborada por autores como Tipler e Mosca (2016) que define a intensidade do som como a variável física que está diretamente relacionada ao seu volume.

Esta abordagem ressalta a importância de educar os alunos não apenas sobre os conceitos físicos precisos, mas também sobre como esses conceitos diferem das interpretações cotidianas, facilitando uma compreensão mais precisa e cientificamente fundamentada das propriedades do som em Acústica.

Por fim, a última a alternativa (c) da questão 05, questionava sobre a relação do som grave na voz masculina e agudo na feminina

Quadro 11 - Resposta da Questão 05: Sobre as qualidades fisiológicas do som responda os itens a seguir: alternativa (c) Relacionado a voz humana com a masculina grave e a feminina aguda

Alunos	Respostas
FAMV 1	Timbre
FAMV 2	Timbre
FAMV 3	Timbre
FAMV 4	Timbre
FAMV 5	Timbre
FAMV 6	Timbre
FAMV 7	Timbre
FAMV 8	Timbre
FAMV 9	Intensidade
FAMV 10	Timbre
FAMV 11	Timbre
FAMV 12	Timbre
FAMV 13	Timbre
FAMV 14	Timbre
FAMV 15	Intensidade
FAMV 16	Timbre

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

As qualidades fisiológicas do som, essenciais para a percepção auditiva humana, incluem a intensidade, a frequência e o timbre. A intensidade sonora é a quantidade de energia que uma onda sonora transporta por unidade de área, percebida como volume. O timbre é a qualidade que permite distinguir sons de mesma frequência. No entanto, a diferença entre as vozes masculinas e femininas está

diretamente relacionada à frequência, e é percebida como a altura do som, com sons graves tendo frequências baixas e sons agudos frequências altas, (Halliday *et al.*, 2013).

À luz da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que salienta a importância dos subsunçores no processo educativo, torna-se evidente que a integração de novos conhecimentos é mais eficaz quando estes se vinculam de maneira significativa aos conhecimentos prévios dos alunos. No presente caso, os discentes demonstraram um entendimento equivocado sobre as qualidades fisiológicas do som, sugerindo que a base conceitual sobre o tema não estava adequadamente estabelecida. Para que a aprendizagem significativa ocorra, é imperativo revisar e corrigir esses conceitos prévios, estabelecendo uma integração significativa dos novos conhecimentos aos subsunçores dos discentes.

A questão 06, apresentava um questionamento sobre um fenômeno acústico baseado na reflexão sonora, como (Eco, reverberação, Polarização, difração e interferência) em que apenas uma deveria ser assinalada. As respostas obtidas estão disponíveis no Quadro 12.

Quadro 12 - Resposta da Questão 06: O ser humano só consegue distinguir sons com intervalo de tempo superior a um décimo de segundo (0,1s). Tal intervalo é denominado persistência acústica. Quando se pode distinguir o som refletido do som direto, o fenômeno é chamado de:

Alunos	Respostas
FAMV 1	Difração
FAMV 2	Interferência
FAMV 3	Reverberação
FAMV 4	Eco
FAMV 5	Eco
FAMV 6	Difração
FAMV 7	Eco
FAMV 8	Difração
FAMV 9	Difração
FAMV 10	Eco

FAMV 11	Reverberação
FAMV 12	Eco
FAMV 13	Eco
FAMV 14	Difração
FAMV 15	Difração
FAMV 16	Polarização

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Ao analisar as respostas, percebemos uma certa dificuldade na compreensão dos fenômenos acústicos relacionados à reflexão do som. Segundo Tipler e Mosca (2008) o fenômeno que distingue o som direto do refletido é chamado de eco. Dessa forma, constatamos que os alunos FAMV4, FAMV5, FAMV7, FAMV10, FAMV12 e FAMV13 demonstraram conhecimento sobre o assunto, enquanto os demais desconheciam completamente ou tinham compreensão parcial deste conceito.

A questão 07, apresentava uma questão de múltipla escolha, contendo 5 alternativas (Difração, interferência, reverberação, Eco e reforço), sendo apenas uma delas a resposta correta. A resposta para essa questão está disponível no Quadro 12.

QUADRO 13 - Resposta da Questão 07: A acústica de um projeto de arquitetura pode influenciar diretamente a experiência das pessoas em um ambiente. Já imaginou um teatro em que não seja possível ouvir com nitidez a voz dos atores? Ou uma casa de show em que a música não chega de forma agradável aos ouvidos? Para garantir que o projeto acústico seja perfeito, é necessário controlar um fenômeno ondulatório gerado pela reflexão do som chamado de:

Alunos	Respostas
FAMV 1	Interferência
FAMV 2	Eco
FAMV 3	Reforço
FAMV 4	Interferência
FAMV 5	Reverberação
FAMV 6	Eco

FAMV 7	Eco
FAMV 8	Reverberação
FAMV 9	Eco
FAMV 10	Difração
FAMV 11	Difração
FAMV 12	Eco
FAMV 13	Difração
FAMV 14	Eco
FAMV 15	Eco
FAMV 16	Difração

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Ao analisar as respostas dos alunos, percebemos dificuldade na compreensão dos fenômenos acústicos, especialmente na diferenciação entre eco e reverberação. Segundo Tipler e Mosca (2016), eco é a reflexão de ondas sonoras percebidas como distintas do som direto devido a um intervalo de tempo notável, enquanto reverberação é a persistência do som devido a múltiplas reflexões em um espaço fechado. Alguns alunos confundiram eco com reverberação devido à semelhança dos conceitos, enquanto outros não tinham conhecimento prévio desses fenômenos acústicos.

A questão 08, discute sobre um fenômeno ondulatório intrinsecamente relacionado as ondas sonoras. Questionando aos alunos qual o fenômeno relacionado a capacidade de ouvir sons externos mesmo dentro de um ambiente fechado.

QUADRO 14 - Resposta da Questão 08: Qualquer material pode bloquear uma parte do som. Em casa, algumas vezes nos comunicamos com a família mesmo estando dentro de um quarto fechado. A comunicação é possível graças ao fenômeno ondulatório:

Alunos	Respostas
FAMV 1	Reverberação

FAMV 2	Difração
FAMV 3	Difração
FAMV 4	Difração
FAMV 5	Interferência
FAMV 6	Reverberação
FAMV 7	Reverberação
FAMV 8	Eco
FAMV 9	Interferência
FAMV 10	Reforço
FAMV 11	Reverberação
FAMV 12	Interferência
FAMV 13	Reverberação
FAMV 14	Reverberação
FAMV 15	Interferência
FAMV 16	Eco

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Dos alunos mencionados, os que acertaram a resposta correta sobre o fenômeno que permite a comunicação mesmo em um quarto fechado é a difração (alunos FAMV2, FAMV3 e FAMV4). É oportuno lembrar, que a difração acontece em todos os tipos de ondas, tanto em ondas mecânicas, como o som ou ondas geradas em cordas, quanto em ondas eletromagnéticas, estando ou não na faixa visível, como a luz branca e a luz ultravioleta respectivamente. Difração é o fenômeno que ocorre quando a onda é obstruída por um objeto ou passa por uma abertura com dimensões de escalas iguais aos seus comprimentos de onda (Calçada, 2010).

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel pode contribuir significativamente para que todos os alunos compreendam esse fenômeno de forma mais profunda. Segundo Ausubel, a aprendizagem é mais eficaz quando os novos conhecimentos são relacionados de maneira substantiva com o conhecimento prévio dos alunos, os subsunçores. Para os alunos que confundiram difração com outros

fenômenos como interferência ou reverberação, a estratégia educacional poderia envolver a clarificação desses conceitos por meio de exemplos concretos e situações cotidianas como a comunicação através de portas fechadas. Isso não apenas facilitaria a compreensão do fenômeno físico, mas também ajudaria na construção de uma estrutura cognitiva mais sólida e organizada, conforme preconizado pela teoria de Ausubel.

Relacionando isso com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, percebemos que os alunos aprendem de forma mais eficaz quando conseguem relacionar novos conhecimentos a conceitos prévios que já possuem. No caso específico dos fenômenos ondulatórios como a difração, a confusão entre termos como difração, interferência e reverberação sugere a importância de esclarecer esses conceitos e ajudar na formação de uma base cognitiva mais sólida e organizada para os estudantes.

A questão 09 era uma questão aberta, que buscava extrair conhecimentos prévios, cotidianos do aluno a respeito das aplicações de Acústica, suas respostas estão disponíveis no Quadro 15.

QUADRO 15 - Resposta da Questão 09: A acústica aborda fenômenos ondulatórios, bem como as características do som. Em que áreas podemos ver suas aplicações? Cite todas que souber.

Alunos	Respostas
FAMV 1	Não sei
FAMV 2	Nunca ouvi falar
FAMV 3	Em sala vazia, podemos perceber o eco; em uma sala com ambiente fechado e espuma na parede, podemos perceber que o som não se propaga.
FAMV 4	Caixas de som, instrumentos musicais, buzinas, etc.
FAMV 5	Não tenho conhecimento
FAMV 6	Nunca ouvir falar
FAMV 7	Na arquitetura. Na cultura (em shows)
FAMV 8	Eu não sei

FAMV 9	Não tenho conhecimento de nenhum
FAMV 10	Teatro, em palcos, etc
FAMV 11	Teatros, casas de show e etc.
FAMV 12	Ainda não aprendi, não estou entendendo muito sobre esse assunto
FAMV 13	Não sei a resposta pois não tenho conhecimento sobre esse assunto
FAMV 14	Não sei
FAMV 15	Não sei
FAMV 16	Não sei

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A Acústica, ramo da Física que estuda os fenômenos ondulatórios e as características do som, possui inúmeras aplicações práticas que abrangem diversas áreas do cotidiano e da tecnologia, como Arquitetura Acústica; Engenharia de Áudio; Música e Cultura; Controle de Ruído; Comunicação, Tipler e Mosca (2016). No contexto educacional, é crucial entender como os alunos percebem e aplicam esses conceitos para desenvolver métodos de ensino eficazes. Esta questão analisa as respostas dos alunos sobre as aplicações da acústica e relaciona os resultados com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

As respostas dos alunos indicam uma compreensão variada sobre as aplicações da acústica. Identificamos que apenas uma parcela dos alunos demonstrou conhecimento prévio sobre o tema. Os alunos que apresentaram respostas corretas foram:

- **FAMV 3:** Percebeu o eco em uma sala vazia e a absorção de som em um ambiente fechado com espuma na parede.
- **FAMV4:** Mencionou caixas de som, instrumentos musicais e buzinas.
- **FAMV 7:** Identificou aplicações na arquitetura e na cultura, como em shows.
- **FAMV 10:** Citou teatros e palcos.
- **FAMV 11:** Referiu-se a teatros e casas de show.

No presente estudo, aproximadamente 31% dos alunos demonstraram possuir subsunçores relevantes em sua estrutura cognitiva, indicando que eles tinham algum

conhecimento prévio sobre a acústica. Esses alunos foram capazes de associar o novo conteúdo a conceitos já existentes, facilitando a aprendizagem significativa. No entanto, a maioria dos alunos não possui subsunçores relevantes, indicando a necessidade de estratégias de ensino como a construção de vídeos de curta metragem, que promove a integração de novos conteúdos de forma significativa Moreira (2011).

A última questão do pré-teste, também era uma questão aberta, questionava sobre um fenômeno ondulatório abordado na Acústica, o efeito doppler. Suas respostas foram representadas no Quadro. 16.

Quadro 16 - Resposta da Questão 10: Como você descreve o efeito Doppler?

Alunos	Respostas
FAMV 1	Não sei
FAMV 2	Nunca ouvi falar
FAMV 3	O som que um objeto faz quando está vindo em sua direção muda de acordo com as ondas sonoras, exemplo: Se um trem passar do seu lado e ele está buzinando, o som até chegar em você é diferente do som que irá fazer quando o mesmo já passar de você.
FAMV 4	Não lembro do conceito de efeito doppler
FAMV 5	Não tenho conhecimento
FAMV 6	Eu nunca ouvir falar sobre o efeito doppler
FAMV 7	Não sei a resposta!
FAMV 8	Não sei
FAMV 9	Não tenho conhecimento
FAMV 10	Não sei
FAMV 11	Não sei
FAMV 12	Professor eu não sei
FAMV 13	Nunca ouvir falar sobre esse termo

FAMV 14	Não sei
FAMV 15	Não sei
FAMV 16	Não ouvi falar

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

O efeito Doppler é um fenômeno físico descrito por Christian Doppler em 1842, que consiste na mudança na frequência de uma onda em relação ao observador que se move em relação à fonte dessa onda. Que pode ser observado em diferentes tipos de ondas, incluindo as ondas sonoras e eletromagnéticas. Quando a fonte da onda se move em direção ao observador, as ondas são comprimidas, resultando em um aumento da frequência percebida. Inversamente, quando a fonte se afasta do observador, as ondas são alongadas, causando uma diminuição da frequência percebida (Nussenzveig, 2002).

As respostas dos alunos revelam uma falta de conhecimento geral sobre o efeito Doppler. Apenas um aluno FAMV3 apresentou uma descrição aproximada do fenômeno, mencionando que "o som que um objeto faz quando está vindo em sua direção muda de acordo com as ondas sonoras", exemplificando com o som de um trem que passa. Os demais alunos responderam que não sabiam ou nunca tinham ouvido falar sobre o efeito Doppler

A análise das respostas dos alunos sobre o efeito Doppler revela a necessidade de estratégias pedagógicas que conectem novos conceitos ao conhecimento prévio dos alunos. O exemplo do aluno FAMV3 mostra que a contextualização com situações do cotidiano pode facilitar a compreensão de fenômenos físicos complexos. Utilizando a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, somado a pesquisa translacional com a metodologia da construção de vídeos de curta metragem é possível criar um ambiente educacional onde os alunos possam construir e organizar seus conhecimentos de maneira eficaz, promovendo um aprendizado mais profundo e duradouro (Ausubel, 2003).

4.2 Produzindo o novo conhecimento a partir dos vídeos de vídeos de curta metragem

Os alunos demonstraram competência e entusiasmo na construção e execução de vídeos em curta metragem, evidenciando domínio sobre o conteúdo e dedicação durante todas as fases da atividade. A utilização de diferentes abordagens didáticas, como a plataforma Phet, a sala de aula invertida e a criação de vídeos, contribuiu significativamente para a consolidação do novo conhecimento.

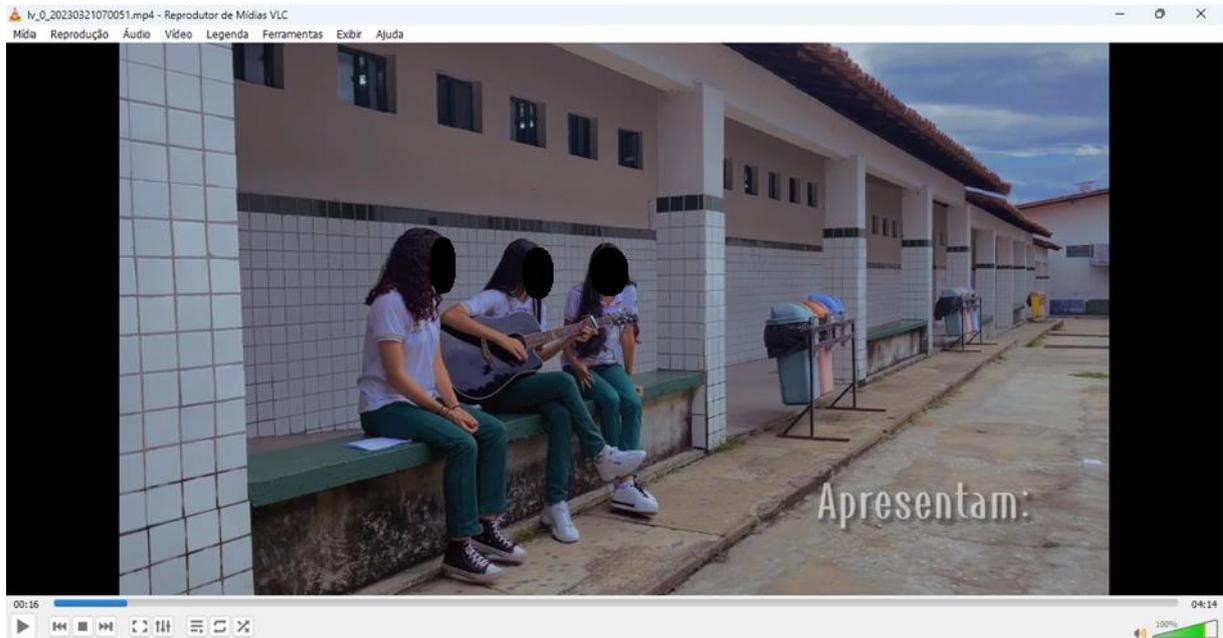
A plataforma Phet, desenvolvida pela Universidade do Colorado, oferece simulações interativas que permitem aos alunos explorar conceitos científicos de forma prática e visual. Segundo Perkins et al. (2006), o uso de simulações interativas promove uma compreensão mais profunda dos conceitos, pois os alunos podem manipular variáveis e observar os resultados em tempo real. Essa abordagem é particularmente eficaz no ensino de física, onde fenômenos abstratos, como o efeito Doppler, podem ser visualizados e compreendidos de maneira intuitiva.

A sala de aula invertida, uma metodologia onde o conteúdo teórico é estudado em casa e as atividades práticas são realizadas em sala de aula, complementa essa abordagem. Conforme Bergmann e Sams (2012), essa metodologia promove um aprendizado mais ativo e colaborativo, permitindo que os alunos discutam e apliquem os conceitos aprendidos de forma mais eficaz. A construção de vídeos de curta metragem com roteiros prévios, por sua vez, envolve os alunos em um processo criativo e colaborativo, onde eles podem demonstrar seu entendimento do conteúdo de maneira prática e envolvente. Segundo Brame (2015), a criação de vídeos educativos não só reforça o conhecimento dos alunos, mas também desenvolve habilidades de comunicação e trabalho em equipe.

A combinação dessas abordagens didáticas diversificadas proporciona um ambiente de aprendizado rico e dinâmico. A utilização da plataforma Phet para explorar conceitos, a metodologia da sala de aula invertida para promover discussões e a criação de vídeos para aplicar e demonstrar o conhecimento adquirido, garante que os alunos não só compreendam o conteúdo, mas também se sintam engajados e motivados. Isso reforça a importância de utilizar múltiplas estratégias pedagógicas para atender às necessidades de aprendizagem dos alunos, promovendo um aprendizado mais significativo e duradouro.

A seguir, a Foto 6 ilustra a cena produzida no vídeo 1, sobre as qualidades fisiológicas do som, contando com a atuação de 2 personagens principais em tela, 3 personagens secundário e 2 figurante.

Foto 6 – Ilustração do vídeo 1 – Qualidades Fisiológicas do Som



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A Foto 6, mostra os momentos de encenação a qual os alunos atuaram para a execução de suas falas, construindo um ambiente de estímulo, motivação, envolvimento e a aprendizagem. O vídeo abordava a cena 01, que falava sobre a qualidade fisiológica do som e cordas vibrantes, tendo como Personagens: Alex, Bell (ambos eram personagens principais da narrativa) e seus nomes homenageavam Alexander Graham Bell.

Alexander Graham Bell, fez estudos sobre a transmissão do som por corrente elétrica que deram origem ao telefone. A intensidade sonora, uma das qualidades fisiológicas do som, leva como unidade o seu nome Decibel.

Rafa e Bia (são personagens secundários), Sonayra e Lucas (são figurantes). Nesta cena Alex e Rafa encontram, as três amigas conversando sobre um vídeo musical que haviam publicado e que tinha viralizado, e as parabenizam.

Bell, sabendo o quão bom no assunto Alex era, o questiona sobre “ouvirmos uma canção onde todos os instrumentos musicais tocam a mesma nota, porém, conseguimos diferenciá-los”. Por sua, Alex explica a Bell e suas amigas sobre as

qualidades fisiológicas do som. Em seguida Bell comenta sobre sons graves e agudos produzidos pelo violão quando tocados, quando se faz as notas musicais nas primeiras casas e últimas casa do braço do violão. Nesta ocasião, RAFA, esclarece que o comprimento da corda influencia na frequência sonora e explica que, quanto menor o comprimento da corda mais agudo o som aparecerá, explicando ainda sobre a Altura e intensidade do som seguindo diálogo entre eles (Nussenzveig, 2002),.

A atividade de encenação ilustra claramente a aplicação da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (2003), a aprendizagem é mais eficaz quando novas informações são relacionadas de forma não arbitrária e substantiva ao conhecimento prévio do aluno. No vídeo, Alex e Rafa utilizaram o conhecimento prévio das amigas sobre música e violão para introduzir e explicar novos conceitos sobre as qualidades fisiológicas do som e cordas vibrantes. Essa abordagem permitiu que os alunos construíssem novos conhecimentos de maneira significativa, facilitando a compreensão e retenção dos conceitos discutidos.

A combinação de atuação, discussão e contextualização de conceitos científicos com situações práticas e cotidianas exemplifica como os alunos podem transitar de conhecimentos prévios para novos conhecimentos de forma eficaz. Esse processo é central para a teoria de Ausubel e foi bem ilustrado na atividade desenvolvida.

Dando continuidade as análises dos dados, a foto 7 ilustra o vídeo a respeito do som, contando com a atuação de mais cinco personagens, que além de caracterizar o som, traz também aplicações na área da saúde

Foto 7 – Ilustração do vídeo 2 - O Som.



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Na cena, Marília está na escola quando Maria e Mary se aproximam e iniciam um diálogo. Mary questiona Marília sobre sua saúde, e Marília relata que consultou um otorrinolaringologista e fez exames de audiometria com um fonoaudiólogo para determinar o intervalo de frequência sonora que ela ouvia. Nesse momento, Mary discute algumas causas relacionadas aos sintomas de Marília e explica que o exame é frequentemente utilizado para investigar labirintite. Prontamente, sua outra amiga Maria informa qual é a faixa audível que o ser humano consegue ouvir, e Mary completa explicando sobre os infrassons e ultrassons. Marília, curiosa, pergunta como suas amigas aprenderam sobre isso. Maria explica que tudo começou quando o professor abordou de forma significativa o exame de ultrassonografia realizado pela mãe de uma colega de classe para descobrir o sexo do bebê.

Segundo Halliday *et al.* (2011), os humanos conseguem ouvir frequências sonoras na faixa de 20 Hz a 20 kHz. O infrassom refere-se a frequências abaixo de 20 Hz, enquanto o ultrassom refere-se a frequências acima de 20 kHz. A ultrassonografia, por exemplo, utiliza ondas ultrassônicas para criar imagens do interior do corpo humano, uma tecnologia amplamente aplicada na medicina

As alunas demonstraram uma excelente compreensão do novo conhecimento, integrando conceitos de física aplicados à tecnologia e saúde. Isso evidencia a importância de uma abordagem significativa na educação, conforme proposto por

Ausubel, A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (Ausubel, 2003). No caso do vídeo, as alunas utilizaram seus conhecimentos prévios sobre exames médicos e frequências sonoras para construir e aplicar novos conhecimentos sobre infrassons e ultrassons.

A pesquisa translacional, que busca transformar descobertas científicas básicas em aplicações práticas, desempenhou um papel crucial neste processo de aprendizado, tornando o conteúdo de Física mais atraente para os alunos, motivando-os a explorar a aplicação da Física na área de Acústica. Essa metodologia inovadora da construção de vídeos de curta metragem permitiu que os alunos conectassem teorias abstratas a situações práticas do cotidiano, facilitando a formação de subsunçores, estruturas cognitivas que armazenam e organizam novas informações (Moreira,2009).

A seguir, temos na foto 8 que trata da reflexão das ondas, contando com a atuação de mais cinco personagens esse vídeo alinha com clareza a pesquisa translacional a atividade desenvolvia.

Foto 8 – Ilustração do vídeo 3 -Reflexão das ondas.



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Nesse vídeo sobre a reflexão das ondas, é desenvolvido um experimento pelos alunos conhecido como trem de onda. Para entender o conceito de "trem de onda" na física, podemos nos basear na definição de ondas como perturbações que se propagam por um meio, carregando energia sem transportar matéria, podendo ser

descritas em termos de sua amplitude, frequência e comprimento de onda, este último sendo a distância entre dois pontos idênticos consecutivos da onda (Nussenzveig, 2002). No contexto do Ensino, a aplicação da teoria de Ausubel sobre aprendizagem significativa se conecta à pesquisa translacional ao desenvolver atividades como a criação de vídeos de curta-metragem. Esses vídeos não apenas promovem a explicação dos conceitos teóricos, mas também permitem que os alunos construam experimentos, como o da reflexão do som, mostrando como a teoria se manifesta na prática, (Moreira; Greca, 2009).

No vídeo mencionado, os personagens Pedro e Lucas utilizam um experimento de reflexão sonora para ensinar Bel sobre a natureza do som e sua velocidade em diferentes meios. Esse processo de construção do conhecimento é centrado na teoria de Ausubel, que enfatiza a importância de conectar novas informações ao conhecimento prévio dos alunos (Ausubel, 1968). A pesquisa translacional aqui se evidencia ao adaptar esses conceitos teóricos complexos em métodos práticos e acessíveis, permitindo uma aprendizagem mais eficaz e significativa para os alunos (Fini, 2011).

Moreira e Greca (2009) exploram como a pesquisa translacional pode ser aplicada na educação, facilitando a transferência de conhecimento científico para práticas educacionais inovadoras. Abordam que ao integrar teorias com experimentos práticos, como o experimento do trem de onda no contexto do som, os vídeos de curta-metragem não apenas elucidam conceitos físicos, mas também promovem uma compreensão mais profunda e duradoura dos fenômenos estudados. Essa abordagem não só amplia o entendimento dos alunos sobre física, mas também fortalece sua capacidade de aplicar esses conhecimentos em situações do cotidiano, reforçando a importância da pesquisa translacional no contexto do Ensino de acústica explicando a natureza do som e a sua velocidade em vários meios.

O próximo vídeo ilustrado na Foto 9, aborda a distorção do som da buzina devido ao efeito Doppler, que ocorre quando a velocidade entre a fonte sonora e o observador muda. Este fenômeno resulta em compressão das ondas sonoras à medida que a fonte se aproxima e expansão quando se afasta, explicando por que uma sirene soa mais aguda ao se aproximar e mais grave ao se afastar. O vídeo ilustra esta mudança de frequência, proporcionando uma compreensão prática do efeito Doppler.

Foto 9 – Ilustração do vídeo 4 – Efeito Doppler.



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

O vídeo retrata um grupo de alunos vai atravessar a rua, fora da faixa de pedestre, nesse momento passa um carro em alta velocidade e sem parar continua seu trajeto buzinando, além de assustar a todos, um dos alunos comenta que o som da buzina é alterado a medida que o veículo se aproxima deles e que se afasta. Nesse momento Moisés amigo de marcos lembra da aula de Física sobre o efeito doppler e nesse momento Mateus explica a alteração sonora causada pela mudança de frequência. Então marcos começa a lembrar e entender tudo que viu na aula de Física assim como seus amigos.

O fenômeno do efeito Doppler na Física, é descrito como a frequência de uma onda sonora é percebida de forma diferente por um observador em movimento em relação à fonte da onda. Quando a fonte sonora se move em direção ao observador, a frequência percebida aumenta, e quando se afasta, a frequência percebida diminui. Esse fenômeno é essencial na compreensão de como movimentos relativos entre fonte e observador afetam ondas sonoras, como no caso da buzina de um carro em alta velocidade passando por um grupo de alunos (Nussenzveig, 2002).

No contexto do Ensino, a pesquisa translacional se conecta à teoria de Ausubel quando desenvolvemos vídeos de curta metragem de cunho educativos como o descrito. Esses vídeos não apenas ilustram conceitos teóricos complexos, como o efeito Doppler, mas também permitem que os alunos construam entendimento prático desses fenômenos físicos. Ao assistir e participar da criação do vídeo, os alunos são

incentivados a relacionar suas experiências cotidianas com conceitos científicos abstratos, promovendo uma aprendizagem significativa, (Ausubel, 2003).

Para Moreira e Greca (2009), a pesquisa translacional pode ser aplicada no Ensino de Física, adaptando conhecimentos científicos para práticas pedagógicas inovadoras. Ao criar vídeos que demonstram o efeito Doppler em situações do cotidiano, os educadores não apenas tornam o aprendizado da física mais acessível e interessante, mas também capacitam os alunos a aplicar esse conhecimento em contextos reais. Essa abordagem não só fortalece o entendimento dos alunos sobre os princípios físicos fundamentais, mas também os motiva a buscar mais experiências educativas interativas e envolventes, como destacado pelos comentários dos alunos sobre o desejo por mais aulas desse tipo.

Nesse vídeo os alunos se superaram na realização prática e cotidiana do fenômeno do efeito doppler. Um vídeo desafiador, porém, trouxe muita motivação e entusiasmo a eles desde o início e isso proporcionou e facilitou a construção não só do vídeo, mas do novo conhecimento até então desconhecidos cientificamente pelos alunos, relatando que gostariam de mais aulas assim.

A foto a seguir ilustra o vídeo produzido sobre os fenômenos sonoros, onde foi tratado dos fenômenos da reflexão do som como eco, reverberação, também sobre a difração.

Foto 10 – Ilustração do vídeo 5 – Fenômenos sonoros.



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Esse vídeo teve o maior roteiro e foi desafiador para os alunos na construção do mesmo. Porém, relataram não ter dificuldade em nenhum momento pois todo o processo que experienciaram até a construção do vídeo foi fundamental para compreensão do conteúdo e realização do mesmo. Este vídeo ele aborda a reflexão do som o eco e a difração sonora com muitos detalhes.

Para entender a reflexão do som, podemos nos basear na definição de Halliday (2008), que descreve a reflexão como o fenômeno pelo qual uma onda sonora, ao encontrar uma superfície, retorna ao meio de origem. Esse conceito é fundamental na física do som, pois explica como as ondas sonoras se comportam ao interagir com diferentes obstáculos, o que é essencial na compreensão de fenômenos como o eco. Tipler e Mosca (2000) define o eco como a reflexão do som que é percebida com um atraso suficiente para ser distinguida do som direto. Este fenômeno ocorre quando a onda sonora refletida percorre uma distância suficiente para que o tempo de retorno seja maior que a persistência auditiva, geralmente superior a 0,1 segundo.

Além disso, Nussenzveig (2002) define a difração sonora como a capacidade das ondas sonoras de contornar obstáculos e se propagar em torno de barreiras. Este fenômeno é particularmente notável quando a dimensão do obstáculo é comparável ao comprimento de onda do som. No contexto educacional, a pesquisa translacional se conecta à teoria de Ausubel, através da construção dos vídeos de curta metragem, que não apenas explicam esses conceitos teóricos por meio de roteiros, mas também permitem que os alunos experimentem e observem esses fenômenos na prática, promovendo uma aprendizagem significativa, (Ausubel, 1968).

O mais gratificante, foi ver o empenho o interesse e a alegria de superarem o desafio e de se sentirem capazes, deles mesmo produzirem o próprio conhecimento a respeito do tema abordado, através dessa metodologia ativa e inovadora, como citados por eles mesmo.

O vídeo descrito demonstra como quatro amigos exploram os fenômenos da reflexão, eco e difração sonora em um contexto cotidiano. Eles utilizam suas experiências prévias e o conhecimento adquirido em sala de aula para entender melhor esses conceitos físicos. A personagem Maria, por exemplo, explica a difração sonora quando Franciele escuta seu pai chamando mesmo com a porta fechada, enquanto Mila e Maria esclarecem a diferença entre eco e reverberação a João, após o mesmo ter observado tal fenômeno no banheiro. Essa metodologia ativa e inovadora, como relatado pelos próprios alunos, não só facilita a compreensão dos

fenômenos, mas também motiva e entusiasma os estudantes a se envolverem mais profundamente com o conteúdo.

A aplicação da pesquisa translacional no Ensino de Física, visa facilitar a integração do conhecimento científico em métodos educacionais inovadores. apenas tornam o aprendizado da física mais acessível e interessante, mas também capacitam os alunos a aplicar esse conhecimento em contextos reais. Essa abordagem não só fortalece o entendimento dos alunos sobre os princípios físicos fundamentais, mas também os motiva a buscar mais experiências educativas interativas e envolventes, como destacado pelos comentários dos alunos sobre o desejo por mais aulas desse tipo (Moreira, 2009).

A seguir, temos as reflexões sobre o questionário com as respectivas respostas do pós-teste, com o intuito de verificarmos a construção do novo conhecimento a partir da teoria de Ausubel da Aprendizagem significativa, foram cuidadosamente analisadas para identificar evidências de integração e assimilação dos novos conteúdos apresentados durante o processo educativo.

5 PÓS-TESTE: REFLEXÕES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL NO ENSINO DE ACÚSTICA

Nesta seção, o objetivo foi a avaliação da aprendizagem significativa dos alunos por meio de um pós-teste. Seguindo a concepção de Ausubel (2003), a avaliação da aprendizagem significativa requer uma abordagem específica, concentrando-se na compreensão dos conceitos, na capacidade de atribuir significado e na habilidade de transferir conhecimentos para diferentes situações, o que a torna uma ferramenta pedagógica facilitadora e transformadora.

Dentro da teoria de Ausubel, a avaliação não difere conceitualmente de outros contextos educacionais: seu propósito fundamental é crucial para alcançar os objetivos educacionais significativos do material ensinado. Conforme Behrens (2002) destaca, a avaliação pode assumir várias potencialidades importantes: primeiro, avaliar os principais objetivos almejados para a aprendizagem; segundo, proporcionar uma experiência de aprendizagem útil aos alunos, incentivando-os a revisar, consolidar, esclarecer e integrar os diversos temas abordados; terceiro, oferecer ao professor informações valiosas sobre a eficácia dos materiais e métodos utilizados, assim como *insights* sobre possíveis causas de desempenhos deficientes de alguns alunos.

Durante todo o trabalho, foi evidente o papel fundamental da teoria da aprendizagem significativa como base teórica para aquisição de conhecimento. A partir das contribuições de Ausubel (2003), foi possível transcender a visão simplista de que o currículo escolar se limita à seleção de conteúdo a serem ensinados, enfatizando a interligação inseparável entre ensino e aprendizagem.

Os resultados do pós-teste ofereceram *insights* valiosos sobre o progresso e a compreensão dos alunos em relação aos objetivos educacionais estabelecidos. Eles não apenas evidenciaram a eficácia das estratégias pedagógicas utilizadas, mas também forneceram orientações úteis para ajustes e melhorias futuras no processo de ensino-aprendizagem (Moreira, 2011).

Portanto, a utilização do pós-teste como instrumento de avaliação na pesquisa não apenas validou a aplicação da teoria da aprendizagem significativa, mas também destacou sua relevância para o aprimoramento contínuo da prática educacional. Ao integrar teoria e prática de forma coesa, o estudo contribuiu para a construção de uma

base sólida de conhecimento sobre como melhor promover uma aprendizagem significativa e duradoura entre os alunos.

Com base nesse entendimento teórico, foi realizado um questionário pós-teste, aplicado com 16 alunos, composto por 10 (dez) questões que exploraram os procedimentos adotados durante o projeto.

As análises das respostas do pós-teste dos alunos da terceira série do Ensino Médio do Colégio Estadual Ceti Moaci Madeira Campos, foram discutidas de forma analítica, tendo como base as reflexões derivadas da Teoria da Aprendizagem Significativa, (Ausubel, 2003). No quadro a seguir, detalha sobre a análise da questão 01 do pós-teste.

Quadro 17 - Resposta da Questão 01: Antes da atividade, você tinha conhecimento sobre a fisiologia do som? Se sim, quais você conhecia? E quais aplicações do som se tornaram importantes para nós?

Alunos	Respostas
FAMV 1	Não conhecia muita coisa, eu conhecia a ultra som
FAMV 2	Não
FAMV 3	Não
FAMV 4	Não compreendia o assunto
FAMV 5	Não
FAMV 6	Não
FAMV 7	Não
FAMV 8	Não
FAMV 9	Não
FAMV 10	Não
FAMV 11	Não. Não conhecia
FAMV 12	Não, eu não tinha nenhum conhecimento sobre o assunto
FAMV 13	Eu não tinha tanto conhecimento

FAMV 14	Não
FAMV 15	Não
FAMV 16	Não

Fonte: A autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Nessa questão percebemos que 100% dos alunos não tinham conhecimento científico a respeito da temática ou não recordavam ao menos da abordagem cotidiana do senso comum a respeito do som. Por isso, a construção dos vídeos de curta metragem revelou aos alunos ferramentas e situações do dia a dia que representavam as ondas sonoras, tornando possível a conexão com seus conhecimentos prévios e novo conhecimento estruturado.

Os vídeos de curta metragem se tornaram uma ferramenta mediadora essencial na aprendizagem de conteúdos complexos, como a acústica. Segundo Mayer (2009), a utilização de recursos multimídia no ensino facilita a compreensão dos alunos ao integrar texto, imagens e sons, promovendo uma aprendizagem mais rica e significativa. No estudo da acústica, vídeos podem ilustrar fenômenos como a reflexão, difração e o efeito Doppler de forma dinâmica, permitindo que os alunos visualizem e compreendam conceitos que seriam abstratos apenas através da leitura ou explicação oral. Essa abordagem está alinhada com a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (1968), que enfatiza a importância de conectar novos conhecimentos aos conceitos já existentes na mente do aluno.

A pesquisa translacional aplicada à educação, como discutida por Moreira e Greca (2009), destaca a importância de adaptar descobertas científicas em métodos pedagógicos práticos e eficazes. Ao utilizar a produção de vídeos de curta metragem de cunho educativo para ensinar Acústica, os educadores estão traduzindo conhecimentos teóricos complexos em práticas de ensino que são acessíveis e envolventes para os alunos. Essa tradução do conhecimento não apenas facilita a compreensão dos conceitos, mas também motiva os estudantes a se envolverem ativamente no processo de aprendizagem, promovendo um ambiente de ensino interativo e colaborativo.

A criação de vídeos pelos próprios alunos, por meio de roteiros orientados pelo professor, como uma atividade de aprendizagem ativa, pode também desempenhar um papel crucial na consolidação do conhecimento. Segundo Freire (1996), a

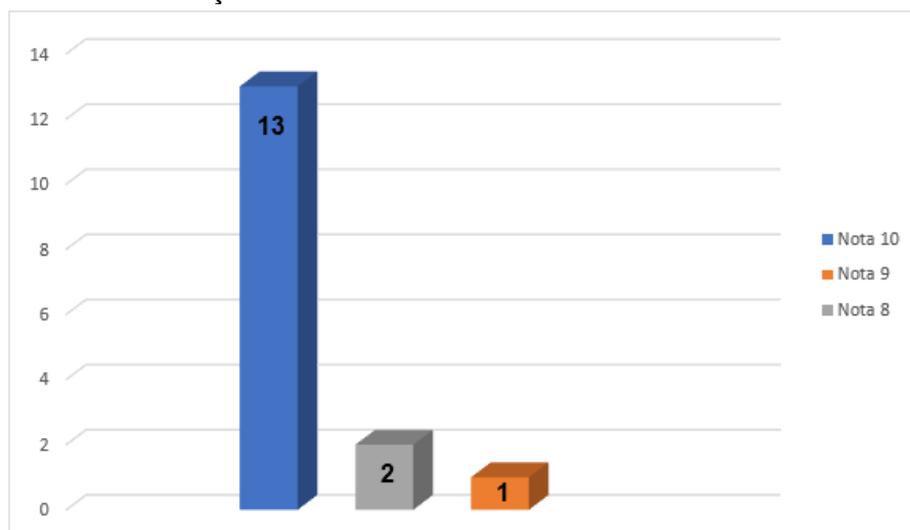
educação deve ser um processo ativo onde os alunos participam na construção do conhecimento. Ao desenvolver e produzir vídeos sobre fenômenos Acústicos, os alunos não só aprendem os conceitos de forma mais profunda, mas também desenvolvem habilidades de comunicação, colaboração e pensamento crítico. Essa prática reflete os princípios da aprendizagem significativa, onde o aluno é o protagonista na construção de seu próprio conhecimento.

Nussenzveig (2002) destaca a importância de experiências práticas no Ensino de Física para consolidar o entendimento teórico. Ao assistir e criar vídeos que demonstram fenômenos acústicos, os alunos são capazes de ver a aplicação real dos conceitos estudados, o que reforça a aprendizagem e facilita a retenção do conhecimento a longo prazo. Essa abordagem integradora é essencial para a formação de estudantes críticos e reflexivos, capazes de aplicar seus conhecimentos em diversas situações do cotidiano.

Portanto, a utilização de vídeos como ferramenta mediadora na aprendizagem da acústica oferece uma ponte entre a teoria e a prática, promovendo uma compreensão mais holística e aplicada dos conceitos.

A questão 2, procurava avaliar as atividades propostas, perguntando aos alunos que pontuação eles dariam, em uma escala de 0 a 10, sobre essa atividade nas aulas de Física. Suas respostas foram ilustradas no gráfico 1.

Gráfico 1 - Em uma escala de 0 a 10, qual pontuação você atribuiria para a utilização dessa atividade nas aulas de Física?



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L., 2023).

No contexto da questão 2, a elevada satisfação dos alunos em relação às atividades propostas pode ser explicada pela eficácia dessa abordagem. A alta pontuação atribuída pelos alunos (com 81,25% dando nota máxima) sugere que a metodologia utilizada nas aulas de Física foi bem-sucedida em engajar os alunos e promover a aprendizagem significativa. A construção de vídeos permite que os alunos explorem os conceitos de forma ativa e criativa, facilitando a compreensão dos fenômenos acústicos através de exemplos concretos e experiências práticas. Esse tipo de atividade está alinhado com os princípios de Ausubel, que enfatiza a importância de conectar novos conteúdos ao conhecimento existente dos alunos.

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968) postula que a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando os novos conhecimentos são ancorados em conceitos previamente adquiridos pelos alunos. Esse processo envolve a assimilação de novas informações de maneira organizada e lógica, facilitando a retenção e a compreensão. Quando os alunos participam de atividades práticas, como a criação de vídeos educativos sobre fenômenos acústicos, eles conseguem relacionar diretamente essas novas experiências com seus conhecimentos prévios, resultando em uma aprendizagem mais profunda e significativa. Além disso, o protagonismo dos alunos é fortalecido, permitindo que eles se tornem agentes ativos em seu próprio processo de aprendizagem.

Além disso, a participação ativa dos alunos na criação dos vídeos promove um maior envolvimento e interesse pelo conteúdo, o que pode explicar a satisfação demonstrada nas respostas. Ao se envolverem diretamente na produção e explicação dos fenômenos acústicos, os alunos não apenas compreendem melhor os conceitos, mas também desenvolvem habilidades importantes, como a capacidade de comunicação e o pensamento crítico. O uso de metodologias ativas, como a sala de aula invertida e a plataforma PhET, torna o aprendizado mais relevante e significativo para os alunos, contribuindo para a alta pontuação atribuída à atividade. Essas ferramentas permitem que os alunos explorem e testem conceitos em um ambiente seguro e interativo, promovendo uma aprendizagem significativa em vez de aulas mecânicas e tradicionais.

A teoria de Ausubel também destaca a importância de um ensino que seja significativo e relevante para os alunos. Quando os alunos percebem que o que estão aprendendo tem aplicação prática e pode ser utilizado em situações reais, sua motivação e satisfação aumentam significativamente. No caso das atividades

propostas, a conexão entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática por meio da criação de vídeos educativos permitiu aos alunos verem o valor do que estavam aprendendo, resultando em uma experiência educacional altamente positiva. Isso explica por que 100% das respostas atribuíram notas altas à atividade, demonstrando que a metodologia empregada foi eficaz em promover uma aprendizagem significativa e satisfatória.

A questão 3, era uma questão de opinião, sugerindo que o aluno, relatasse se ele conseguiu aprender os conteúdos de Física através da construção dos vídeos de curta metragem, indicando vantagens e/ou as desvantagens em aprender Física desta forma.

Quadro 18 - Resposta da Questão 03: Na sua opinião, você conseguiu aprender os conteúdos de Física através da construção dos vídeos? Se sim, indique as vantagens e/ou desvantagens em aprender Física desta Forma.

Alunos	Respostas
FAMV 1	Sim. O efeito Doppler foi bem legal de aprender e ler sobre
FAMV 2	Sim. Durante a produção fazemos a leitura, a absorção dos roteiros e procuramos modos de colocar esse aprendizado no nosso dia-a-dia, facilitando a nossa compreensão
FAMV 3	Sim. Não possui desvantagens, mas, podemos citar as vantagens que é um tipo mais fácil de aprendizagem
FAMV 4	Sim. A vantagem é que de uma forma mais dinâmica e divertida o aluno aprende melhor, pois, no trabalho nós fomos os protagonistas, ou seja, não vamos esquecer desse assunto, porque estudamos de uma forma diferente
FAMV 5	Sim, pois, aprendemos mais de como o som se propaga
FAMV 6	Sim. As vantagens é que você aprende de forma divertida e não tem desvantagem.
FAMV 7	Sim! As vantagens são muitas pois o aluno torna-se o personagem, protagonista e além disso é uma forma totalmente diferente de aprender.
FAMV 8	Sim, pois, fica uma aula muito dinâmica e assim fica fácil de entender
FAMV 9	Sim. Não me aprofundei muito por não conseguir deixar entrar na minha mente, mas, aprendi o bastante para entender. Uma vantagem é poder ver de forma realista e por experiência. Não tem uma desvantagem.

FAMV 10	Sim. A vantagem que os alunos trabalham tanto a parte teórica quanto a prática, assim, tornando o entendimento mais simples.
FAMV 11	Sim. As vantagens foram de aprendizagem de forma rápida, sem dificuldade
FAMV 12	Sim. Só teve vantagens, porque os assuntos fixaram mais claro e a forma de se aprender é colocar isso na prática, fica mais claro.
FAMV 13	Sim. Maior compreensão e aprendizagem do conteúdo.
FAMV 14	Sim. Aprender o conteúdo de maneira prática e diferente, isso mostra que aprender física também pode ser divertido
FAMV 15	Sim. As vantagens é que assim fica melhor de compreender de uma maneira mais prática, agora no ensino normal é mais difícil, pois, é muito assunto para aprender em poucas aulas.
FAMV 16	Sim. Através das metodologias ativas que o professor proporcionava. O uso de caixa de som para explicar a vibração do som.

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Os depoimentos dos alunos refletem a eficácia dessa abordagem. Por exemplo, o aluno FAMV2 menciona que, durante a produção dos vídeos, a leitura e absorção dos roteiros facilitou a compreensão dos conteúdos, tornando o aprendizado mais aplicável no dia a dia. Esse tipo de metodologia promove um aprendizado ativo, onde os estudantes não são apenas receptores passivos de informação, mas agentes ativos na construção de seu conhecimento. Isso corrobora a ideia de que a aprendizagem é mais eficaz quando os alunos estão envolvidos de forma prática e significativa.

O uso de vídeos na sala de aula, especialmente quando alinhado com os conteúdos curriculares, se mostra uma ferramenta poderosa para o ensino de Física. A produção de vídeos de curta metragem permite que os alunos participem ativamente do processo de aprendizagem, promovendo o protagonismo estudantil e facilitando a compreensão de conceitos complexos através de métodos práticos e criativos. Isso está de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968), que enfatiza a importância de integrar novos conhecimentos aos conceitos previamente adquiridos pelos alunos.

Além disso, a criação de vídeos permite que os alunos desenvolvam habilidades importantes, como a capacidade de comunicação e o pensamento crítico.

O aluno FAMV4 destaca que o trabalho foi mais dinâmico e divertido, o que melhorou o aprendizado, pois eles foram os protagonistas. Essa perspectiva de protagonismo é fundamental para o desenvolvimento de uma aprendizagem autônoma e autêntica. A metodologia ativa, onde o professor atua como mediador e facilitador, ajuda os alunos a se envolverem de maneira mais profunda com o conteúdo, o que é essencial para a internalização e aplicação dos conceitos aprendidos (Moreira, 2012).

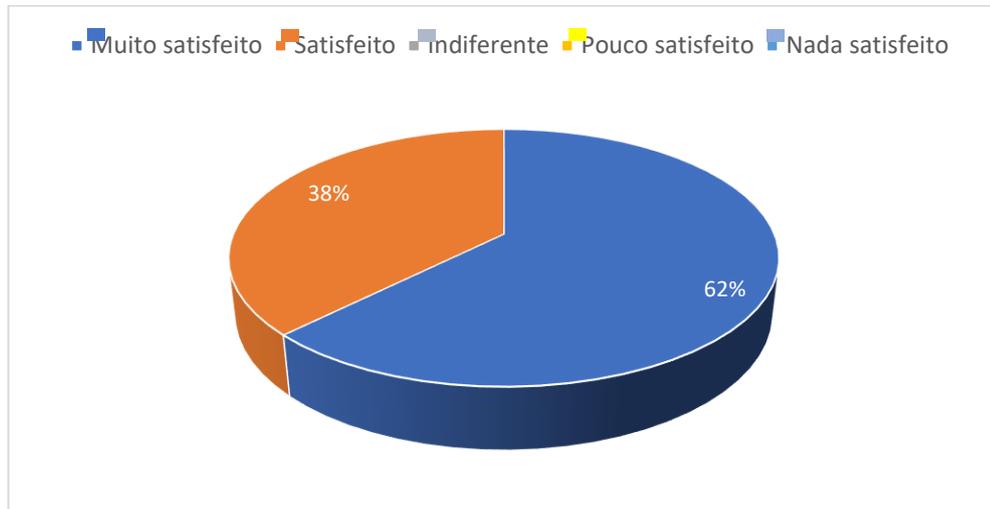
As respostas dos alunos também indicam que essa metodologia não apresentou desvantagens significativas. Por exemplo, o aluno FAMV6 afirma que não há desvantagens e que a aprendizagem foi divertida. A maioria dos alunos compartilha essa visão, destacando que a metodologia é benéfica por tornar a aula mais dinâmica e compreensível. O aluno FAMV10 aponta que trabalhar tanto a parte teórica quanto a prática torna o entendimento mais simples. Essa integração de teoria e prática é crucial para uma aprendizagem eficaz, pois permite que os alunos vejam a aplicação real dos conceitos teóricos, consolidando seu entendimento e motivação, demonstrando que a pesquisa translacional foi assertiva.

A adoção de metodologias ativas, como a produção de vídeos, deve ser considerada uma prática regular nas escolas. Como indicado pelo aluno FAMV16, o uso de ferramentas práticas, como caixas de som para explicar a vibração do som, ajuda a fixar o conteúdo de maneira mais clara e interessante. Essa abordagem não apenas facilita a aprendizagem de conteúdos específicos, como a Física, mas também prepara os alunos para serem aprendizes autônomos e criativos, habilidades essenciais no mundo moderno (Bacich; Moran, 2015).

Pelas respostas, a metodologia proposta obteve seu êxito, os alunos apontaram vantagens e inferiram que não tinham desvantagens, ainda indicando a aplicação desta para outras turmas e escolas. Desse modo, a nossa metodologia cumpre seu papel em despertar o aluno a aprender sob uma perspectiva diferente.

A questão 4, sugeria aos alunos que eles descrevessem seu grau de satisfação a respeito da atividade em que eles participaram. As respostas podem ser analisadas a partir do gráfico 2.

Gráfico 2 - Resposta da questão 04: Como você descreveria seu grau de satisfação a respeito da atividade em que você participou?



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L., 2023).

A análise da satisfação dos alunos em relao  atividade educacional foi fundamentada pela teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Ausubel (1968), propõe que a aprendizagem  mais eficaz quando novos conceitos são ancorados em conhecimentos prévios dos alunos, permitindo uma compreensão mais profunda e duradoura. Este princípio está no cerne das respostas positivas observadas na pesquisa, onde 62% dos alunos relataram estar muito satisfeitos e 38% satisfeitos com a utilização do Produto Educacional (PE) no ensino de Acústica.

Ausubel destaca que a aprendizagem significativa ocorre quando o material de ensino  potencialmente significativo e o aluno possui subsunores relevantes para ancorar a nova informação. No contexto da atividade descrita, o PE foi projetado para construir sobre os conhecimentos pré-existentes dos alunos, facilitando a integração de novos conceitos de Acústica. A elevada satisfação dos alunos pode ser atribuída  eficácia dessa abordagem, que promove uma conexão direta e lógica entre o novo conteúdo e as experiências prévias dos alunos, conforme observado nas suas respostas.

Segundo Moreira (2012), um importante estudioso da teoria de Ausubel no Brasil, refora que a mediação do professor  crucial para a aprendizagem significativa. Ele argumenta que o professor deve atuar como facilitador, ajudando os alunos a relacionar o novo material com o que já sabem. A satisfação dos alunos, conforme relatada na pesquisa, indica que essa mediação foi bem-sucedida,

permitindo que os alunos se envolvessem ativamente no processo de aprendizagem e percebessem o valor prático do que estavam aprendendo.

Para Bacich e Moran (2015), ao discutir metodologias ativas, também enfatizam a importância de envolver os alunos em atividades que promovam a construção ativa do conhecimento. As metodologias ativas, como a produção de vídeos de curta metragem de cunho educativos sobre fenômenos acústicos, incentivam os alunos a serem protagonistas de sua própria aprendizagem, o que aumenta seu engajamento e satisfação. O feedback positivo dos alunos sugere que essa metodologia não apenas facilitou a compreensão dos conceitos de Acústica, mas também tornaram o processo de aprendizagem mais interessante e relevante para eles.

A satisfação relatada pelos alunos pode ser vista como um indicativo de que o PE conseguiu cumprir seu objetivo de promover uma aprendizagem significativa. Os altos níveis de satisfação refletem a eficácia da abordagem em conectar o novo conhecimento com os conceitos previamente adquiridos, facilitando a retenção e compreensão dos alunos. Essa conexão é fundamental para a internalização do conhecimento, conforme proposto por Ausubel, e é reforçada por práticas pedagógicas contemporâneas que valorizam a participação ativa e a mediação eficaz do professor.

A questão 05, pedia que os alunos relatassem se os mesmos tinham encontrado alguma dificuldade, durante as explicações ou até mesmo na construção dos vídeos em curta metragem.

Quadro 19- Resposta da Questão 05: Você encontrou alguma dificuldade, durante as explicações ou até mesmo na construção dos vídeos em curta metragem? Se sim, quais foram essas dificuldades?

Alunos	Respostas
FAMV 1	Não
FAMV 2	Não
FAMV 3	Não. Participar dos vídeos foi bem divertido
FAMV 4	Não tive dificuldade
FAMV 5	Não
FAMV 6	Não

FAMV 7	Não teve nenhuma dificuldade, foi até divertido
FAMV 8	Não
FAMV 9	Não. Eu consegui entender
FAMV 10	Não
FAMV 11	Não
FAMV 12	Não encontrei nenhuma dificuldade
FAMV 13	Sim. Na hora da explicação no vídeo
FAMV 14	Apenas na construção do curta metragem, pois, não entendíamos o conteúdo, mas, isso foi fundamental para o nosso aprendizado, pois, estudamos e aprendemos de forma divertida
FAMV 15	Não. Achei muito bom e recomendo para outras escolas, pois assim a aprendizagem fica mais fácil
FAMV 16	Não

Fonte: A autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A análise das respostas dos alunos revela que a maioria não encontrou dificuldades significativas durante as explicações ou na construção dos vídeos de curta-metragem, com apenas dois alunos relatando algum tipo de desafio. Isso sugere que a metodologia utilizada foi amplamente eficaz em facilitar o aprendizado e engajamento dos estudantes. A construção de vídeos educativos sobre fenômenos acústicos parece ter proporcionado uma experiência educativa positiva e motivadora para a maioria dos alunos.

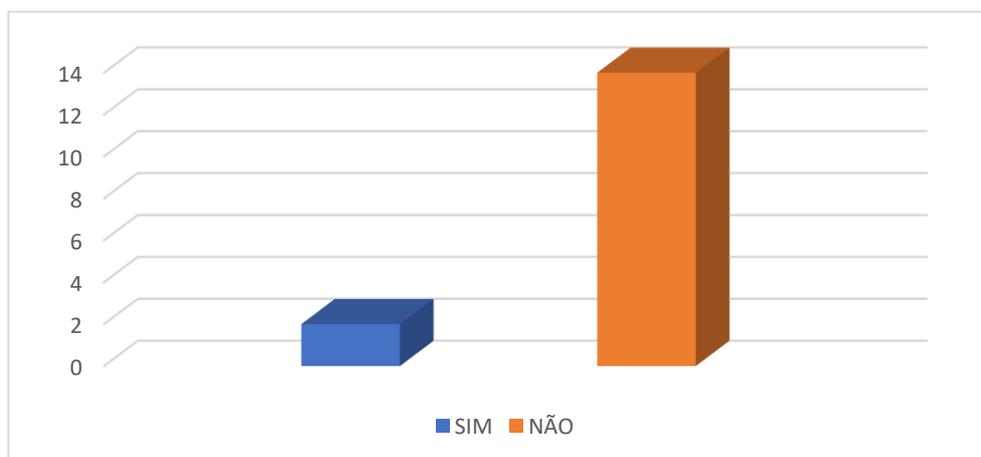
Segundo a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968), a integração de novos conhecimentos aos conceitos já existentes é essencial para a aprendizagem eficaz. A criação de vídeos, como uma metodologia ativa, permitiu que os alunos relacionem os novos conceitos com suas experiências e conhecimentos prévios. Esse processo de ancoragem facilita a compreensão e retenção dos conteúdos. As respostas dos alunos, como "Participar dos vídeos foi bem divertido" (aluno FAMV3) e "Acho muito bom e recomendo para outras escolas, pois assim a aprendizagem fica mais fácil" (aluno FAMV15), demonstram que a abordagem utilizada cumpriu esse papel.

Apenas um aluno relatou dificuldades na explicação no vídeo, e outro mencionou desafios na construção do curta-metragem. No entanto, ambos reconheceram que essas dificuldades foram cruciais para seu aprendizado. O aluno FAMV14, por exemplo, afirmou: "Apenas na construção do curta-metragem, pois, não entendíamos o conteúdo, mas, isso foi fundamental para o nosso aprendizado, pois, estudamos e aprendemos de forma divertida". Este comentário reflete a perspectiva de Ausubel sobre a importância do esforço cognitivo no processo de aprendizagem significativa. Enfrentar e superar desafios durante a construção dos vídeos contribuiu para uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos.

A participação ativa dos alunos e o protagonismo na produção dos vídeos são aspectos fundamentais das metodologias ativas, como destacado por Bacich e Moran. (2015). Essas metodologias promovem a autonomia dos estudantes e a construção ativa do conhecimento, o que pode aumentar o engajamento e a motivação. As respostas dos alunos, como "Não teve nenhuma dificuldade, foi até divertido" (aluno FAMV7) e "Eu consegui entender" (aluno FAMV9), indicam que a experiência foi não apenas educativa, mas também agradável e estimulante.

Moreira (2012) reforça que o papel do professor como mediador é crucial para facilitar a aprendizagem significativa. Ao orientar e apoiar os alunos durante a criação dos vídeos, os professores ajudaram a transformar dificuldades em oportunidades de aprendizagem. Este suporte é fundamental para que os alunos possam superar desafios e internalizar novos conhecimentos de maneira significativa.

Gráfico 3 – Resposta da questão 05. Você encontrou alguma dificuldade, durante as explicações ou até mesmo na construção dos vídeos em curta metragem?

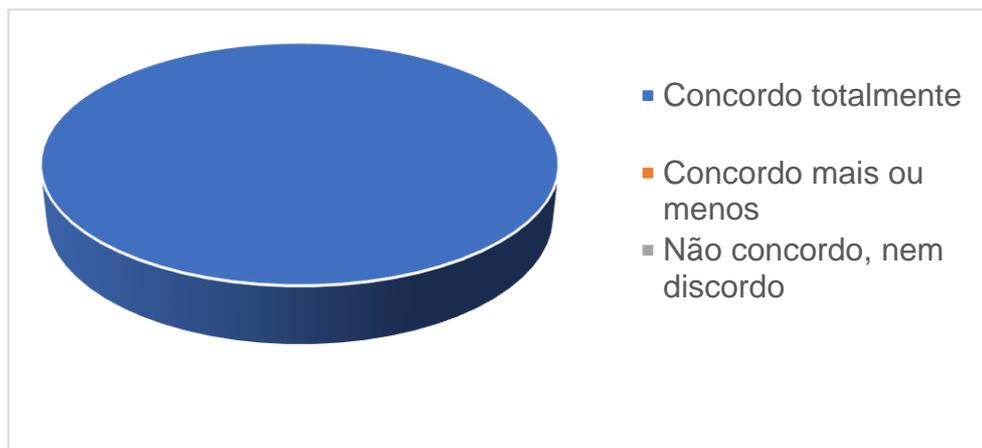


Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

Na análise gráfica percebe-se que 87,5%, não tiveram problemas e nem dificuldade e apenas 12,5%, apresentaram algum problema ou dificuldade em assimilar os conteúdos unindo os conhecimentos que eles já tinham com as desenvolvidas na atividade proposta.

A questão 6, objetiva avaliar o desenvolvimento do produto educacional, questionando se os alunos concordavam que através da construção dos vídeos e as discussões realizadas dentro da sala de aula. Esta atividade contribuiu para o esclarecimento de suas dúvidas em relação a Acústica. O aluno poderia escolher entre: concordo totalmente; concordo mais ou menos; não concordo, nem discordo; discordo mais ou menos; discordo totalmente.

Gráfico 4 - Resposta da questão 06. Você concorda que através da construção dos vídeos e as discussões realizadas dentro da sala de aula. Esta atividade contribuiu para o esclarecimento de suas dúvidas em relação a Acústica como os fenômenos sonoros e fisiologia do som?



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A análise das respostas revela que 100% dos alunos concordam totalmente que a construção dos vídeos e as discussões realizadas em sala de aula foram eficazes em esclarecer suas dúvidas e contribuir para a compreensão dos conceitos e fenômenos acústicos, como as qualidades fisiológicas do som, difração, interferência e efeito Doppler. Este resultado pode ser interpretado à luz da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e da pesquisa translacional, que juntos fornecem um *framework* robusto para o Ensino de Acústica.

De acordo com a teoria de Ausubel, a aprendizagem é mais eficaz quando novos conceitos são relacionados a estruturas cognitivas preexistentes. Ausubel destaca que o aprendizado significativo ocorre quando os alunos conseguem integrar novas informações em sua estrutura cognitiva de maneira coerente e lógica, utilizando conceitos previamente adquiridos como âncoras (Ausubel, 1968). A criação de vídeos de curta metragem, por sua natureza prática e envolvente, oferece uma oportunidade valiosa para que os alunos relacionem teorias abstratas com exemplos concretos, facilitando a ancoragem de novos conhecimentos em suas estruturas cognitivas existentes.

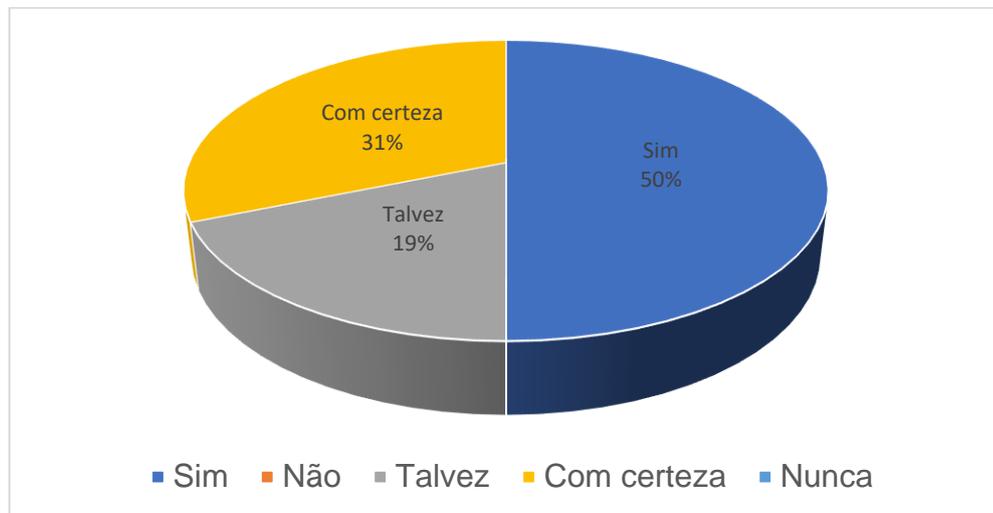
A pesquisa translacional, que visa a aplicação prática de descobertas científicas para melhorar processos e resultados educacionais, complementou a teoria de Ausubel ao fornecer uma metodologia ativa que engajou os alunos de maneira direta e significativa. Ao participar na produção de vídeos e nas discussões subsequentes, os alunos se envolvem em um processo de aprendizagem *hands-on* que lhes permite explorar e internalizar conceitos de acústica de maneira profunda. Segundo Moreira (2011), a prática de metodologias ativas, como a criação de vídeos, promove um ambiente de aprendizado onde os alunos são os protagonistas, facilitando assim uma maior retenção e compreensão dos conteúdos.

Além disso, o uso de vídeos como ferramenta educacional tem sido amplamente defendido por sua capacidade de tornar o aprendizado mais interativo e envolvente. Bacich e Moran (2015) argumentam que metodologias ativas, que incluem a utilização de recursos audiovisuais, não apenas aumentam a motivação dos alunos, mas também promovem um entendimento mais profundo e duradouro dos conteúdos ensinados.

As respostas dos alunos, representadas no gráfico qualitativo, indicando que suas dúvidas foram esclarecidas através da atividade, corroboram a eficácia desta metodologia, facilitando a compreensão de conceitos complexos e em motivar os alunos a se envolverem profundamente com o conteúdo, tendo a criação de vídeos possibilitado aos alunos não apenas aprender de forma passiva, mas também participar ativamente do processo de ensino-aprendizagem.

A questão 7, sugeria uma ideia de se trabalhar novamente com essa atividade em sala de aula. Então, foi questionado aos alunos se eles participariam novamente dessa atividade. Suas respostas se encontram representado no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Resposta da questão 07. Você participaria novamente dessa atividade?



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A análise das respostas dos alunos revela que 81% deles demonstraram interesse em participar novamente da atividade proposta, sendo 31% respondendo com certeza e 70% respondendo sim e 19% disseram talvez. Este alto índice de aceitação pode ser explicado pela eficácia da metodologia utilizada, que alinhada com a teoria de Ausubel, promoveu uma experiência de aprendizagem positiva e significativa.

David Ausubel (1968) destaca que a aprendizagem significativa ocorre quando novos conteúdos são integrados ao conhecimento prévio dos alunos de forma lógica e coerente. A produção de vídeos facilita essa integração, permitindo que os alunos participem ativamente e apliquem os conceitos de maneira prática, o que fortalece a assimilação dos novos conhecimentos.

Além disso, o uso de metodologias ativas, como a criação de vídeos, está em consonância com as recomendações de Bacich e Moran (2015), que enfatizam a importância de envolver os alunos em atividades que promovam reflexão, criatividade e autonomia. Essas metodologias incentivam os alunos a serem protagonistas de seu próprio aprendizado, o que aumenta a motivação e o interesse pelas atividades escolares. A possibilidade de explorar e experimentar os conceitos de forma concreta e prática torna a aprendizagem mais relevante e interessante para os alunos.

A satisfação e o desejo de participar novamente de atividades semelhantes também podem ser atribuídos ao papel do professor como mediador e facilitador do processo de aprendizagem. De acordo com Freire (2005), o professor deve atuar

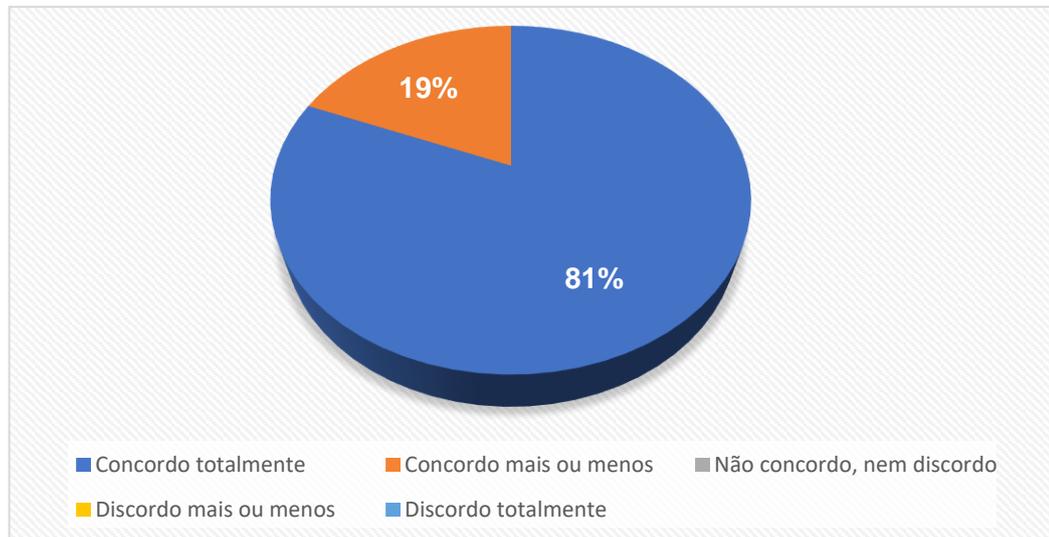
como um guia, ajudando os alunos a construir seu próprio conhecimento através de experiências significativas. A mediação do professor, combinada com a participação ativa dos alunos, cria um ambiente de aprendizagem colaborativo e dinâmico, onde os alunos se sentem mais envolvidos e motivados.

Os alunos indicaram que a metodologia utilizada permitiu uma melhor compreensão dos fenômenos acústicos e contribuiu para a construção de um conhecimento mais sólido e duradouro. As atividades práticas e interativas, como a produção de vídeos, proporcionaram uma experiência de aprendizagem diferenciada, que vai além das aulas tradicionais e mecânicas. Esse tipo de abordagem pedagógica é fundamental para desenvolver habilidades críticas e reflexivas nos alunos, preparando-os melhor para enfrentar desafios futuros.

A elevada aceitação e o desejo de repetir a experiência podem ser atribuídos à combinação eficaz de metodologias ativas, à mediação adequada do professor e à aplicação prática dos conceitos teóricos. Essas estratégias pedagógicas não apenas aumentam a motivação e o engajamento dos alunos, mas também promovem uma aprendizagem significativa e duradoura, conforme preconizado por Ausubel.

A questão 8 perguntava aos alunos se eles concordavam que a atividade proposta contribuiu de forma significativa para o seu aprendizado a respeito dos conteúdos relacionados a Acústica. Tendo como as seguintes alternativas para selecionar: concordo totalmente; concordo mais ou menos; não concordo, nem discordo; discordo mais ou menos; discordo totalmente; as respostas estão representadas no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Resposta da questão 08. Você concorda que a atividade contribuiu de forma significativa para o seu aprendizado a respeito dos conteúdos de Acústica relacionado ao som e suas características?



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A análise das respostas a essa pergunta, revelou que os estudantes não encontraram dificuldades significativas em assimilar os conceitos de acústica apresentados nos vídeos, indicando que a abordagem translacional efetivamente facilitou a transferência do conhecimento teórico para uma compreensão prática e aplicável. Além disso, a construção cuidadosa dos vídeos, alinhada com os princípios da aprendizagem significativa de Ausubel, contribuiu para uma experiência de aprendizado mais engajadora e eficaz, promovendo um ambiente onde os alunos puderam integrar seus conhecimentos prévios de forma produtiva.

Ao integrar a pesquisa translacional com os princípios educacionais de Ausubel e a produção de vídeos didáticos, todos os alunos concordaram que essa metodologia contribui de forma significativa para o Ensino de Acústica, pois esta metodologia não apenas demonstra a aplicação prática de teorias complexas no ensino de acústica, mas também evidencia como tais abordagens podem melhorar significativamente a compreensão e a retenção do conhecimento pelos alunos (Hattie, 2009).

A questão 9, se tratava de uma questão de opinião, ao qual os alunos teriam que responder se eles sabiam diferenciar as características do som como timbre, altura e intensidade. Suas respostas estão representadas no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Resposta da questão 09. Você consegue diferenciar as características do som como timbre, intensidade e altura do som?



Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A análise cuidadosa das respostas dos alunos revela que todos compreenderam profundamente os conceitos físicos de Acústica. Esta compreensão é tangível no refinamento artístico dos vídeos que eles meticulosamente conceberam, onde os fenômenos acústicos se tornam narrativas vivas. A produção de vídeos de curta metragem não apenas ilustra, mas também personifica a complexidade e a sutileza das características sonoras, encapsulando um entendimento que vai além das palavras, não se limitando à simples repetição de teorias, mas sim à transformação desses conceitos em expressões criativas e significativas.

Essa metodologia de ensino encontra respaldo na teoria de Ausubel, enfatizando a aprendizagem significativa através da integração de novos conhecimentos com o conhecimento prévio dos alunos, onde a experiência pessoal e a opinião dos alunos desempenham um papel crucial, pois permitem uma conexão mais profunda e duradoura com o conteúdo. Nesse sentido, a participação ativa dos alunos na elaboração dos vídeos não apenas enriquece o aprendizado, mas também valida a importância da perspectiva individual na construção do conhecimento (Moreira, 2011).

A questão 10, procurava saber se os alunos conseguiriam definir após a aplicação do produto educacional os fenômenos da difração e efeito doppler. No quadro 20, apresentamos as respostas dos alunos sobre esta questão.

Quadro 20 - Resposta da Questão 10: Como você compreende os fenômenos de difração sonora e efeito doppler, após, a realização de produção de vídeos de curta metragem?

Alunos	Respostas
FAMV 1	O som vai aumentando e diminuindo de acordo que o automóvel vai passando
FAMV 2	O efeito doppler é a alteração da frequência com relação a sua velocidade; A Difração acontece quando as ondas contornam os obstáculos
FAMV 3	Difração é quando as ondas sonoras contornam um obstáculo. Efeito doppler é quando ocorre a mudança de frequência em relação a velocidade
FAMV 4	Difração sonora é quando as ondas sonoras dispersam no ambiente, como por exemplo: consigo escutar um som mesmo com a porta fechada; Efeito doppler é a variação do som de acordo com a velocidade, por exemplo quando passa um ambulância e o som dela(sirene) dá impressão de mudar quando se afasta e aproxima
FAMV 5	Sim. Como a difração é o fenômeno no qual as ondas contornam o obstáculo e o efeito doppler é a alteração da frequência em relação a velocidade
FAMV 6	A difração sonora é quando o som choca com alguma coisa e o contorna e o efeito doppler é a alteração da frequência com a variação e velocidade quando o som se aproxima ou se afasta do observador
FAMV 7	Difração é quando a onda contorna um obstáculo. Efeito doppler é a variação de frequência em relação a velocidade. Agora compreendo mais tais fenômenos.
FAMV 8	Efeito doppler é quando escutamos um som e ele vai se afastando e você vai escutando ele passando de formas diferentes “baixo, alto, baixo”. A difração é o fenômeno no qual as ondas contornam os obstáculos.
FAMV 9	Difração é o fenômeno no qual as ondas contornam os obstáculos. Efeito doppler é a alteração na frequência com a variação de velocidade, quando a fonte se aproxima ou se afasta do observador.
FAMV 10	Doppler é a mudança de frequência em relação a velocidades diferentes. Difração quando a onda do som se dispersa assim diminuindo o volume dependendo da distância.

FAMV 11	A difração é o fenômeno em que as ondas contornam os obstáculos. O efeito doppler é a variação de frequência, conforme a distância e velocidade
FAMV 12	A difração é o fenômeno na qual as ondas contornam os obstáculos. O efeito doppler é quando a fonte se aproxima ou se afasta do observador
FAMV 13	Na difração, a onda sonora contorna os obstáculos. No efeito doppler, está associada a mudança aparente da frequência, devido ao movimento relativo entre a fonte e o observador
FAMV 14	Difração é o fenômeno de ondas que contornam os obstáculos. Efeito doppler é a alteração da frequência com a variação da velocidade.
FAMV 15	Difração é o fenômeno no qual as ondas contornam os obstáculos. Efeito doppler é quando uma fonte se aproxima ou se afasta do observador alterando sua frequência
FAMV 16	Efeito doppler é a alteração da frequência sonora percebida pelo observador em relação ao movimento da aproximação e afastamento entre a fonte e o observador. A difração sonora é o desvio feito pela onda quando esta contorna os obstáculos em seu caminho.

Fonte: Autoria própria (Leal, F. L, 2023).

A análise das respostas dos alunos revela um notável avanço na compreensão dos conceitos de difração sonora e efeito Doppler após a realização da produção de vídeos de curta-metragem. Inicialmente, observa-se que muitos alunos tinham uma compreensão rudimentar dos fenômenos físicos. Por exemplo, o Aluno FAMV3 descreveu a difração como "quando as ondas sonoras contornam um obstáculo" (Young; Freedman, 2020) e o aluno FAMV1 mencionou que o efeito Doppler é "a alteração da frequência conforme a fonte se move" (Halliday; Resnick, 2011). No entanto, à medida que se envolveram na criação dos vídeos, suas percepções se aprofundaram significativamente. O aluno FAMV7 destacou que "a difração é o fenômeno em que as ondas contornam os obstáculos" (Young; Freedman, 2020), enquanto o aluno FAMV4 notou que "o efeito Doppler é a mudança na frequência percebida conforme a fonte se aproxima ou se afasta" (Halliday; Resnick, 2011).

A metodologia centrada na produção de vídeos não apenas estimulou uma abordagem prática e criativa para explorar os fenômenos acústicos, mas também facilitou uma aprendizagem significativa, conforme defendido por Ausubel. Essa abordagem permitiu que os alunos integrassem novos conhecimentos com seu

conhecimento prévio, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos estudados (Ausubel, 2000). Por exemplo, ao descreverem como o som de uma sirene de ambulância parece mudar conforme ela se move em relação ao observador, os alunos não apenas aplicaram conceitos teóricos, mas também demonstraram uma compreensão prática da física do som.

Além de fortalecer a compreensão dos alunos sobre difração e efeito Doppler, a metodologia de produção de vídeos incentivou a colaboração e a expressão criativa. Os alunos não apenas absorveram informações, mas também se tornaram produtores ativos de conhecimento, transformando conceitos abstratos em narrativas visuais tangíveis. Essa abordagem não só enriqueceu o processo educacional, mas também aumentou o engajamento dos alunos ao demonstrar como a ciência pode ser aplicada e explorada de maneira pessoal e significativa (Ausubel, 2000).

6 SIGNIFICAÇÕES CONCLUSIVAS

O objetivo desta pesquisa foi produzir e simular vídeos de curta metragem como metodologia no ensino e aprendizagem de Acústica no campo de ondas sonoras e seus fenômenos, proporcionando aos alunos do Ensino Médio, oportunidade de desenvolvimento de competências e habilidades em Acústica. Buscou-se, desse modo, estimular professores que atuam na Educação Básica, notadamente no ensino de Física, aplicarem com seus alunos a referida proposta com o intuito de aprimorar seus conhecimentos na área de Acústica. Isto envolveu a criação de vídeos de curta metragem de caráter educativo que investigou as complexidades das características e fenômenos sonoros. Para auxiliar os professores na implementação desta metodologia inovadora, optamos por desenvolver vídeos de curta metragem roteirizados como metodologia, incorporando o uso de tecnologias simples, (Moran, 2015).

A pesquisa evidenciou que a utilização da produção de vídeos durante todo o processo de aplicação promoveu um engajamento substancial entre os alunos, segundo a perspectiva do pesquisador e, conforme os dados apresentados neste estudo. Através do teste diagnóstico e da implementação dos vídeos, ficou evidente que as dúvidas levantadas no pré-teste foram efetivamente sanadas ao longo da execução da atividade, conforme demonstrado no pós-teste validando, dessa forma, a aprendizagem significativa que, na concepção de Ausubel (1980), ocorre quando novas informações se conectam de maneira substancial e não arbitrária ao conhecimento pré-existente dos alunos.

Esta integração promoveu a aprendizagem e a aplicação do novo conhecimento, promovendo uma compreensão profunda e duradoura dos conceitos ensinados. Assim, a eficácia dessa metodologia foi comprovada, evidenciando sua importância na construção ativa do saber pelos alunos.

A análise dos resultados do pré-teste, evidenciou que a aprendizagem baseada na construção de vídeos de curta-metragem foi altamente eficaz no Ensino de Física, especialmente na Acústica. A maioria dos alunos demonstrou uma compreensão clara do assunto, confirmando a eficiência desta abordagem, (Ausubel, 2000). Conseqüentemente, a aplicação dessa metodologia educacional gerou resultados positivos, como demonstrado pelo retorno dos alunos durante as aulas e nas

respostas do questionário. Eles expressaram entusiasmo pela natureza envolvente e agradável do método de ensino, destacando sua surpresa ao descobrir que a Física poderia ser aprendida de maneira tão divertida, (Bruner, 1996).

Os resultados indicam que os participantes fizeram avanços significativos na compreensão dos conceitos relacionados às propriedades do som e seus fenômenos. A criação e implementação dos vídeos serviram como recursos valiosos, desempenhando um papel crucial na facilitação da compreensão e integração desses conceitos, demonstrando ser uma abordagem potencialmente significativa para o Ensino de Física, (Moreira, 2011). A utilização do produto educacional e a avaliação da criação de simulações de vídeos e curtas-metragens com foco em acústica permitiram alcançar os objetivos iniciais estabelecidos.

Em nosso ambiente de aprendizagem, oferecemos uma aula única e envolvente que mistura a interação dos personagens dos roteiros com o conteúdo de Acústica, proporcionando uma atividade prazerosa e dinâmica, (Keller, 1983). Encorajamos os alunos, a aprender dessa forma, pois isso os expõe a aulas que fogem do formato tradicional. Além disso, o Produto Educacional promove a interação dos participantes e facilita a aprendizagem cooperativa, incentivando a troca de informações entre todos os envolvidos, (Vygotsky, 1978). Isso lhes dá a oportunidade de mostrar seus conhecimentos de maneira envolvente e agradável, superando as propostas de ensino tradicionais encontrados nos livros didáticos.

Ao analisar as respostas coletadas, ficou claro que todos os alunos que participaram da implementação do produto educacional demonstraram grande interesse tanto nas discussões quanto no desenvolvimento dos vídeos. Através do retorno e das respostas dos alunos, chegamos à conclusão de que é essencial estabelecer uma conexão entre os conceitos teóricos e as atividades práticas, pois isso favorece o desenvolvimento das capacidades cognitivas dos alunos, endossando que a escolha da pesquisa translacional foi a mais apropriada, (Moran, 2015). Além disso, destacou a importância de criar oportunidades para a participação ativa dos alunos no seu próprio processo de aprendizagem, sendo eles protagonistas do seu próprio conhecimento, (Novak, 2010).

Foi notório nesse trabalho que, a utilização de produção de vídeos em curta-metragem é uma metodologia viável e transformadora no âmbito do Ensino. Ao fornecer um ambiente estimulante e envolvente, essa metodologia melhorou significativamente a experiência de ensino e aprendizagem dos alunos. Vale ressaltar

que os roteiros utilizados para a criação desses vídeos devem ser considerados como um recurso complementar para os professores. Eles podem usá-los como modelos para desenvolver seus próprios roteiros ou incorporá-los diretamente em suas aulas (Bruner, 1996). No entanto, é importante notar que a incorporação dessas atividades não substitui o envolvimento dos alunos no ensino em sala de aula.

Portanto, a produção e simulação de vídeos de curta metragem, torna-se uma metodologia significativa para aprimorar a experiência de ensino e aprendizagem na área de Física. Em última análise, nossa intenção é que este esforço divulgue o potencial inexplorado da utilização de roteiros para a produção de vídeos educativos em curta-metragem, uma vez que oferece oportunidades únicas que nem sempre estão disponíveis dentro dos limites de uma sala de aula física, (Moreira, 2011). Uma dessas vantagens é a promoção da aprendizagem independente e significativa, (Ausubel, 2003).

Portanto, este produto educacional sob o título produção e simulação de vídeos de curta metragem como metodologia no ensino e aprendizagem de acústica propõe contribuições:

- Para os Professores de Física: Propõe ressignificação das práticas pedagógicas, incentivando um ambiente de aprendizagem dinâmico e contextualizado.
- Para os Alunos: Promove aulas interativas e motivadoras, estimulando o interesse e a compreensão dos conceitos de acústica de maneira prática e envolvente.
- Ressignificação de Metodologias: Introduce inovação na educação ao utilizar tecnologias que favorecem o ensino-aprendizagem, indo além das abordagens tradicionais baseadas no paradigma newtoniano-cartesiano.
- Produto Educacional: Cria e implementa vídeos de curta metragem como recurso educacional, facilitando a compreensão dos princípios físicos da acústica.
- Uso Interdisciplinar: Potencial para ser adaptado em diversas disciplinas, como Matemática, Química, Biologia e outras áreas do conhecimento, ampliando o impacto da abordagem metodológica inovadora.

Assim, abre-se a possibilidade de ampliar o alcance e o impacto dessa abordagem metodológica inovadora, promovendo uma educação integrada e multidisciplinar.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, H. GAGLIARDI, E. **Sequência Didática e ensino de gêneros discursivos: breve síntese**. 2015. Disponível em: <https://dialogoassessoria.wordpress.com.br>. Acesso em: 23 de dez de 2021.
- AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). **Educational Psychology: A Cognitive View** (2nd ed.). Holt, Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BACICH, L.; MORAN, J. M.; SANTOS, M. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Porto Alegre: Penso, 2015.
- BAUMAN, Z. **Modernidade e Ambivalência**. Jorge Zahar Editor.1996.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 5. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BEHRENS, M. A. Educação: **Fundamentos, Teorias e Práticas Educativas**. 4. ed. Curitiba: Ibpex, 2005.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day**. Eugene, OR: International Society for Technology in Education, 2012.
- BIANCHI, P.; DE LORENZI PIRES, G.; VANZIN, T. As tecnologias de informação e Comunicação na Rede Municipal de Ensino de Florianópolis: possibilidades para a educação (física). **Revista Linhas**, [S. I.], v. 9, n. 2, 2009. Disponível em: <https://periodicos.udesc.br/index.php/linhas/article/view/1372> Acesso em 20 abr. 2022.
- BRAME, C. J. **Effective educational videos**. Vanderbilt University Center for Teaching, 2015. Disponível em: <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/effective-educational-videos/>. Acesso em: 18 jul. 2024.
- BRASIL, MEC, SEB. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEB, 2006.

_____. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017a. 472 p. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=32621-cne-sintese-das-diretrizes-curriculares-da-educacao-basica-pdf&Itemid=30192.

Acesso em: 09 maio 2023.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

BROWNSON, R. C.; COLDITZ, G. A.; PROCTOR, E. K. **Dissemination and Implementation Research in Health: Translating Science to Practice**. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2017.

CALÇADA, C. A. **Fundamentos de Física**. São Paulo: Livraria da Física, 2010.

CASTAGINI, A.S.; SUTIL, N.; MIQUELIN, A, F. Vídeos como recursos didáticos para aprendizagem significativa em aulas de Ciências Físicas. **Anais do XI EDUCERE, II SIRSSE e IV SIPD/CÁTEDRA UNESCO**. P. 5214-5229, 2013.

CAVALIN, G.; CERVELIN, S. **Instalações Elétricas e Prediais**. 14. ed. São Paulo: Érica, 2006.

CINELLI, L. P. Produção de vídeos didáticos: teoria e prática. Editora XYZ, 2003.

COOKSEY, R. W. **Bridging Research and Policy: Insights from 50 Case Studies**. New York: Springer, 2018.

FINI, L. D. **Aprendizagem significativa na prática educativa**. Editora Vozes, 2011.

FRANCO, C. **Metodologia de pesquisa científica**. Editora Beta, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GODOY, C. E. **Sequência Didática – O que é?** 2016. Disponível em: <https://cecgodoy.net/o-que-e-sequencia-didatica>. Acesso em: 23 de dez de 2021.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física**. Vol. 2. 8ª ed. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, volume 2; gravitação, ondas e termodinâmica**. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HATTIE, John. **Aprendizagem Visível: Uma Síntese de Mais de 800 Meta-Análises Relacionadas ao Desempenho.** Nova Iorque: Routledge, 2008.

HATTIE, J. **Aprendizagem Visível: Uma Síntese de Mais de 800 Meta-Análises Relacionadas ao Desempenho.** 2ª ed. Londres: Routledge, 2009.

HORN, M. B.; STAKER, H. Blended: **Usando Inovação Disruptiva para Melhorar as Escolas.** São Francisco: John Wiley & Sons, 2015.

KELLER, F. S. (1983). Adeus Professor: Os Muitos Papéis de um Professor Universitário. **Journal of Applied Behavior Analysis**, 1983.

LEGEY, A. P. MÓL, A. C. A. BRANDÃO, F. **Você sabe o que é uma Sequência Didática?** 2021. Disponível em: <https://www.unicarioca.edu.br/acontece/>. Acesso em: 23 de dez de 2021

MARCONDES, D. A. (2010). **Ensino de Física: Representações e Estratégias Didáticas.** Editora Livraria da Física.

MAYER, R. E. **Multimedia Learning. 2nd ed. New York:** Cambridge University Press, 2009

MINAYO, M.C de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** São Paulo-Rio de Janeiro, HUCITEC-ABRASGO, 2008.

MOREIRA, M. A., & GRECA, I. M. **A pesquisa translacional na educação: da ciência básica à aplicada.** Estudos de Psicologia (Campinas), 26(Suppl. 1), 11-19. (2009).

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS, **Aprendizagem Significativa em Revista**, v 1, n. 2, 2011

MOREIRA, Marcos Antonio. A Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel. IN: MASINI, Elcie F. Salzano; MOREIRA, Marcos Antonio (Org.). **Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos.** São Paulo: Vetor, 2008a.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? **Revista cultural La Laguna Espanha**, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 22/2/2019.

NOVAK, Joseph David. **Apreender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceituais TM como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas.** Lisboa: Plátano edições técnicas, 2000.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica.** Vol. 2. 4ª edição revisada. São Paulo:Blucher, 2002.

PERKINS, K.; ADAMS, W.; DUBSON, M.; FINKELSTEIN, N.; REID, S.; WIEMAN, C. **PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics. The Physics Teacher**, v. 48, n. 4, p. 225-232, 2010.

sociological and psychological perspectives. New York: Springer, 2016.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. **A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação**. Cad. Brás. Ens. Fís., v. 22, n. 3: p. 316-337, dez. 2005.

RUSSO, G. **Sequência Didática: Guia para a elaboração e execução**. 2019. Disponível em: <https://edocente.com.br/blog/escolar>. Acesso em: 23 de dez de 2021.

SANTOS, P. L. A imagem quanto fonte de pesquisa: a fotografia publicitária. **Iniciação Científica Cesumar**, Maringá, v. 2, n. 2, p. 63-68, ago./dez. 2000.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

SOARES, F. C; SUZUKI, J. C. Fotografia e história oral: imagem e memória na pesquisa com comunidades tradicionais. **In: V Encontro de Grupos de Pesquisa "Agricultura, Desenvolvimento Regional e Transformações Socioespaciais"**. 2009. Disponível em: < http://w3.ufsm.br/gpet/engrup/vengrup/anais/7/Fernando%20e%20Julio%20-%20USP_2.pdf >. Acesso em: 12 janeiro 2022.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores**. Harvard University Press, 1978.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física vol II - termodinâmica e ondas**. 14 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2020.

Young, HD e Freedman, RA. Física II: Termodinâmica e Ondas. São Paulo: Pearson. 2012.

ZABALA, A. **A prática Educativa**. 1ª edição. Editora Grupo A. 1998.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 2011

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE

Sondagem dos alunos sobre seus conhecimentos prévios antes da aplicação do Produto Educacional (PE):

1. Como podemos definir ondas sonoras:

2. A velocidade de propagação das ondas sonoras varia de acordo com as características elásticas do meio, como a temperatura, por exemplo. Diante disto, podemos dizer que:

- f) $V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}}$
- g) $V_{\text{Som (Líquido)}} > V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}}$
- h) $V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$
- i) $V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Gás)}} > V_{\text{Som (Líquido)}}$
- j) $V_{\text{Som (Sólido)}} > V_{\text{Som (Líquido)}} = V_{\text{Som (Gás)}}$

3. As ondas sonoras, são ondas capazes de transportar em sua propagação:

- a) Matéria
- b) Energia
- c) Matéria e Energia
- d) Nenhuma das Alternativas Anteriores

4. Embora a sensibilidade da orelha humana possa sofrer variação à medida que a pessoa envelhece, podemos dizer que uma pessoa com condição normal tem capacidade auditiva para identificar ondas sonoras cuja faixa do som audível esteja compreendida entre:

- e) 1Hz e 20Hz
- f) 10Hz e 100Hz
- g) 15Hz e 50000Hz
- h) 20Hz e 20000Hz
- i) 30KHz e 100KHz

5. Ao descrevermos as qualidades fisiológicas do som, antes de qualquer advento tecnológico, usamos como parâmetro nossa sensibilidade auditiva. Ou seja, destacamos as qualidades que dependem da interação do ser humano com o som, que são a altura, a intensidade e o timbre. Sobre as qualidades fisiológicas do som responda os itens a seguir:

j) É a característica que nos permite distinguir sons de mesma frequência, emitidos por fontes sonoras diferentes

() Altura

() Intensidade

() Timbre

k) Está relacionado ao volume do Som

() Altura

() Intensidade

() Timbre

l) Relacionado a voz humana com a masculina grave e a feminina aguda

() Altura

() Intensidade

() Timbre

6. O ser humano só consegue distinguir dois sons com intervalo de tempo superior a um décimo de segundo (0,1 s). Tal intervalo é denominado persistência acústica. Quando se pode distinguir o som refletido do som direto o fenômeno é chamado de:

m) Difração

n) Interferência

o) Reverberação

p) Eco

q) Polarização

7. A acústica de um projeto de arquitetura pode influenciar diretamente a experiência das pessoas em um ambiente. Já imaginou um teatro em que não seja possível ouvir com nitidez a voz dos atores? Ou uma casa de show em que a música não chega de forma agradável aos ouvidos? Para garantir que o projeto acústico seja perfeito, é necessário controlar um fenômeno ondulatório gerado pela reflexão do som chamado de:

- a) Difração
- b) Interferência
- c) Reverberação
- d) Eco
- e) Reforço

08- Qualquer material pode bloquear uma parte do som. Em casa, algumas vezes nos comunicamos com a família mesmo estando dentro de um quarto fechado. A comunicação é possível graças ao fenômeno ondulatório:

- a) Difração
- b) Interferência
- c) Reverberação
- d) Eco
- e) Reforço

09 - A acústica aborda fenômenos ondulatórios, bem como as características do som. Em que áreas podemos ver suas aplicações? Cite todas que souber.

10. Como você descreveria o efeito doppler?

APÊNDICE B – ROTEIROS DE GRAVAÇÃO

VÍDEO 1 - Qualidades fisiológicas do som e cordas vibrantes

Roteiro 1: Acústica e Música

Personagens: Alex; Bell; Sonayra; Rafa e Tom.

BELLI e BIA, estão no pátio da escola no intervalo, apreciando uma música tocada no violão por SONAYRA. Quando ALEX e RAFA, aparecem, cumprimentando-as e comenta

ALEX: SONAYRA você toca bem e você BELL, está cantando muito bem.

(Nesse momento, BELL por saber que ALEX, é bem dedicado aos estudos, o interroga)

BELL: - ALEX, quando tocamos uma canção, todos os instrumentos fazem a mesma nota e minha dúvida é como é possível diferenciar os instrumentos quando todos tocam juntos? Ainda não compreendi essa aula!

ALEX: - Bell, isso tem a ver com o conteúdo que o professor disse que ministraria na próxima aula, trata-se da Acústica na Física, eu já li um pouco até tirei umas dúvidas sobre esse conteúdo agora a pouco com o professor porque eu estava curioso, mas, lhe respondendo isso tem a ver com o Timbre dos instrumentos.

BELL: -ah! Mas, ALEX, o que é esse timbre eu tenho uma noção quando tocamos a guitarra e que possuem um timbre bem legais, mas, não estou conseguindo compreender esse conceito agora que você me fez refletir.

ALEX: Timbre é a qualidade do som que nos permite diferenciar sons de mesma Frequência.

BIA: - Ai! Eu acho que entendo um pouco dessa frequência, exclamou BIA!. Quando afinamos as cordas do vilão o afinador mostra a nota e a frequência, por exemplo: a nota Lá a frequência é 440Hz.

BELL: BIA, já percebeu que quando você toca as notas mais próximas das últimas casas, o som fica mais fino que lá no início?

BIA: Verdade!

RAFA: Pessoal, a Acústica explica isso, o tamanho da corda influencia na frequência sonora, então, sempre que você diminuir o tamanho da corda, ou seja, quando você formar o acorde mais próximo dos últimos trastes, o som fica mais

Agudo e se você fizer o acorde lá no início e o som fica mais **Grave**, ou seja, quanto menor o comprimento da corda, mais vibrações ocorrerão num mesmo intervalo de tempo e mais agudo o som parecerá. Assim, a altura do som está diretamente relacionada com o número de vezes que a corda vibra num determinado intervalo de tempo, isso é uma outra característica do som chamada Altura.

BELL: RAFA, mas, a altura não tem a ver com o volume?

BIA: É RAFA, Minha mãe as vezes grita BIA abaixa a altura desse som

RAFA: Na verdade é uma ideia equivocada que possuímos dessa qualidade sonora. A Altura é a característica do som associada aos sons grave, baixa frequência e agudo alta frequência. Essa questão de aumentar ou baixar o volume está associada a intensidade sonora.

BELL: ah!, tem a ver com os decibéis, que nós podemos ouvir sem nos prejudicar até 110?

RAFA: Tudo haver BELL.

BIA: Então pessoal deixa eu ver se eu entendi. Eu consigo identificar cada instrumento numa música porque eles apesar de tocarem a mesma nota, para formar a harmonia eles possuem timbres diferentes e quando minha mãe me grita para abaixar a altura do som, na verdade eu preciso é diminuir a intensidade do som, porque a altura está relacionada ao som Grave e Agudo.

ALEX: Isso mesmo BIA!

SONAYRA: E como é que vocês, aprenderam isso tudo gente?

RAFA: Igual a vocês! Exclamou Rafa.

BELL: Como assim! exclamou Bell e suas amigas ao mesmo tempo.

RAFA: Para ajuda-los a entender e responder os questionamentos de vocês, eu usei o conhecimento prévio que vocês já tinham, sobre o som, usando o violão como instrumento de aprendizagem, permitindo a vocês conectarem essa experiência com os conhecimentos já existentes, para formar o novo conhecimento apresentado a vocês.

BIA: Nossa, onde você aprendeu tudo isso?

(Rafa todo orgulhoso de ter colocado em prática o que aprendeu nas aulas de Física, Exclama)

RAFA: Com meu professor de Física! Exclamou Rafa, ele sempre usa metodologias ativas e significativas, levando em conta o que já sabemos, e isso nos proporciona chegar ao novo conhecimento.

(BIA E BELL agradecem as explicações dadas por ALEX E RAFA)

BELL: -Muito obrigado amigo, agora a Física ficou clara pra mim.

(BIA também agradece as explicações dadas por ALEX)

BIA: - ALEX, a Física agora ficou interessante, me deu até vontade de estudar mais essa disciplina! Exclamou BIA.

Nesse momento TOM se aproxima e pergunta, o que vocês estão fazendo?

Bell e suas Amigas respondem:

- Aprendendo Física!

TOM continua: Sem papel e caneta?

Todos, começam a sorrir! (por parecer até uma piada, por aprender a Física num momento de descontração)

VÍDEO 2 - O SOM

Roteiro 2: O SOM: Infrassom, ultrassom, e aplicações

Personagens: Mary, Marília, Maria e Juciara

Marília está na escola quando Maria e Mary, se aproximam e iniciam um diálogo:

MARY: - MARÍLIA, está melhor? Ontem você faltou a aula e nos informaram que foi realizar alguns exames... foi por conta das tonturas que veem sentindo?

MARÍLIA responde:

- Por conta dessas tonturas fiz vários exames ontem que o otorrinolaringologista passou, por isso ontem não vim a escola.

MARY: Como que são esses exames?

MARÍLIA: ah tem um que me fez ver o mundo girar

(Todos sorriem nesse momento e MARÍLIA, prossegue)

MARÍLIA: Mas, teve um que foi bem tranquilo e achei que teria tudo a ver com o conteúdo que o professor iniciou conosco e que talvez na minha ausência de ontem ele tenha falado sobre isso. O nome do exame é audiometria.

MARY: o professor comentou sobre esse exame que os fonoaudiólogos fazem, para sabermos o intervalo de frequência sonora que ouvimos.

MARÍLIA: me explica melhor MARY.

MARY: professor explicou que ao avançarmos em idade ou por alguma infecção, ou simplesmente por ouvir música no fone de ouvido em nível alto por muito tempo, podemos perder um pouco da nossa audição e pode nos levar alguns problemas de saúde como zumbido e sempre é passado esse exame quando se investiga a labirintite.

MARIA: Isso mesmo MARÍLIA, professor mostrou que os nossos ouvidos só conseguem captar sons com frequências entre 20HZ e 20KHz, inclusive até nos mostrou um aplicativo para baixarmos e fazermos o teste me deixa te mostrar.

(MARIA mostra o *app sound Frequency creator*)

MARÍLIA: então vamos testar! Nesse momento ligam o aplicativo e verificam em que ponto Marília, está ouvindo

MARÍLIA: hum então deve ser isto, não consegui ouvir todos os sons, será que estou perdendo audição? Bem que a doutora falou que eu devia dá um tempo nos fones de ouvido, porque eu uso todo tempo...

MARY: Vocês lembram que também existem os infrassons e os ultrassons?

(MARÍLIA, pergunta:)

MARÍLIA: que são os infrassons e ultrassons?

(Mary responde a pergunta de Marília)

MARY: os infrassons são sons de baixa frequência menores que 20Hz e o ser humano não consegue ouvir eles são mais graves, porém animais como os elefantes, a toupeira escutam e os ultrassons, são sons muito altos em frequência e que também o ser humano não escuta são mais agudos e que também tem animais como os gatos e cachorros que escutam.

MARÍLIA: ah! Então foi isso que escutei na hora do exame. Cara, vocês aprenderam tudo isso na aula? Como o professor fez?

MARIA: lembra da JUCIARA? ela disse que ontem a mãe dela fez uma ultrassonografia e descobriu o sexo do bebê. A partir daí o professor iniciou uma série de perguntas reflexivas sobre o que é o som e onde imaginamos que ele possa está aplicado, no caso dela o ultrassom permitiu que soubessem o sexo do irmãozinho dela e hoje aprendemos melhor com você como funciona a audiometria.

MARÍLIA: estamos todas feras na Física

(Todos sorriem juntos)

VÍDEO 3 - REFLEXÃO DAS ONDAS

Roteiro 3: Distúrbio Viajante Maquinas de ondas

Personagens: Pedro; Bel; Lucas

CENA-01 (Três amigos estão comentando como foi proveitosa a última aula de física, quando PEDRO tem uma ideia)

PEDRO: sabe eu aprendo mais os conteúdos fazendo na prática, que tal a gente construir o experimento da aula que o professor comento?

LUCAS: Qual?

PEDRO: Maquinas de ondas. aqui na minha casa, tenho os palitos de churrasco e a fita adesiva e tem também umas caixas de massinha

BEL: O pessoal, vocês podem ir explicando pra mim sobre esse experimento

PEDRO: claro que sim, é sobre a reflexão da onda.

LUCAS: mas, não se preocupe Bel, vamos montar primeiro o experimento e depois explicamos melhor pra você, já que poderá ver com seus próprios olhos a onda se propagando.

CENA -02 -(segue a montagem do experimento e PEDRO vai explicando o passo a passo, finalizado a montagem chegou a hora de demonstrar para BEL)

CENA 03 -

PEDRO e LUCAS: demonstram o experimento

LUCAS: BEL você sabe o que é o som?

BEL: eu entendo, mas, não compreendo

PEDRO: som é uma mecânica que precisa de um meio material para se propagar, por isso, estaremos usando esse experimento para mostrar a você como uma onda mecânica se propaga

BEL: ah! Agora estou entendendo

PEDRO: é muito importante dizer que as ondas não transportam matéria, somente energia, veja Clara como isso é evidenciado em nosso experimento

BEL: Verdade! e qual a velocidade então do som da minha voz?

LUCAS: no Ar! É de 340 m/s

BEL: tão rápido assim?

LUCAS: isso mesmo, e em outros materiais essa velocidade possui outros valores, nos sólidos a velocidade é muito maior

BEL: Agora, além de aprender comecei a gostar de Física.

PEDRO: vamos levar nosso experimento para a próxima aula de Física

LUCAS: verdade quem sabe ganhamos 1 ponto extra...

(A cena encerra-se com todos animados)

VÍDEO 4 – (Tema: EFEITO DOPPLER)

Roteiro 4: Distorção no som da buzina, por meio da alteração da frequência através da mudança de velocidade entre a fonte e observador

Personagens: Marcos; Mateus e Moisés

Um grupo de alunos vai atravessar a rua, fora da faixa de pedestre, nesse momento passa um carro em alta velocidade e sem parar continua seu trajeto buzinando, além de assustar a todos, um dos alunos faz a seguinte observação:

MARCOS: além, do susto vocês perceberam que o som da buzina ficou diferente enquanto o carro se aproximava de nós e depois que se afastou? (fala sorrindo)

MOISÉS: foi exatamente o que aprendemos hoje na aula de Física, sobre Efeito doppler.

MATEUS: quando o carro se aproxima a frequência aparente aumenta o som fica mais agudo, e depois que passa por nós a frequência aparente diminui produzindo um som mais grave e isso foi possível porque estamos parados em relação a fonte sonora que no caso foi a buzina que está em movimento

Moisés: então presenciamos a física na nossa vida e mal saímos da escola... (todos riem)

MARCOS: A Física, está em todo lugar! na nossa sala o professor já nos apresentou até a fórmula para calcular o efeito doppler que é frequência aparente = frequência da fonte x (a velocidade do som +_ a velocidade da fonte)/ velocidade do som _+ velocidade da fonte(nesse caso o carro)

(enquanto Marcos vai falando, Marcos vai vendo a construção da fórmula)

MARCOS: galera quer saber nesse mês vai ser é 10 em física

VÍDEO 5 – REFLEXÃO e DIFRAÇÃO SONORA

Roteiro 5: Fenômenos sonoros

Personagens: Fran; João; Maria; Mila, Pai.

CENA - 01

Quatro amigos estão no quarto em quanto o Pai de Franciele grita: Franciele, venha aqui!.

FRANCIELE: meninas, vamos continuar e fazer de contas que a não ouvimos a porta está fechada mesmo, porque meu pai me chama a todo momento

PAI abre a porta e diz:

PAI: Filha você não me ouviu chamá-la?

FRANCIELE: não pai! (exclamou Franciele)

PAI: Filha eu sei que mesmo com a porta fechada você me ouviu, é pra vocês virem lanchar... ou não querem?

FRANCIELE: oh Paizinho obrigada... vamos pessoal depois continuamos, os estudos.

CENA 02 – À MESA LANCHANDO

MILA: Fran você percebeu o que sua Pai disse? é algo bem parecido com o que o professor comentou na sala de aula.

JOÃO: foi mesmo, a difração! (Exclamou JOÃO)

MARIA: isso mesmo, ele falou que o som contorna os obstáculos

FRAN: um por isso minha mãe falou que ouvimos e estávamos mesmo.

MILA: a difração é um fenômeno da acústica

FRAN: será que meu pai ainda lembra de acústica, porque faz muito tempo que terminou os estudos...

(todos sorriem, e muda para a próxima cena)

CENA 03 - BANHEIRO

JOÃO: Ei Fran aqui no seu banheiro parece que tem muito eco.

FRAN: Já percebi, mas, dependendo da sua posição, a impressão que tenho é de um som mais forte também.

MILA: Amigas, ontem na minha turma tivemos aula de acústica e o professor explicou esses fenômenos pra nós.

JOÃO: ah! amiga na nossa turma a aula ainda não aconteceu.

FRAN: Mila, então nos explica que fenômeno é esse.

MILA: esse é o fenômeno da reflexão do som, que pode gerar o Eco, reverberação e Reforço, mas, o que nós ouvimos aqui não foi o eco

JOÃO: como não? Indaga João, se ouvir minha voz se repetindo a frase quase toda

MARIA: isso mesmo a frase quase toda

FRAN: não entendi?

MARIA: Quando falamos, e o intervalo do retorno do som da nossa voz é zero em relação a nós, percebemos o som mais forte isso é reforço, mas, se esse intervalo for maior que zero e menor que 0,1s, então, é a reverberação, parece com o eco, mas, não escutamos a palavra repetida por inteiro só o final dela e a partir do intervalo de 0,1s temos o eco, onde falamos e ouvimos a palavra se repetindo por completo, mas, para isso acontecer precisamos está a 17m de uma parede.

JOÃO: começando a entender

FRAN: fiquei em dúvida em uma coisa. Porque 0,1s?

MILA: porque esse é o intervalo mínimo que nossos ouvidos levam para distinguir sons de fontes diferentes e é chamado de persistência sonora

FRAN: e porque só percebemos o eco se estivermos a 17 m?

MARIA: ah! Essa eu provo pra você fazendo uma simples continha. Vocês lembram da aula de ondas sonoras? Qual foi a velocidade do som no ar que o professor mostrou a vocês?

JOÃO: gente, não entendemos muita coisa e estamos atrasados nos estudos.

FRAN: Eu sei é de 340m/s, eu já sabia dessa informação, vi num filme.

MILA: isso mesmo 1. e como podemos calcular a velocidade do som no ar?

FRAN: Velocidade é a distância dividida pelo tempo?

MILA: muito bem. Porém, ainda tem outro detalhe. Então, se já sabemos que a velocidade do som no Ar é de 340m/s e que a persistência auditiva humana é de 0,1s, podemos usar essa formula para descobri a distância mínima para ouvirmos o eco. Porém, precisamos levar em conta que esse tempo de 0,1s é o tempo que o som leva para ir até a parede e retornar aos nossos ouvidos. Logo nesse caso, precisamos usar a metade desse tempo, pois, assim estaremos medindo a distância só de ida.

JOÃO: Mila posso usar o celular para conferir o resultado?

MILA: pode sim! (Exclama Mila)

JOÃO: deu certo, é isso mesmo 17m

FRAN: MILA E MARIA, como conseguiram aprender tudo isso?

MARIA: Assim como vocês! O que fizemos foi apenas usar o conhecimento prévio que vocês já tinham sobre esses fenômenos, pois já tinham experienciado, como a velocidade do som que viram num filme, e a experiência de perceber no banheiro o fenômeno acústico e inserindo vocês na situação, vocês conseguiram compreender o novo conhecimento.

(Fran elogia Mila e Maria)

FRAN: vocês são muito inteligentes mesmo, e essa é uma forma muito interessante de aprender.

MILA: aprendemos dessa forma com o nosso professor

FRAN: que pena que ele não é o nosso também...

(todas se olham e MILA se despede)

MILA: Meninas, já vou indo, nos vemos outro dia

FRAN e JOÃO agradecem a MILA e MARIA que também sai.

APÊNDICE C – PÓS-TESTE

Sondagem dos alunos, sobre seus conhecimentos após a aplicação do Produto Educacional (PE):

Q1- Antes da atividade, você tinha conhecimento sobre a fisiologia do som? Se sim, quais você conhecia? e quais formas de tratamento para essas anomalias você conhecia?

Q2- Em uma escala de 0 a 10, qual pontuação você atribuiria para a utilização dessa atividade nas aulas de Física?

Q3- Na sua opinião, você conseguiu aprender os conteúdos de Física através da construção dos vídeos? Se sim, indique as vantagens e/ou as desvantagens em aprender Física desta forma.

Q4- Como você descreveria seu grau de satisfação a respeito da atividade em que você participou?

Muito satisfeito

Satisfeito

Indiferente

Pouco satisfeito

Nada satisfeito

Outro:

Q5- Você encontrou alguma dificuldade, durante as explicações ou até mesmo na construção dos vídeos em curta metragem? Se sim, quais foram essas dificuldades?

Q6- Você concorda que através da construção dos vídeos e as discussões realizadas dentro da sala de aula. Esta atividade contribui para o esclarecimento de suas dúvidas em relação a Acústica como os fenômenos sonoros e fisiologia do som?

Concordo totalmente

Concordo mais ou menos

- Não concordo, nem discordo
- Discordo mais ou menos
- Discordo totalmente
- Outro:

Q7- Você participaria novamente dessa atividade?

- Sim
- Não
- Talvez
- Com certeza
- Nunca
- Outro:

Q8 - Você concorda que a atividade proposta contribuiu de forma significativa para o seu aprendizado a respeito dos conteúdos de Acústica relacionado ao som e suas características?

- Concordo totalmente
- Concordo mais ou menos
- Não concordo, nem discordo
- Discordo mais ou menos
- Discordo totalmente
- Outro:

Q9- Você consegue diferenciar as características do som como timbre, intensidade e altura do som?

- Sim
- Não
- Outro:

Q10 - Como você compreende os fenômenos da difração sonora e efeito doppler, após, a realização de produção de vídeos de curta metragem?