

## RELATO DE EXPERIÊNCIA: ATIVIDADES LÚDICAS E EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE ONDAS

### EXPERIENCE REPORT: PLAY AND EXPERIMENTAL ACTIVITIES FOR WAVES TEACHING

Bianca Martins Santos<sup>1</sup>

 ORCID iD: [0000-0002-9967-0834](https://orcid.org/0000-0002-9967-0834)

Hélio Evangelista da Silva<sup>2</sup>

 ORCID iD: [0000-0002-3925-9082](https://orcid.org/0000-0002-3925-9082)

Rayane Casimiro Rosa<sup>3</sup>

 ORCID iD: [0000-0002-1447-2653](https://orcid.org/0000-0002-1447-2653)

#### RESUMO

Nos últimos anos, observa-se a necessidade do professor de Física aprimorar os conhecimentos práticos e teóricos, a fim de ampliar as possibilidades, os contextos e metodologias de aprendizagem. Nesse sentido, o presente trabalho descreve a aplicação do produto educacional “Guia didático para o ensino de ondas”, no qual são apresentadas propostas de ensino para uma sequência didática, com o objetivo de propiciar a aprendizagem significativa através de atividades lúdicas e experimentais. O trabalho de pesquisa foi desenvolvido nas turmas de segundo ano, em uma escola estadual de ensino médio, localizada em Rio Branco – Acre. Como referencial teórico, utilizou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. A análise dos dados foi realizada com base em dois pontos que se alinham aos resultados do trabalho: o conhecimento prévio dos alunos e a apresentação do conteúdo, de modo a facilitar os processos de ensino e de aprendizagem. Como resultado, observou-se que os estudantes participaram ativamente das atividades e aumentaram o desempenho nos exercícios passados em sala. Tais resultados demonstram o potencial do produto educacional, como um instrumento didático para auxiliar o professor de Física em sala de aula.

**Palavras-chave:** Ondas Sonoras. Ensino de Física. Guia Didático.

#### ABSTRACT

In recent years, there is a need for the physics teacher to improve the practical and theoretical knowledge in order to expand the possibilities, contexts and learning methods. In this sense, the present work describes the application of the educational product "Didactic guide for the teaching of waves", in which teaching proposals are presented for a didactic sequence, with the objective of providing meaningful learning through playful and experimental activities. The research work was developed in the second year classes at a public high school, located in Rio Branco - Acre. As a theoretical framework, Ausubel's Theory of Meaningful Learning was used. The analysis of the data was carried out based on two points that align with the results of the work: the students' previous knowledge and the presentation of the content, in order to facilitate the teaching and learning processes. As a result, it was observed that the students actively participated in the activities and increased the performance in the

<sup>1</sup> Doutorado em Física na Universidade Federal Fluminense (UFF). Docente de Física Geral na Universidade Federal do Acre (UFAC), Rodovia BR 364, Km 04, Distrito Industrial, Rio Branco, Acre, Brasil, CEP: 69920-900. E-mail: [bianca8ms@gmail.com](mailto:bianca8ms@gmail.com).

<sup>2</sup> Mestrado em Ensino de Física na Universidade Federal do Acre (UFAC). Professor pela Secretaria Estadual de Educação do Acre (SEE/AC), Rua Rio Grande do Sul, 1907, Conj. Castelo Branco, Rio Branco, Acre, Brasil, CEP: 69911-018. E-mail: [evangelistahelio7@gmail.com](mailto:evangelistahelio7@gmail.com).

<sup>3</sup> Discente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física na Universidade Federal do Acre (UFAC) e professora no Colégio Adventista de Rio Branco, Rua Manaus, 70, Estação Experimental, Rio Branco, Acre, Brasil, CEP: 69919-018. E-mail: [rayane.rosas58@gmail.com](mailto:rayane.rosas58@gmail.com).

exercises spent in the classroom. Such results the potential of the educational product, as a didactic instrument to assist the Physics teacher in the classroom.

**Keywords:** Sound waves. Physics teaching. Didactic guide.

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física há muito tempo tem enfrentado desafios no que se refere ao desenvolvimento de uma metodologia em sala de aula que de fato envolva o estudante nos processos de ensino e de aprendizagem. Observam-se várias dificuldades e problemas que afetam diretamente as escolas brasileiras, destacando-se a falta de laboratórios de ciências e informática, apatia dos alunos e dificuldades para o professor desenvolver metodologias mais significativas para o ensino, bem como a carga horária reduzida, excesso de alunos por turma, entre outros problemas que a educação nacional enfrenta (MOREIRA, 2018).

Segundo Costa e Barros (2015), o ensino de Física é influenciado pela ausência de experimentos, com aulas tradicionais e apoiadas nos livros didáticos. Além disso, outros desafios existem, como: falta de profissionais na área, falta de recurso tecnológico, o currículo desatualizado e descontextualizado. Nesse cenário, as escolas públicas são as mais afetadas por tais problemas. Uma das possibilidades para minimizar os desafios que surgem durante o trabalho docente, como a falta de recursos ou estrutura da escola, encontra-se no uso das metodologias ativas.

Por outro lado, embora muitos desafios existam no contexto do ensino de Física, é conhecido o fato de que diferentes autores apresentaram na literatura relatos sobre novas práticas dentro da sala de aula. Veiga, Dias e Cruz (2015) por exemplo, fazem uma reflexão sobre a utilização do lúdico nas aulas de Física para promover a participação dos alunos em sala. Outra tendência adotada, por muitos professores, relaciona-se ao uso de experimentos de baixo custo. Em paralelo, esses recursos cada vez mais têm sido apresentados dentro de sequências didáticas, como a utilizada por Neto (2017). Nessa direção, o presente trabalho apresenta uma proposta de atividades lúdicas e experimentais, inseridas em uma sequência didática para o ensino de ondas, bem como relata a experiência didática sobre a aplicação dessa sequência em sala de aula.

Nesse contexto, os Parâmetros Curriculares Nacionais+ (PCN+) recomendam que o ensino de Física, no Nível Médio, deve buscar “construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade.” (BRASIL, 2002, p. 59). Para que isso ocorra,

é necessário que o professor contextualize os conceitos teóricos estudados em situações comuns ao dia a dia do aluno e proporcione uma interação ativa e afetiva na sala de aula. De forma que os alunos possam trazer as vivências cotidianas para a sala de aula, possibilitando aproximar as ideias de senso comum produzido na observação e percepção de mundo dos alunos ao conhecimento científico (GERMANO e KULESZA, 2010).

Além disso, a Base Nacional Comum e Curricular (BNCC) destaca a importância de o aluno ser um personagem central no ensino, ao mencionar que: “No Ensino Médio, a área deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã” (BRASIL, 2018, p. 537). Assim, pode-se apontar que o ensino de Física objetiva o desenvolvimento intelectual dos alunos para atuação na sociedade. Para que ocorra esse processo, é necessária uma mudança significativa no ensino tradicional, apenas expositivo e centrado no professor (IMBERNÓN, 2012). Nesse caso, em vez das aulas terem o foco para decorar as fórmulas matemáticas, os professores têm o desafio de modificar o ensino de Física e dar o enfoque na compreensão do conceito e significado das expressões Físicas. A BNCC propõe uma reflexão para os professores: “Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir” (BRASIL, 2018, p. 61).

Com base nessa reflexão, o trabalho utiliza metodologias para buscar facilitar o ensino de ondas, de forma a promover aulas mais significativas para os estudantes. Para isso, consideraram-se algumas inquietações dos autores para o problema que está presente no planejamento e no desenvolvimento do trabalho docente em sala de aula, ao refletir sobre os seguintes questionamentos: “O que fazer para modificar o ensino de Física e promover um ensino mais eficaz?”. Tais ponderações devem ser realizadas pelos professores, quando decidem chamar para si a responsabilidade da própria docência. No lugar de estar limitado e conformado com os desafios que o cercam na carreira docente, o professor pode assumir o papel de um inconformado com a realidade da própria sala de aula e pensar em novas formas de ensinar, para promover uma dinâmica em classe que faça sentido para os alunos.

Por exemplo, a utilização de paródias de músicas conhecidas, pode auxiliar na interpretação de um conceito. Nesse caso, o professor pode ajudar os alunos a refletirem sobre o conteúdo, além de intervir com a finalidade de aplicar o conhecimento ensinado, de forma a tornar o material didático potencialmente significativo e dar subsídios para que uma aprendizagem significativa ocorra. Outra estratégia seria a utilização de experimentos, que devem ser instrumentos mediadores, fazendo com que o aluno passe a aprender através da

prática e observação dos fenômenos durante os experimentos.

Visto que a Física estuda e descreve os fenômenos da natureza, para motivação aos temas estudados em sala, devem ser apresentados exemplos presentes no dia a dia, assim como questionamentos para despertar a curiosidade e promover o interesse à investigação e obtenção de conclusões. Dessa forma, modificando o olhar dos estudantes para a disciplina de Física no Ensino Médio, a qual é considerada chata, repleta de leis, conceitos e exercícios repetitivos de “fórmulas matemáticas” (RICARDO e FREIRE, 2006, p. 254), na tentativa de minimizar o fato de que boa parte dos alunos não extrai nenhum significado ou aplicação dos conteúdos estudados no seu cotidiano.

Nesse contexto, o trabalho tem como objetivo relatar a experiência da aplicação de uma sequência didática que inclui atividades experimentais e lúdicas, como música, jogos e filmes; como propostas para o ensino de ondas. Tais atividades estão descritas no ‘Guia Didático para o Ensino de Ondas: Atividades Lúdicas e Experimentais’<sup>4</sup>. Os métodos utilizados, em sala de aula, por si só não garantem o sucesso do aprendizado, é necessário que o papel do professor como mediador seja destacado e valorizado. Nesse sentido, as sugestões metodológicas vêm justamente auxiliar o trabalho do professor na condução do processo de ensino e aprendizagem, de forma a facilitar o trabalho em sala de aula.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Teoria da aprendizagem significativa

Dentro da teoria da aprendizagem significativa, destacam-se alguns termos importantes, como: disposição para aprender; subsunçores; organizadores prévios; material potencialmente significativo; e assimilação, que inclui a aprendizagem subordinada, superordenada e combinatória, bem como a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Alguns desses conceitos, detalhados resumidamente a seguir, foram considerados para elaboração do guia didático e para análise dos resultados obtidos com aplicação da metodologia de ensino em sala de aula.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 2011) relata que uma nova informação interage de forma não literal e não arbitrária com os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, e tem como finalidade atribuir significado a um novo conceito

---

<sup>4</sup> Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/433061>

que vai ser assimilado pelo aluno e utilizado como novo conhecimento. Dessa forma, a aprendizagem vai ocorrer significativamente e será facilitada porque os novos conhecimentos serão agregados com o seu conhecimento cognitivo, tornando-o um novo conhecimento e com significado na sua estrutura mental. Quando Ausubel fala de “conceito subsunçor”, significa dizer que o novo conhecimento irá se relacionar ou ancorar-se com algum conhecimento que é relevante, afim de constuir um sentido real para o indivíduo.

Além disso, a mencionada teoria apresenta o uso dos organizadores prévios como uma estratégia proposta por Ausubel, para facilitar a aprendizagem significativa. Esclarecendo o que são os organizadores prévios, Moreira (1999) explica que “Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si.” (MOREIRA, 1999, p. 155). Os organizadores prévios auxiliam o professor na sala de aula, servindo como uma ponte entre o que o aluno já compreende e o que ele vai aprender, para que realmente o conteúdo seja assimilado e compreendido, gerando assim uma aprendizagem significativa. Esse conceito foi considerado nas aulas iniciais sobre ondas para elaboração do guia didático, bem como para análise dos resultados.

No intuito de promover uma aprendizagem significativa no ensino de Física, é necessário que existam as condições para o aprendizado, entre essas condições, destaca-se a disposição do aluno para aprender. Para Masini (2011), não se deve desconsiderar o aluno como o sujeito aprendiz na sua individualidade e na sua complexidade das interações do seu dia a dia, uma vez que esse aluno tem capacidade de perceber e compreender o que está a sua volta, bem como de organizar e dar significado ao conhecimento adquirido.

Segundo Ausubel apud Moreira (1999, p. 156), uma das condições para que ocorra a aprendizagem significativa, “é que o material a ser aprendido seja relacionável (ou incorporável) à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não literal.” Dessa forma, um material que é formulado com essas características é considerado um material potencialmente significativo, que tem como objetivo auxiliar os alunos a desenvolverem sua capacidade de argumentação e reflexão sobre o conteúdo trabalhado em sala de aula, possibilitando assim uma interação maior entre professor e aluno.

Seguindo essa linha de raciocínio, uma sequência didática foi formulada com o objetivo de auxiliar o aluno na associação do conhecimento prévio de ondas sonoras às observações das diversas situações que envolvem ondas no cotidiano. Além disso, foi proposta uma paródia, para desempenhar o papel de um organizador prévio, desenvolvida a partir de uma música conhecida por todos os alunos, “Baile de favela”. Nesse ponto, buscou-se contemplar um estilo musical apreciado por grande parte dos estudantes, que pudesse desempenhar a função de

motivar o aluno a desenvolver a disposição para aprender. Por fim, outros recursos como vídeos e experimentos foram utilizados para construção do material, com a finalidade de ser potencialmente significativo.

## 2.2 Atividades lúdicas e experimentais

Segundo o dicionário **Aurélio online**, o lúdico é “relativo a jogo ou divertimento, que serve para divertir ou dar prazer”, portanto, uma atividade lúdica é uma atividade de entretenimento, que dará prazer e proporcionará diversão às pessoas envolvidas. As atividades lúdicas são importantes ferramentas no ensino de Física, pois essas podem produzir momentos de aprendizado, em que o aluno aprenda brincando.

A inserção de atividades lúdicas no ensino de Física pode e deve ser utilizada como meio motivador para os alunos compreenderem os conceitos envolvidos no conteúdo, como por exemplo, a utilização de músicas. Como descrevem Moreira, Santos e Coelho (2014):

Nesse sentido, a música desenvolve na criança sensibilidade, criatividade, senso crítico, ouvido musical, prazer em ouvir, expressão corporal, imaginação, memória, atenção, concentração, respeito ao próximo, autoestima, enfim, uma infinidade de benefícios é proporcionada por ela. (MOREIRA, SANTOS e COELHO, 2014, p. 59)

Portanto, a utilização do lúdico é uma ferramenta pedagógica que pode colaborar para a compreensão, o desenvolvimento das competências e habilidades que irão contribuir para o entendimento do conteúdo trabalhado em sala de aula, e também pode aproximar os conceitos físicos da realidade do aluno.

Sobre a importância de usar atividades lúdicas no ensino de Física, existem vários autores que relatam sua praticidade, como por exemplo Nascimento e Ventura (1995), os quais descrevem uma atividade lúdica realizada mediante desafios experimentais. Nessa atividade, os alunos resolveram as questões propostas nos livros didáticos através da realização de experimentos. Já Moreira, Santos e Coelho (2014) destacam a importância da utilização da música como elemento lúdico no ensino de Física, para promover a interação e participação dos alunos. Enquanto que Pocay (2014) relata na dissertação de mestrado uma proposta didática utilizando as letras das músicas na sala de aula, com o objetivo de auxiliar a compreensão e a investigação dos conceitos físicos, possibilitando assim a contextualização da música com o conteúdo de Física Moderna. Dessa maneira, o ambiente tornou-se descontraído para os alunos

expressarem suas conclusões e opiniões sobre o tema, bem como relacionarem os conhecimentos prévios sobre o assunto com o tema desenvolvido em sala de aula.

De forma geral, as atividades didáticas propostas com a utilização da música produzem bons resultados no ensino de Física, auxiliando os alunos na compreensão dos conceitos físicos de uma forma descontraída, mas com comprometimento. Além da música constituir-se em um instrumento didático de grande potencial no ambiente escolar, ela poderá contribuir para uma aprendizagem significativa, motivando os alunos para a realização das atividades propostas nas aulas e servindo também como estímulo para desenvolver as habilidades e os conhecimentos sobre o tema estudado. De forma que os alunos terão a oportunidade de desenvolver os conceitos e assimilar os fenômenos físicos (LERIAS, 2016; SILVA, 2012).

Quanto aos recortes de filmes, vídeos e desenhos, esses também podem ser utilizados como estratégia didática para o ensino de Física, com o objetivo de relacionar os conceitos propostos com o processo de aprendizagem do aluno, também como ferramenta motivadora para alunos e professores, bem como um recurso tecnológico para a prática de ensino e para a facilitação no uso das metodologias didáticas (CLEMES, FILHO e COSTA, 2012).

A utilização dos vídeos podem contribuir para aplicação de uma metodologia mais atrativa em sala de aula. Muchenski e Beilner (2015) mencionam resultados positivos quanto à utilização dos vídeos em sala de aula, enfatizando que a partir de um bom planejamento e um bom roteiro de acordo com o conteúdo trabalhado, o professor terá alternativas didáticas para propor um ensino atrativo e dinâmico em sala de aula.

Além disso, para contribuir com um ensino significativo dos conteúdos de Física, é importante a realização de experimentos que auxiliarão o professor em sala de aula. A realização de experimentos de baixo custo, por exemplo, propicia aos professores e alunos a oportunidade de construção de um conhecimento sobre os fenômenos do dia a dia e uma participação efetiva dos alunos sem muitos gastos. Sobre a utilização dos experimentos no ensino, Borges (2002) define:

O objetivo da atividade prática pode ser o de testar uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos aprendidos nas 'aulas teóricas', descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, 'ver na prática' o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica. (BORGES, 2002, p. 296)

Duarte (2012) mostra a importância de realizar experimentos de baixo custo como uma alternativa para substituir a falta de laboratórios equipados nas escolas. Essas atividades também podem contribuir para aproximar o aluno da ciência, através de materiais disponíveis

no seu cotidiano. Além disso, o autor aponta que esse serve como auxílio aos processos de ensino e de aprendizagem, bem como constitui uma ferramenta para que os alunos compreendam a ciência como uma forma de representação dos fenômenos naturais de Física.

Sobre as vantagens da utilização dos experimentos de baixo custo, Moreira (2015) destaca que:

[...] o fácil manuseio dos equipamentos e experimentos de baixo custo no ensino de Física, proporciona um maior interesse do aluno com a disciplina, o qual já se encontra familiarizado com os materiais, levando-o a descoberta de que o ensino teórico tem uma aplicabilidade prática ao invés de ser puramente teórico, quadro e giz. (MOREIRA, 2015, p. 22)

Outra estratégia, para trabalhar com experimentação em sala de aula, é o uso de *smartphones* ou aplicativos para o ensino de Física. A sequência didática relatada, no presente trabalho, inclui o uso de *smartphones* como uma ferramenta didática para auxiliar o professor nas aulas de Física. Essa é uma tecnologia com potencial educacional, objetivando tornar as aulas mais dinâmicas, com a utilização de aplicativos para simular os experimentos propostos nos livros didáticos.

Com a intenção de auxiliar o professor nas aulas de Física, Vieira (2013) descreve experimentos didáticos utilizando *tablets* e *smartphones* como instrumentos para a realização de experimentos de detecção, coleta, armazenamento e apresentação de dados, no Ensino Médio e Fundamental, abordando temas como cinemática, dinâmica, eletromagnetismo, óptica e ondas sonoras. Sobre a praticidade dos aparelhos tecnológicos, Vieira menciona que

“Quase todos os *tablets* e *smartphones* são equipados com acelerômetro, magnetômetro, câmera, microfone, giroscópio, luxímetro e outros sensores que, como veremos, podem ser facilmente usados em atividades experimentais nas salas de aula. Os aparelhos são amplamente difundidos entre os jovens em idade escolar, tanto alunos do ensino público quanto do particular.” (VIEIRA, 2013, p. 2)

Nesse sentido, é possível a utilização dos aparelhos tecnológicos, para estabelecer uma relação dos fenômenos físicos com o que os alunos observam no seu dia a dia.

### 2.3 Conceitos físicos abordados

Os conceitos físicos abordados dentro da sequência didática proposta incluem a descrição básica e classificações das ondas; e alguns fenômenos associados à propagação das ondas, como: refração e reflexão de onda mecânica, ondas estacionárias em cordas vibrantes,

diferença entre a propagação do som e da luz, e efeito Doppler. Vale ressaltar que para trabalhar todos os temas propostos em sala foram utilizados alguns livros didáticos (GASPAR, 2017; GUIMARÃES, PIQUEIRA e CARRON, 2017; KAZUHITO e FUKU, 2017; MARTINI et al, 2016).

De forma resumida, o movimento ondulatório consiste em uma agitação capaz de transportar energia, sem o transporte de matéria. As ondas são classificadas quanto à natureza em: mecânica, que precisa de um meio material para existir, como exemplo as ondas propagando na água, ar, metal, etc.; e eletromagnética, que não precisa de um meio material para existir e se propaga no vácuo, como exemplo a luz, raios-X, ondas de rádio, etc. Além disso, quanto ao tipo de vibração têm-se: longitudinal e transversal, no qual a vibração está na mesma direção de propagação ou na direção perpendicular, respectivamente. Quanto à direção de propagação, podem-se propagar em: uma (unidimensional); duas (bidimensional); ou três (tridimensional) direções. Como exemplo, existem ondas em uma corda, ondas na superfície de um lago e o som, respectivamente. Esse assunto foi abordado com o uso de uma paródia.

Outros conceitos foram trabalhados com uso de experimentação simples em cordas e através do simulador *Phet*, como reflexão e refração. A reflexão ocorre sempre que uma onda atinge determinada superfície e volta a propagar-se no meio de origem; a refração, por sua vez, acontece quando a onda muda seu meio de propagação. Já para abordagem da diferença entre ondas mecânicas e eletromagnéticas, tomando como exemplo a propagação do som e da luz, utilizou-se cenas do filme *Star Wars* e momentos de discussões.

Dentro da proposta de ensino, destacou-se ainda a relação do termo onda estar intimamente ligado ao movimento, bem como o termo estacionário significar algo imóvel, parado, sem movimento. Enquanto que ao utilizar o termo onda estacionária, poderia, a princípio, soar estranho como “movimento parado”. Nesse caso, onda estacionária é apenas um nome composto, baseado na expressão reduzida de que são ondas que permanecem em uma posição constante em um intervalo de tempo arbitrário. Para esse tema, um experimento específico foi utilizado e segue apresentado na metodologia.

Por fim, o Efeito Doppler, para ondas mecânicas, é o fenômeno pelo qual um observador percebe uma frequência sonora diferente da emitida por uma fonte, em virtude do movimento relativo de aproximação ou afastamento entre a fonte e o observador. Tal fenômeno se faz presente no cotidiano, por exemplo, uma ambulância com a sirene ligada ao passar em uma rodovia e uma pessoa parada no ponto de ônibus ouvindo o som da ambulância: durante a aproximação, a pessoa escuta o som mais agudo (frequência maior); ao se afastar, a pessoa escuta o som mais grave (frequência menor). Para trabalhar esse tema, situações do cotidiano

foram utilizados, bem como experimentos de baixo custo. A seguir, são apresentadas algumas considerações importantes sobre esse fenômeno.

O efeito Doppler, para o som, é utilizado, por exemplo, para medir a velocidade de objetos por meio de ondas que são emitidas por aparelhos baseados em radiofrequência ou lasers, como os radares. O radar emite um feixe de micro-ondas com uma certa frequência própria ( $f$ ). O carro que esteja se aproximando reflete o feixe de micro-ondas, que é captado pelo detector do aparelho de radar. Por causa do efeito Doppler, a frequência recebida ( $f'$ ) é maior ( $f$ ). O aparelho compara as frequências e determina a velocidade do carro (BAUER, WESTFALL e DIAS, 2012). Assim, o efeito Doppler, para ondas sonoras, aparece devido à dependência de duas velocidades: a da fonte em relação ao meio em que a onda se propaga e a do observador (detector) em relação ao meio de propagação (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016).

Na Astronomia, esse fenômeno é usado para medir a velocidade relativa das estrelas, galáxias e de outros objetos emissores de luz em relação ao planeta Terra. Para uma estrela em repouso em relação à Terra, detecta-se a frequência própria da luz emitida ( $f$ ), quando essa se aproxima ou se afasta, a frequência detectada aumenta ou diminui. Para luz, esse efeito está associado a uma consequência da teoria da relatividade restrita de Einstein. Nesse ponto, ressalta-se que a luz é uma onda eletromagnética que se propaga no vácuo com velocidade constante (m/s), e pelo postulado de Einstein a velocidade da luz (no vácuo) é a velocidade máxima e é a mesma em qualquer referencial inercial. Como consequência de manter a velocidade constante, as relações de espaço e tempo são alteradas. Em cinemática, geralmente ensinada no primeiro ano do Ensino Médio, estuda-se a relação básica de Movimento Uniforme (MU), isto é, a velocidade é igual a variação do espaço, dividido pelo intervalo de tempo gasto durante o movimento. Nesse caso, como a velocidade deve ser constante, obtém-se como consequência o efeito de dilatação do tempo e contração do espaço. Logo, a dilatação temporal modifica todos os outros observáveis relacionados ao tempo, como a frequência, por exemplo. O deslocamento de frequência relativístico age de forma similar ao Efeito Doppler, mas tem origem na dilatação temporal ao invés de no movimento do meio de propagação da onda em relação ao observador ou fonte. Quando a fonte de luz está se afastando do observador, este detecta um comprimento de onda maior que o emitido pela fonte, logo há um deslocamento do comprimento de onda para o vermelho. Quando a fonte de luz está se aproximando do observador, este detecta um comprimento de onda menor que o emitido pela fonte, logo há um deslocamento do comprimento de onda para o azul (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016).

Assim, em observações astronômicas de estrelas, galáxias e outras fontes de luz, pode-se medir o deslocamento do comprimento de onda originada no efeito Doppler e determinar a velocidade da fonte. Se for observado um deslocamento para o vermelho, a fonte está se afastando; e se for observado o deslocamento para o azul, a fonte está se aproximando. Praticamente todas as galáxias no universo tem um deslocamento para o vermelho, ou seja, estão se afastando da Terra, quanto mais longe elas estejam, maior o deslocamento para o vermelho (BAUER, WESTFALL e DIAS, 2012).

Todos os conceitos mencionados foram apresentados aos alunos durante a sequência didática, porém com o enfoque no Efeito Doppler para onda sonora emitida por uma fonte em movimento em relação ao observador.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Delineamento do trabalho

O presente trabalho foi elaborado com base em análise quantitativa (TERENCE e FILHO, 2006) e qualitativa (FONSECA, 2002). Essas possibilitam uma aproximação e um entendimento da realidade, para a investigação e análise das informações (GIL, 2007). A análise de caráter quantitativo e qualitativo foi utilizada para analisar os dados obtidos dos questionários aplicados<sup>5</sup>. Para a análise dos dados, foi usado o programa Excel, objetivando tabular e quantizar os resultados. A escolha do programa foi também devido à praticidade, além de fornecer dados estatísticos e gráficos com os resultados tabulados. A utilização da análise qualitativa no trabalho, deve-se ao fato de possuir um caráter descritivo e possibilitar a compreensão e explicação dos resultados obtidos por meio da aplicação do produto pedagógico (MINAYO, 2002).

O trabalho retrata os resultados sobre a aplicação da sequência didática proposta em uma situação real de sala de aula, para duas turmas do segundo ano do Ensino Médio, em uma escola pública da rede estadual de Rio Branco, durante o quarto bimestre da escola, no turno da manhã, durante o ano de 2018. Para cada turma, foram necessários quatro dias durante um mês, com dois tempos de aulas de 50 min em cada dia. A escola localiza-se no centro da cidade e possui doze turmas de Ensino Médio, nos turnos matutino e vespertino. Por ser uma escola centralizada, ela atende alunos de várias partes da cidade, e a grande maioria dos alunos tem

---

<sup>5</sup> Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/433061>

perfil de classe social média, sendo que a grande maioria possui *smartphones* com *internet*, fato que possibilitou a utilização dos aparelhos no experimento de ondas sonoras. As aulas foram desenvolvidas nos horários programados para a disciplina de Física. Assim, as duas turmas que participaram da pesquisa foram identificadas como: a turma A, nas quartas-feiras durante o mês de outubro e, a turma B, nas sextas-feiras no mês de novembro, ambas no turno da manhã. Cada turma possuía entre trinta e cinco a quarenta alunos. Vale ressaltar que o autor do trabalho não era o professor da turma, no entanto, as aulas sempre contaram com a presença do professor regente da disciplina de Física, que durante a aplicação do produto educacional, participou e auxiliou os alunos na sala de aula.

### 3.2 Sequência didática aplicada

O objetivo principal do trabalho é propor e relatar a experiência da aplicação de uma sequência didática para o ensino de ondas, utilizando atividades simples e de fácil realização. O resumo das etapas desenvolvidas e o tempo gasto estão apresentadas no Quadro 1.

Etapa	Encontro	Atividade	Tempo
1°	Pré-encontro	Aplicação do questionário inicial*.	15 min
2°	Aula 1	Introdução do assunto de Ondulatória; Aplicação da Paródia; Avaliação dos conhecimentos relacionados.	85 min
3°	Aula 2	Perguntas motivacionais sobre conceitos básicos de onda; Experimentação sobre reflexão e refração na corda; Simulação sobre o comportamento de ondas em uma corda; Avaliação dos conhecimentos relacionados.	100 min
4°	Aula 3	Introdução sobre propagação das ondas sonoras e o efeito Doppler; Exibição do trecho do filme Star Wars; Atividade experimental do efeito Doppler na quadra de esportes da escola; Avaliação dos conhecimentos relacionados.	100 min
5°	Aula 4	Experimento em cordas vibrantes.	90 min
6°	Final da Aula 4	Aplicação do questionário final*.	10 min

**Quadro 1** - Sequência didática aplicada. \*Disponível no “Guia Didático para o Ensino de Ondas: Atividades Lúdicas e Experimentais” (<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/433061>, 2019, p. 19-21).

Fonte: Próprio autor.

Em sala de aula, foi proposta uma reflexão sobre o conhecimento prévio que eles adquiriram sobre o assunto de ondas, bem como foi oportunizado espaços para eles falarem o que conheciam sobre as ondas sonoras, como elas são criadas, como chegam aos nossos ouvidos, entre outros. Para introduzir o assunto, foram destacadas algumas situações vivenciadas diariamente pelos discentes, a saber, quando eles estão ouvindo músicas, quando estão conversando no celular ou quando ouvem um “grito” de seus pais. O uso desses exemplos

do dia a dia e a paródia (Figura 1) foram pensados como organizadores prévios, de forma a organizar os subsunçores na estrutura cognitiva dos alunos, para ancorar novos conceitos nos encontros seguintes, como a reflexão e refração de uma onda sonora. Quando os educandos assimilam e modificam o conhecimento prévio, isso servirá como novo subsunçor, permitindo que haja novas interações.

**Paródia – Baile de Favela**  
Ondulatória, pega essa ideia  
Lá vem a onda com agitação dela  
E o que ela faz é uma tragédia  
**Leva energia, mas não leva a matéria**  
E pra classificar, eu vou te falar  
De forma e natureza, mas olha que beleza  
Quanto a sua forma, tem **longitudinal**  
Que segue só pra frente sem olhar pra lateral  
Já a **transversal** pode até levar  
Pra cima ou pra baixo e pra frente legal  
E quanto a natureza, tem duas “opção”  
Eletromagnética e mecânica, irmão  
**Mecânica** precisa de um meio material  
Pra **eletromagnética** um vácuo tá legal  
E quanto a direção, vou te dar a real  
Tem **uni** e tem **bi** e tem a **tridimensional**.

**Figura 1** – Paródia da música Baile de Favela para o ensino de ondulatória

Fonte: Disponível no “Guia Didático para o Ensino de Ondas: Atividades Lúdicas e Experimentais”  
(<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/433061>, 2019, p. 6).

Em seguida, para que os alunos entendessem os fenômenos da reflexão e refração, foi realizada a atividade experimental com materiais simples e de baixo custo: cordas com densidades e diâmetros diferentes. Na atividade, os alunos primeiramente deveriam fixar uma das extremidades da corda e depois com a corda tensionada, aplicariam um pulso na corda, produzindo uma onda. O mesmo procedimento foi realizado utilizando a corda, porém com a extremidade livre.

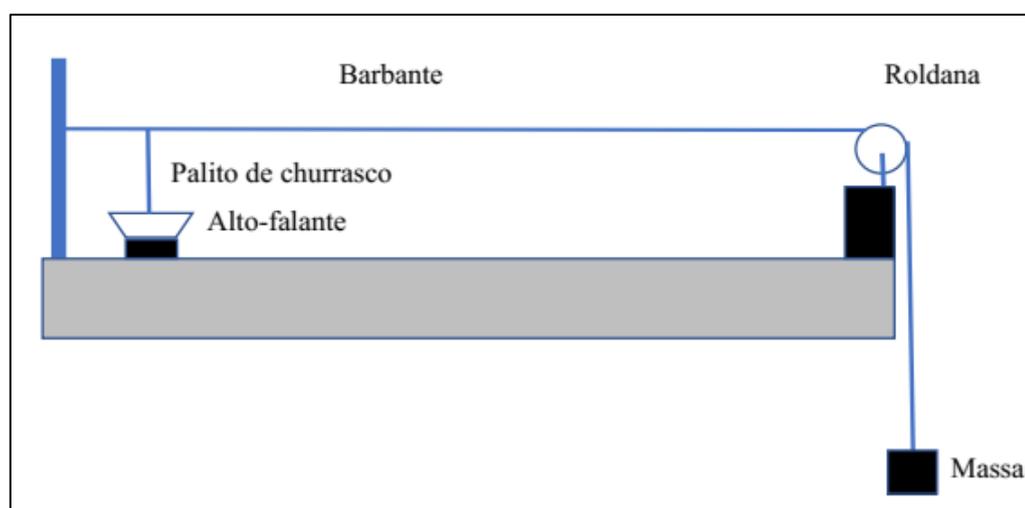
Após a conclusão dessa etapa, utilizando o computador e o projetor de imagens, foi demonstrado, através do simulador *Phet Simulation*, o experimento virtual “Onda em corda”, em que os alunos observaram o mesmo experimento realizado fisicamente, porém agora via simulação. Com tal recurso, foi observado o comportamento de um pulso se propagando em uma corda com a extremidade fixa e com a extremidade móvel. Ao final das simulações, outros recursos do mesmo simulador foram apresentados para os alunos, a saber: o comportamento da corda oscilante com a extremidade fixa e móvel, bem como o comportamento da corda via pulsos predeterminados (valor limitado de amplitude e tempo) com a extremidade fixa e móvel.

Na terceira aula, foram introduzidos novos conceitos sobre a propagação das ondas

sonoras e o efeito Doppler. Nesse momento, foi utilizado o vídeo com o recorte do filme “Star Wars III”. Depois da exibição do vídeo, fez-se a seguinte indagação: “O trecho mostra uma batalha espacial onde tiros sonorizados de lasers e explosões tomam conta do cenário. Com base nas cenas do filme, é possível que o som se propague no espaço como é retratado no vídeo?” (Guia Didático, 2019, p. 12). Depois da discussão sobre o vídeo, as turmas realizaram o experimento sobre o efeito Doppler na quadra de esporte, onde os alunos foram divididos novamente em grupos de quatro a cinco componentes, para a realização de quatro situações. Para isso, cada grupo recebeu um apito.

Na primeira situação, um dos componentes do grupo soava o apito e caminhava na quadra afastando-se do grupo de alunos que estavam em repouso na extremidade da quadra. Na segunda situação, o aluno apitava e aproximava-se do mesmo grupo em repouso. Já na terceira situação, o aluno continuava soando o apito e caminhando junto com o grupo no mesmo sentido. Na quarta e última situação, o aluno soando o apito e o grupo de alunos caminhando em sentidos opostos. Cada grupo registrou as observações realizadas no experimento, na quadra de esporte.

Na quarta aula, foi aprofundado o tema de ondas através do experimento em cordas vibrantes. Para realização desse experimento, os alunos fizeram o download de aplicativos de emissão de frequência sonora, o “*Pa Tone*” para o sistema *Android* e do “*Tone Generation*” para o sistema *IOS*.



**Figura 2** – Esquema experimental sobre ondas estacionárias em cordas vibrantes: ressonância. Fonte: Disponível no “Guia Didático para o Ensino de Ondas: Atividades Lúdicas e Experimentais” (<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/433061>, 2019, p. 15).

A montagem do experimento foi realizada em sala de aula pelos alunos e com a orientação do professor. Conforme indicado na Figura 2, foram utilizadas duas hastes para fixar o barbante e a roldana, depois foi colocado um objeto suspenso pelo barbante, de massa

conhecida. E abaixo do barbante, foi colocado um palito de churrasquinho, fixado em uma caixa de som de potência de 5 W. A caixa de som foi plugada ao celular dos alunos, para a utilização do aplicativo para a emissão de frequência.

Com a montagem do aparato experimental (Figura 3 - esquerda), os estudantes registraram os dados da massa do objeto suspenso, o comprimento do barbante que foi medido pelos alunos, utilizando régua de trinta centímetros. O procedimento experimental requeria dos estudantes aumentarem a frequência no aplicativo “*Pa Tone*” ou “*Tone Generation*” até o surgimento de ventres no barbante, como exemplificado na Figura 3 (direita). Para essa dada frequência, os discentes anotavam a frequência e o número de ventres formados no barbante. O procedimento foi repetido para as configurações de um, dois e três ventres. Depois, os alunos aplicaram os valores medidos nas equações matemáticas de ondas sonoras para a velocidade e para a frequência, respectivamente dadas por:

$$v^2 = T/\mu \quad \text{e} \quad f_n = (nv_n)/(2l) \quad (2)$$

O objetivo do experimento e a utilização das equações era para determinar a densidade ( $\mu$ ) do barbante e também para resolver a quarta avaliação escrita, que foi distribuída em xerox para os alunos.



**Figura 3** – Foto do experimento sobre ondas estacionárias em cordas vibrantes: ressonância (esquerda). Dois ventres observados na corda (direita).

Fonte: Próprio autor.

Vale ressaltar que no início e no final da sequência didática, foram aplicados questionários. Os dados de observação das aulas e respostas fornecidas pelos alunos durante os questionários foram analisados e apresentados na seção seguinte.

#### 4 ANÁLISES E RESULTADOS

São apresentados resultados quanto ao uso da sequência didática que possui atividades lúdicas e experimentais, sobre os conceitos introdutórios de onda; fenômeno de reflexão e refração; propagação de ondas sonoras e efeito Doppler; bem como o efeito de ressonância de ondas estacionárias em cordas vibrantes. Quanto ao uso da música, foram trabalhados os conceitos de onda; o que ela pode transportar; a natureza das ondas entre Eletromagnética e Mecânica; a diferença entre elas quanto à forma longitudinal e transversal; bem como a classificação quanto à dimensão. Tal recurso didático foi apropriado, pois verificou-se que esse estilo de música fazia parte do contexto dos alunos, e todos conheciam a música original. Como primeiro resultado, o estilo musical escolhido agradou a todos os alunos das duas turmas, eles cantaram várias vezes, e todos os estudantes participaram da atividade lúdica (Figura 4).



**Figura 4** – Momentos da participação dos alunos, turma A (esquerda) e B (direita), na paródia.

Fonte: Próprio autor.

Ao final do momento dedicado a aprender e cantar a paródia, foi aplicada a atividade de avaliação, que os alunos fizeram com base na aula, bem como consulta ao livro didático e à internet no celular. Observou-se a participação da grande maioria dos alunos, o interesse em resolver o questionário, além realizarem pesquisas e fazerem perguntas entre si, e ainda consultarem o professor para tirar as dúvidas sobre o conteúdo. De acordo com Moreira, Santos e Coelho (2014, p. 54), “o uso da música em sala de aula possibilita um ensino dinâmico”. Depois da realização da atividade com a música, ficou bem evidente o compromisso dos alunos com as tarefas propostas e a dinâmica para realização da avaliação.

Na aula seguinte, houve a realização do experimento sobre o fenômeno da reflexão e da refração em uma corda (Figura 5). Nessa atividade, observou-se o interesse dos alunos para realizar e participar do trabalho, construindo assim o conhecimento sobre o assunto de reflexão

e refração de ondas. Os alunos concluíram que um simples experimento e o uso da simulação podem ajudá-los a compreender os conceitos envolvidos de reflexão e refração em uma corda, de acordo com a exemplificação dos livros didáticos.



**Figura 5** – Momentos da participação dos alunos, turma A (esquerda e centro) e B (direita), na atividade experimental sobre reflexão e refração na corda.

Fonte: Próprio autor.

Com bases nos objetivos apresentados, ficou evidente a atitude dos alunos, o interesse e a satisfação de entender e observar o fenômeno físico por meio do experimento. Alguns alunos também demonstraram habilidades em investigar o conteúdo para aprofundar o conhecimento. Nesse ponto, destaca-se o papel dos experimentos e sua importância segundo Santos, Piassi e Ferreira (2004):

Assim, as atividades experimentais são uma maneira de aproximar esses alunos da Física de forma mais concreta. Ainda para os alunos que já atingiram o estágio das operações formais, as atividades experimentais, se não são imprescindíveis, é justamente e somente nessa fase que elas se apresentam como possibilidade de exercício completo. Logo, são importantes para todos os estudantes. (SANTOS, PIASSI e FERREIRA, 2004, p. 6).

Com base na literatura citada, o trabalho do professor em sala de aula e as aulas de Física tornam-se atraentes com a inclusão de atividades práticas, fazendo com que os alunos tenham interesse e compromisso na realização das atividades propostas.

Sobre a exibição do vídeo, com o objetivo de ilustrar e exemplificar o conteúdo de ensino de ondas sonoras e sua propagação, principalmente analisar a propagação do som no espaço, como são retratados nos filmes de ficção científica, ficaria o questionamento se seria possível ou não. Foi observado que os alunos fizeram questionamentos sobre a propagação do som, utilizando os conceitos envolvidos, e chegaram à conclusão de que o som no vídeo era resultado de efeitos especiais, para tornar mais atraente o filme de ficção científica.

Com base no conceito do efeito Doppler, realizou-se na sequência um segundo experimento com a turma dividida em grupos e com um apito para cada grupo (Figura 6). Depois da realização da atividade, os alunos retornaram para sala, onde cada grupo descreveu

corretamente o que aconteceu na quadra. É interessante notar que todos os grupos participantes chegaram a conclusões corretas sobre a atividade proposta. Quando a fonte emissora afastava e aproximava, os estudantes, em repouso, perceberam a mudança da frequência da onda sonora. Durante o segundo momento, em movimento e sentido opostos, os alunos também relataram a mudança da frequência da onda sonora. E quando estavam em movimento no mesmo sentido, descreveram que não houve a mudança de frequência.



**Figura 6** – Registro da participação dos alunos na atividade experimental sobre o efeito Doppler.

Fonte: Próprio autor.

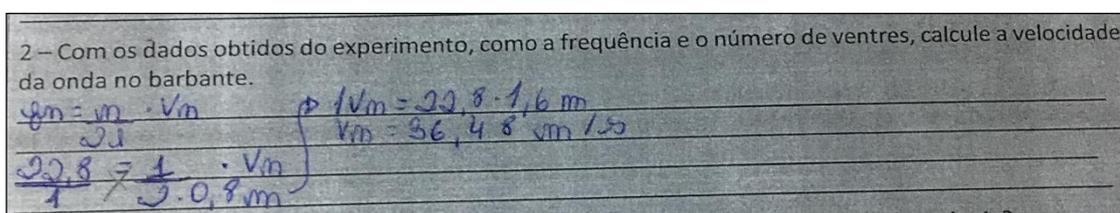
Nesse ponto, uma consideração importante pode ser aplicada sobre os espaços não formais de ensino. Embora todas as atividades propostas na sequência didática tenham sido realizadas no ambiente escolar, algumas delas poderiam ser realizadas no ambiente fora da escola, em espaços não formais de ensino, com o devido planejamento. Entretanto, para que houvesse viabilidade nessa mudança, demandaria mais tempo de planejamento do professor e a mínima assistência da escola com transporte e apoio em materiais necessários, assim como identificado por Reis *et al* (2019).

Ao final da sequência didática, foi realizada a Atividade experimental sobre ondas estacionárias em cordas vibrantes: ressonância. Essa atividade que envolvia o estudo de ondas no barbante foi adaptada do experimento já conhecido (MELLO, 2007; GUEDES, 2015). Mello (2007) usa a relação de Taylor e a equação da velocidade da onda, para determinar a densidade do nylon. Enquanto que Guedes (2015) realiza o mesmo experimento, mas utilizando uma corda de algodão. Nos trabalhos, é possível determinar a densidade da corda utilizada, a frequência, a tensão, a velocidade e o número de harmônicos produzidos.

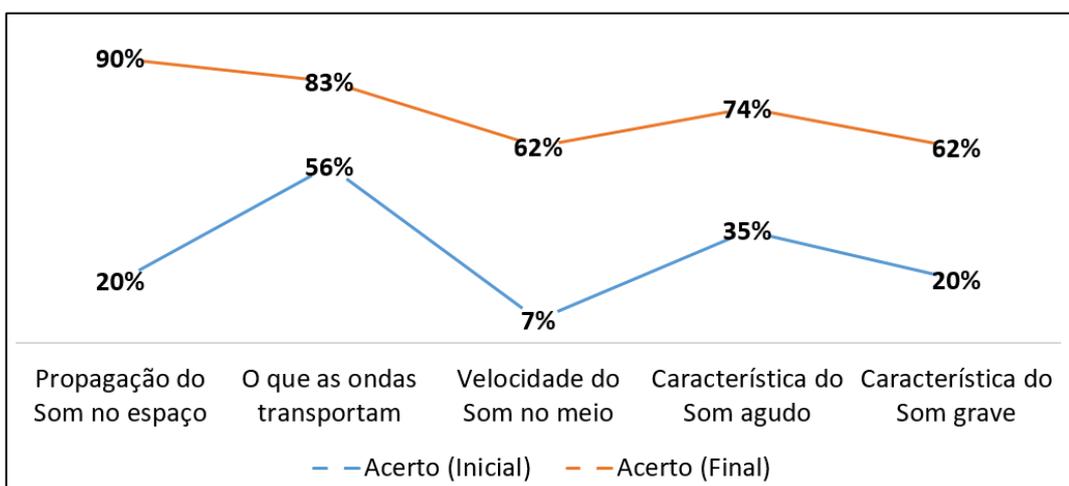
Antes de realizar o experimento, os alunos fizeram o download do aplicativo “*Pa Tone*” para *Android* e do “*Tone Generation*” para *IOS*. Esses aplicativos servem como gerador de ondas que é transmitido através de uma caixa de som de 5 W. Com a orientação do professor, os alunos montaram e realizaram o experimento, fizeram as observações e anotações para

determinar a densidade do barbante. Com base nas informações obtidas, os alunos não tiveram dificuldade de comprovar as relações matemáticas.

O resultado dessa etapa após a avaliação escrita foi positivo. Assim como nas etapas anteriores, os alunos utilizaram os livros didáticos, os dados móveis dos próprios celulares para realizarem pesquisas sobre o tema na internet, além dos dados obtidos do experimento. As poucas dúvidas que surgiram foram em relação à aplicação das equações matemáticas, sendo que o professor auxiliou os alunos. Com base no experimento realizado em sala de aula das ondas sonoras em corda vibrante, os alunos registraram a frequência de 22,8 Hz, o número de ventres formada no barbante de  $n = 1$  e o comprimento do barbante de  $l = 0,8$  m, com esses dados os alunos calcularam a velocidade conforme a Figura 7.



**Figura 7** – Registro da resolução da questão após o experimento das cordas vibrantes.  
Fonte: Próprio autor.



**Figura 8** – Comparação entre os percentuais de acerto por tema abordado nas questões teóricas no momento inicial, antes da aplicação da proposta, e final, após a aplicação.  
Fonte: Próprio autor.

Quanto ao conhecimento prévio dos alunos, foram aplicadas questões teóricas para verificar o que os discentes conheciam sobre os temas a serem estudados. Ao final das aulas propostas, as mesmas perguntas foram aplicadas para comparação. Na Figura 8, está apresentado o comparativo entre os acertos das questões teóricas no momento inicial, antes da aplicação da proposta, e final, após a aplicação. Estão exibidos os percentuais de acerto por

tema abordado nas questões. Verificou-se que as respostas corretas aumentaram após a aplicação das atividades lúdicas e experimentais.

Os resultados demonstram que é possível o uso atividades lúdicas e experimentais para o ensino de Física, com a finalidade de tornar o conteúdo de Física agradável, de forma que possa ser compreendido pelos alunos, além de permitir aproximar os fenômenos físicos da realidade e do conhecimento prévio dos estudantes. Conforme os PCN+ (2002) destacam

Os alunos chegam à escola já trazendo em sua bagagem cultural vários conhecimentos físicos que construíram fora do espaço escolar e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia-a-dia. Muitas vezes, constroem até mesmo modelos explicativos consistentes e diferentes daqueles elaborados pela ciência. (BRASIL, 2002, p. 83)

Assim, pode-se considerar a experiência didática positiva, que tinha como finalidade principal proporcionar a aproximação do conhecimento cognitivo do aluno, vivenciado na sua realidade cotidiana, com os conceitos científicos de ondas sonoras. Além disso, de forma geral, acrescenta-se ainda aos resultados, o fato da experiência didática relatada e elaborada durante o mestrado (SILVA, 2019) em ensino de Física na Universidade Federal do Acre indicar uma mudança inicial na prática docente do professor envolvido, corroborando assim com os resultados apontados por Oliveira et al (2020, p. 10), no qual o ingresso no mestrado profissional pode promover uma “possível ressignificação [...] de muitas das concepções [...], principalmente sobre a ideia do papel do professor e dos estudantes no processo de construção do conhecimento científico”.

## 5 CONSIDERAÇÕES

O objetivo do trabalho de relatar a experiência didática sobre a aplicação de um Guia Didático, com a temática de ondas sonoras para duas turmas do segundo ano do Ensino Médio, de uma escola pública da rede estadual de Rio Branco-AC, foi alcançado. Os resultados mostraram a viabilidade do uso de atividades lúdicas e experimentais como uma ferramenta didática para auxiliar o professor de Física na elaboração de metodologias para sala de aula, e também para facilitar e motivar o estudo do conteúdo de ondas sonoras.

Com base nas considerações descritas nos resultados, é possível destacar a potencialidade dessa ferramenta, utilizando atividades experimentais simples e de baixo custo e atividades lúdicas, como a paródia de uma música e simuladores virtuais de Física, como o *Phet Simulation*, que aplicam os conceitos de ondas sonoras e acústica.

Notou-se ainda uma grande participação dos alunos nas atividades propostas. O interesse e o envolvimento dos alunos foram notáveis, por exemplo, na atividade lúdica com a música, todos os alunos das duas turmas cantaram a paródia, como também no experimento com as cordas, todos os alunos envolveram-se na atividade. Dessa forma, a execução das atividades experimentais e lúdicas com olhar baseado na abordagem de alguns pontos da aprendizagem significativa, mostrou ser uma metodologia aplicável para os professores de Física. E com base nas análises feitas nos questionários e nos registros realizados em sala de aula, e por meio dos relatos dos alunos, percebeu-se que esse tipo de abordagem facilitou a aprendizagem.

Por fim, ressalta-se que qualquer que seja a abordagem utilizada para a elaboração de uma proposta que utilize atividades experimentais e lúdicas, como um instrumento para facilitar a didática do professor e ajudar o aprendizado significativo dos alunos no entendimento correto dos fenômenos relacionados a ondas sonoras ou qualquer outro conceito no conteúdo de Física, tal proposta deve levar em consideração uma metodologia que possa permitir ao aluno a participação ativa, e que faça diferença na vida dele, possibilitando que o estudante formule hipóteses, questionamentos e raciocine sobre como fazer a resolução de problemas, meios esses que irá permitir ao aluno construir o próprio conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela disponibilidade do apoio financeiro, por meio da bolsa concedida, durante o curso de mestrado.

## REFERÊNCIAS

BAUER, Wolfgang; WESTFALL, Gary; DIAS, Helio. **Física Para Universitários – Óptica e Física Moderna**. Porto Alegre: AMGH Editora, 2012.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, 2002, p. 291-303. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>. Acesso em: 27 abr. 2020. Doi: <https://doi.org/10.5007/%25x>.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC) – Etapa do Ensino Médio**. Brasília: 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/bncc-ensino-medio>. Acesso em: 20 dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares**

**Nacionais – Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias: Física.** Brasília: 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

CLEMES, G.; FILHO, H. J. G.; COSTA, S. Vídeo-aula como estratégia de ensino em física. In: **1º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul.** Revista Técnico Científica (IFSC), v. 3, n. 1, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/viewFile/597/427>. Acesso em: 27 abr. 2020.

COSTA, L. G.; BARROS, M. A. O ensino da Física no Brasil: problemas e desafios. In: **ENDUCERE: XII Congresso Nacional de Educação.** Anais, 2015. Disponível em: [https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042\\_8347.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf). Acesso em: 27 abr. 2020.

DUARTE, Sergio Eduardo. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 29, [n. Especial 1], 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p525>. Acesso em: 27 abr. 2020. Doi: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p525>.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Ondas, Óptica e Termodinâmica.** 3. ed. São Paulo: Ática, 2017.

GERMANO, Marcelo Gomes; KULESZA, Wojciech Andrzej. Ciência e Senso Comum: entre rupturas e continuidades. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, 2010, p. 115-135. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n1p115>. Acesso em: 27 abr. 2020. Doi: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2010v27n1p115>.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto; CARRON, Wilson. **Física: Física térmica, Ondas e Óptica.** 2. ed. São Paulo: Ática, 2017.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física 4 - Óptica e Física Moderna.** 10. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2016.

IMBERNÓN, Francisco. **Inovar o Ensino e a Aprendizagem na universidade.** São Paulo: Cortez, 2012.

KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio: Termologia, Óptica e Ondulatória.** 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

LERIAS, W. R. **A Física da música e a Pluralidade Didática.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campo Mourão, 2016. Disponível em:

<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2686/1/fisicamusicapluralidadededidatica.pdf>.

Acesso em: 27 abr. 2020.

MARTINI, Glorinha; SPINELLI, Walter, REIS, Hugo Carneiro; SANT'ANNA, Blaidi. **Conexões com a Física: Estudo do calor, Óptica Geométrica e Fenômenos Ondulatórios**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

MASINI, Elcie Salzano. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 1, 2011, p. 16-24. Disponível em:

[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID2/v1\\_n1\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID2/v1_n1_a2011.pdf). Acesso em: 27 abr. 2020.

MELLO, Giovane Irribarem. Produzindo ondas transversais em cordas de nylon. **Física na Escola**, v. 8, n. 2, 2007, p. 31-32. Disponível em:

<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a08.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2002.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, 2018, p. 73-80. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142018000300073](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300073). Acesso em: 27 abr. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 1. ed. São Paulo: EPU – Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1999.

MOREIRA, M. L. B. **Experimentos de baixo custo no ensino de mecânica para o ensino médio**. 2015. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Garanhuns, 2015.

Disponível em:

<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/5493/2/Marcos%20Luiz%20Batista%20Moreira.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

MOREIRA, Ana Claudia; SANTOS, Halinna; COELHO, Irene da Silva. A música na sala de aula - A música como recurso didático. **UNISANTA Humanitas**, v. 3, n. 1, 2014, p. 41-64.

Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/index.php/hum/article/view/273>. Acesso em: 27 abr. 2020.

MUCHENSKI, Fábio; BEILNER, Gregory. O uso de vídeos como recurso pedagógico para o ensino de física: uma experiência do programa Pibid no Instituto Federal Catarinense – campus Concórdia. **Revista Cadernos Acadêmicos – C. A.**, v. 7, n. 1, 2015, p. 140-154.

Disponível em:

[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Cadernos\\_Academicos/article/view/3083](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Cadernos_Academicos/article/view/3083). Acesso em: 27 abr. 2020.

NASCIMENTO, Silvânia Sousa do; VENTURA, Paulo Cezar Santos. Atividades lúdicas no ensino de Física. **Educação & Tecnologia**, Belo Horizonte, n. 1, 2015, p. 17-21. Disponível em: <https://periodicos.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/view/161>. Acesso em: 27 abr. 2020.

NETO, A. P. S. **Sequência didática para ensino e aprendizagem de Oscilações e Ondas por meio do estudo do telefone celular com enfoque CTSA**. 2017. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Uberlândia, 2017. Disponível em: <http://www.infis.ufu.br/pgcem/api/trabalhos/1702906606.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

OLIVEIRA, Douglas Freitas de; MOREIRA, Alzira Silva; SOARES, Elane Chaveiro; RINALDI, Carlos. Experimentação na concepção de professores mestrados em ensino de ciências naturais. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá (MT), v. 8, n. 1, 2020, p. 10-28. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9251>. Acesso em: 27 abr. 2020. Doi: <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i1.9251>.

POCAY, M. A. H. **Física e música: o uso de canções como ferramenta auxiliar no ensino de física**. 2014. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/131815/000852965.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 abr. 2020.

REIS, Esterline Felix dos; SOUSA, Mônica Feitosa da Costa; ALVES, Dilce dos Santos; PINHO, Maria Iranete Mineiro; RIZZATTI, Ivanise Maria. Espaços não formais de educação na prática pedagógica de professores de ciências. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá (MT), v. 7, n. 3, 2019, p. 23-36. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/8265>. Acesso em: 27 abr. 2020. Doi: <https://doi.org/10.26571/reamec.v7i3.8265>.

RICARDO, Elio; FREIRE, Janaína. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, 2007, p. 251-266. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a10v29n2.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SANTOS, Emerson Izidoro; PIASSI, Luís Paulo de Carvalho; FERREIRA, Norberto Cardoso. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. In: **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, São Paulo, 2004. Disponível em: [http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/\\_atividadesexperimentaisd.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_atividadesexperimentaisd.trabalho.pdf). Acesso em: 27 abr. 2020.

SILVA, M. L. **Paródia: uma estratégia metodológica no ensino de física sobre trabalho e energia**. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2012. Disponível em: <http://ri.ufmt.br/handle/1/1870>. Acesso em: 27 abr. 2020.

SILVA, H. E. **Uma proposta metodológica para o ensino de ondas: atividades lúdicas e experimentais**. 2019. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Rio Branco, 2019. Disponível em:

<http://www2.ufac.br/mnpef/menu/dissertacoes/turma-de-2017/helio-evangelista-dissertacao.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

TERENCE, A. C. F.; FILHO, E. E. Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais. In.: **XXVI ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Anais, Fortaleza, 2006. Disponível em:

[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006\\_tr540368\\_8017.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr540368_8017.pdf). Acesso em: 28 abr. 2020.

VEIGA, L. L. A.; DIAS, A. C. L.; CRUZ, F. A. O. Criatividade, ambiente lúdico e ensino de física: uma reflexão em busca do estímulo para o aprendizado. In: **II Congresso Nacional de Educação - CONEDU**, Campina Grande, 2015. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Frederico\\_Cruz3/publication/313114026\\_CRIATIVIDADE\\_AMBIENTE\\_LUDICO\\_E\\_ENSINO\\_DE\\_FISICA\\_UMA\\_REFLEXAO\\_EM\\_BUSCA\\_DO\\_ESTIMULO\\_PARA\\_O\\_APRENDIZADO/links/5890a333458515aeac92c754/CRIATIVIDADE-AMBIENTE-LUDICO-E-ENSINO-DE-FISICA-UMA-REFLEXAO-EM-BUSCA-DO-ESTIMULO-PARA-O-APRENDIZADO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Frederico_Cruz3/publication/313114026_CRIATIVIDADE_AMBIENTE_LUDICO_E_ENSINO_DE_FISICA_UMA_REFLEXAO_EM_BUSCA_DO_ESTIMULO_PARA_O_APRENDIZADO/links/5890a333458515aeac92c754/CRIATIVIDADE-AMBIENTE-LUDICO-E-ENSINO-DE-FISICA-UMA-REFLEXAO-EM-BUSCA-DO-ESTIMULO-PARA-O-APRENDIZADO.pdf). Acesso em: 28 abr. 2020.

VIEIRA, L. P. **Experimentos de Física com Tablets e Smartphones**. 2013. 107 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em:

[https://www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/dissertacoes/2013\\_Leonardo\\_Vieira/dissertacao\\_Leonardo\\_Vieira.pdf](https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2013_Leonardo_Vieira/dissertacao_Leonardo_Vieira.pdf). Acesso em: 28 abr. 2020.

**Submetido em:** 14 de novembro de 2019.

**Aprovado em:** 23 de abril de 2020.