

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA *CAMPUS* PORTO VELHO CALAMA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**Utilização do tubo de Rubens como ferramenta didática para o ensino de
ondulatória no ensino médio**

DANIEL VALENTIM DE SOUZA MELO

PORTO VELHO/RO

2025

**Utilização do tubo de Rubens como ferramenta didática para o ensino de
ondulatória no ensino médio**

DANIEL VALENTIM DE SOUZA MELO

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Porto Velho Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de licenciado junto ao Curso de Licenciatura em Física sob a orientação da Professora Dra. Neusa Teresinha Rocha Dos Santos

PORTO VELHO/RO

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S237u

Melo, Daniel Valentim de Souza.

Utilização do tubo de Rubens como ferramenta didática para o ensino de ondulatória no ensino médio / Daniel Valentim de Souza Melo, Porto Velho-RO, 2025.

23 f. : il.

Orientador(a): Dra. Neusa Teresinha Rocha dos Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho-RO, 2025.

1. Ensino de Física. 2. Ondulatória. 3. Tubo de Rubens. I. Santos, Neusa Teresinha Rocha dos (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

CDD: 372.3

Bibliotecário(a) Responsável: Evandro Silva de Sousa, CRB-11-956 (Campus Porto Velho Calama)

UTILIZAÇÃO DO TUBO DE RUBENS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDULATÓRIA NO ENSINO MÉDIO¹

MELO, Daniel Valentim de S.²

SANTOS, Neusa T. Rocha dos³

RESUMO

A necessidade de melhoria do entendimento de conceitos abstratos, dentro da ondulatória, tem sido cada vez mais evidente, tornando-se um dos desafios para o ensino de física. Nesse sentido, o artigo discute utilizar o Tubo de Rubens como Ferramenta Didática para o Ensino de Ondulatória em uma turma do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Velho, e verificar, por meio de uma pesquisa de opinião, se houve uma aprendizagem significativa após a sua utilização. O estudo foi desenvolvido em uma escola da rede pública de Porto Velho, e envolveu uma turma com 30 alunos do 2º ano, e o professor de física da turma. No percurso metodológico utilizou-se da abordagem qualitativa e da pesquisa participante, e para a produção de dados, questionários semiabertos para levantar a opinião dos estudantes. Os resultados demonstraram que a utilização da ferramenta pedagógica ampliou o engajamento e a compreensão dos estudantes sobre a temática ondulatória, o que reforça a necessidade de que as instituições educativas utilizem ferramentas pedagógicas capazes de estimular uma aprendizagem ativa, promovendo um ambiente educacional mais dinâmico e significativo. Destaca-se ainda, a importância da experimentação para o ensino de física, uma vez que o uso de ferramentas práticas, como o Tubo de Rubens, contribuiu para uma aprendizagem significativa e para o desenvolvimento de habilidades investigativas dos estudantes.

Palavras-chave: Ondulatória, Tubo de Rubens, Ensino Médio, Aprendizagem Significativa, Educação em Ciências.

ABSTRACT

The need to improve the understanding of abstract concepts within wave theory has become increasingly evident, becoming one of the challenges for teaching physics. In this sense, the article discusses the use of the Rubens Tube as a Teaching Tool for Teaching Waves in a high school class at a public school in Porto Velho, and verifies, through an opinion poll, whether there was significant learning after its use. The study was developed in a public school in Porto Velho, and involved a class with

¹ Artigo apresentado ao curso de Licenciatura em Física como requisito parcial para obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física.

² Discente do curso de Licenciatura em Física do IFRO campus Porto Velho Calama.

³ Doutora em Educação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Mestre em Letras pela Universidade Federal de Rondônia, Licenciada em Letras. Professora e orientadora do Curso de Licenciatura em Física do IFRO - Porto Velho Calama.

30 second-year students and the class's physics teacher. The methodological approach used a qualitative approach and participatory research, and for data production, semi-open questionnaires to gather students' opinions. The results demonstrated that the use of the pedagogical tool increased students' engagement and understanding of the wave theme, which reinforces the need for educational institutions to use pedagogical tools capable of stimulating active learning, promoting a more dynamic and meaningful educational environment. The importance of experimentation for teaching physics is also highlighted, since the use of practical tools, such as the Rubens Tube, contributed to significant learning and the development of students' investigative skills.

KeyWords: Wave, Rubens Tube, High School, Meaningful Learning, Science Education.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de ondulatória é essencial para a compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos, como som, luz e ondas de rádio. No ensino médio, é importante que os conceitos de ondulatória sejam apresentados de forma que os alunos possam relacioná-los com suas experiências cotidianas, facilitando a compreensão e retenção do conhecimento.

Dada a natureza abstrata de conceitos como frequência, amplitude e comprimento de onda, o uso de experimentos didáticos apresenta-se como uma estratégia eficaz para tornar esses conteúdos mais acessíveis. Segundo Higa *et al.* (2012), ao entrar em contato com atividades experimentais, os alunos são retirados de sua zona de equilíbrio e colocados em uma zona de conflito cognitivo, onde a construção de novos conhecimentos é favorecida, permitindo um retorno a um novo estado de equilíbrio. Essa abordagem vai ao encontro da ideia de Nogueira *et al.* (2000, p. 518), que afirmam que "os conceitos abordados serão realmente assimilados pelos alunos se forem apresentados numa linguagem que também faça sentido para o aprendiz".

Araújo e Abib (2003), destacam que atividades experimentais têm a capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, além de favorecer um ambiente motivador e estimulante. Os autores ainda apontam que, quando bem conduzidas, essas atividades aumentam a

probabilidade de elaboração de conhecimentos, bem como o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas ao fazer e compreender a ciência.

Nesse contexto, a utilização de experimentos em sala de aula não apenas poderia reforçar a aprendizagem, mas também, promover uma experiência rica em situações novas e desafiadoras.

Além disso, Henrique (2022), ressalta que o conhecimento pode ser obtido de forma mais rápida e significativa quando professores ou instituições escolares oferecem estratégias adicionais, como experimentos práticos, que incentivam os alunos a se envolverem ativamente no processo de aprendizagem. Assim, a prática experimental além de complementar a teoria, também contribui para a formação de uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos científicos.

Nessa perspectiva, pensou-se no Tubo de Rubens como ferramenta pedagógica para o ensino de ondulatória, ao considerar que é uma ferramenta que permite visualizar fenômenos ondulatórios de forma concreta, mostrando a relação entre a frequência sonora e a altura das chamas, ilustrando assim, a formação de ondas estacionárias. Ao considerar tais questões, partimos da seguinte problemática: o Tubo de Rubens como Ferramenta Didática para o Ensino de Ondulatória, contribui para uma aprendizagem significativa dos estudantes?

A partir da questão norteadora do estudo, elencamos como objetivo geral: utilizar o Tubo de Rubens como Ferramenta Didática para o Ensino de Ondulatória em uma turma do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Velho, e verificar, por meio de uma pesquisa de opinião, se houve uma aprendizagem significativa após a sua utilização.

Para atingir o objetivo proposto, estruturamos os seguintes objetivos específicos: acompanhar e auxiliar o professor da turma no levantamento dos conhecimentos prévios, e pós dos estudantes, e na exposição teórica sobre a temática ondulatória; colaborar na dinâmica com o Tubo de Rubens como ferramenta pedagógica para o ensino de ondulatória, e compreender se esta ferramenta contribuiu para a aprendizagem e para visualização dos fenômenos ondulatórios de forma concreta e significativa.

Este estudo adota uma abordagem qualitativa associada a pesquisa exploratória e a observação participante, pois permite a produção de dados em

diferentes momentos e situações, pois conforme Oliveira (2008, p. 6), é uma abordagem onde "O pesquisador usa uma variedade de fontes para coleta de dados que são colhidos em vários momentos da pesquisa e em situações diversas, com diferentes tipos de sujeito".

Por fim, o presente artigo foi estruturado em três seções: na primeira, retrata sobre os experimentos didáticos para o ensino, onde discute-se sobre a utilização do Tubo de Rubens em sala de aula, como possibilidade para o ensino da Ondulatória; na segunda sessão, apresenta-se o percurso metodológico do estudo, em que se discorre a metodologia e procedimentos adotados para o desenvolvimento do estudo; e na terceira seção, apresentam-se reflexões e discussões a partir dos dados produzidos.

2. EXPERIMENTOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE FÍSICA

O uso de experimentos didáticos nas aulas de Ciências e Física no ensino médio, tem se tornado uma ferramenta pedagógica amplamente reconhecida e valorizada como um mecanismo eficaz para a promoção de uma aprendizagem significativa, Moraes e Silva Júnior (2014). Diversos estudos ressaltam que a experimentação não apenas engaja os alunos, mas, também, contribui para a construção de conhecimento de maneira contextualizada e aplicada (Malheiro, 2016; Seré *et al.*, 2003; Neto e Parente, 2018).

De acordo com Royer *et al.* (2019), a utilização de atividades experimentais é uma alternativa que facilita a construção da aprendizagem, pois permite que os alunos conectem novos conhecimentos a experiências e saberes prévios. Essa conexão é essencial para o desenvolvimento de um aprendizado significativo, uma vez que a participação ativa dos alunos é fundamental para a construção de uma aprendizagem significativa, pois permite que eles relacionem o conhecimento teórico com suas experiências práticas cotidianas, como destacam Pereira *et al.* (2021, p. 11), "as metodologias ativas de ensino e a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel dão protagonismo ao estudante em seu desenvolvimento cognitivo, respeitando os saberes prévios, teóricos e práticos".

A literatura na área, também aponta a necessidade de integrar as atividades experimentais com teorias de aprendizagem, conforme destacam Santos (2016), Piaget (1970), Ausubel (1963) e Freire (1970). Embora muitos artigos demonstrem eficácia das experiências práticas, poucos estabelecem um vínculo claro com teorias educacionais, especialmente, aquelas que promovem a aprendizagem significativa (Teixeira e Abib, 2003).

Um estudo específico sobre a produção acadêmica em periódicos de educação em ciências, revela que há um crescente interesse e um aumento significativo nas publicações relacionadas a experimentos didáticos nos últimos anos. Esse fenômeno denota uma tendência emergente que visa aumentar a relevância da prática experimental no ensino de Física e no ensino de ciências em geral, segundo Teixeira e Abib (2003). Ao considerar que, a implementação de experimentos didáticos pode estimular a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos, fatores que são indispensáveis para a formação de uma educação de qualidade.

Ademais, a prática experimental deve ser alinhada com contextos ou realidades que fazem sentido para os alunos, o que torna a aprendizagem mais significativa. Nesse sentido, os educadores estão cada vez mais encorajados a adaptar suas aulas para envolver tecnologias e recursos que conectem a teoria ao cotidiano dos alunos, Sedícias (2023). Por meio dessa conexão, é possível fomentar um ambiente de aprendizado que valoriza a participação dos alunos e suas experiências, promovendo não apenas a compreensão dos conteúdos, mas também o desenvolvimento de habilidades práticas e críticas necessárias para a formação integral do estudante.

Em suma, os experimentos didáticos se configuram uma ferramenta pedagógica promissora para a aprendizagem, destacam Araújo e Abib (2003), Piaget (1979), Demo (2010) e Dewey (1916), mobilizando uma aprendizagem ativa, contextualizada e significativa. Contudo, é essencial que a pesquisa e a prática docente continuem a explorar e integrar essas experiências nas salas de aula, garantindo que a educação científica seja não apenas informativa, mas também formativa e transformadora na vida dos alunos.

2.2 ENSINO DA ONDULATÓRIA NA ESCOLA

O ensino de ondulatória, uma área fundamental da Física, desempenha um papel crucial na compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos que permeiam o cotidiano dos alunos (Silva et al, 2024; Faraday, 1839). No entanto, a abordagem tradicional em muitas escolas, especialmente, no ensino médio, frequentemente, resulta em uma aprendizagem superficial e desconectada da realidade dos estudantes. Para contornar essas limitações, a integração de ferramentas didáticas emerge como uma estratégia valiosa para promover um aprendizado significativo.

Paulo Freire (1996), assim como Astolfi e Develay (1995), afirmam que o uso de ferramentas didáticas adequadas pode transformar o processo de ensino-aprendizagem, estimulando a curiosidade e o engajamento dos alunos. A aplicação de Sequências Didáticas, por exemplo, permite que conceitos complexos de ondulatória sejam apresentados de maneira estruturada e contextualizada, facilitando a assimilação e a construção de conhecimentos mais profundos pelos estudantes.

Sem o uso de experimentos, o ensino de ondulatória no ensino médio enfrenta desafios significativos. A natureza abstrata dos conceitos, como frequências, comprimentos de onda e velocidade de propagação, pode ser difícil para os alunos visualizarem e compreenderem apenas com explicações teóricas e fórmulas matemáticas (Giancoli, 1995).

A ausência de uma contextualização prática leva à desmotivação, pois os estudantes não conseguem relacionar os conteúdos com situações do cotidiano, como o funcionamento de instrumentos musicais ou a propagação de ondas sonoras, relata Gobara (1995). Além disso, a abordagem exclusivamente teórica pode limitar o desenvolvimento de habilidades investigativas e críticas, fundamentais para o aprendizado em ciências (Piassi e Pietrocola, 2009; Giordan, 1999).

Autores como Santos, Silva e Rosa (2020) destacam a importância de atividades lúdicas e experimentais no ensino de ondas, argumentando que essas práticas promovem a participação ativa dos alunos e melhoram seu desempenho. Giancoli (1995), enfatiza que, a experimentação permite explorar características fundamentais das ondas, como reflexão, interferência e difração, de maneira concreta. Já Feynman, Leighton e Sands (1963), em *The Feynman Lectures on*

Physics, defendem a abordagem experimental como uma forma essencial de despertar a curiosidade científica e aprofundar o entendimento dos conceitos ondulatórios. Essas práticas incentivam o raciocínio científico e a descoberta, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo.

As dificuldades enfrentadas pelos alunos, na compreensão de fenômenos ondulatórios, frequentemente se devem à falta de coerência entre os conteúdos abordados e as experiências práticas. Nesta perspectiva, por exemplo, Ribeiro et al. (2012) destacam que os resultados obtidos através de simulações facilitam a assimilação de conceitos físicos. Ferramentas como softwares educacionais, simuladores de fenômenos acústicos e experimentos práticos não apenas facilitam a visualização das ondas, mas também incentivam a participação ativa dos alunos, promovendo um aprendizado colaborativo.

Adicionalmente, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel postula que a conexão entre os novos conhecimentos e as experiências prévias dos alunos é fundamental para a construção de um aprendizado significativo, Ausubel, Novak e Hanesian (1980). Nesse contexto, professores que utilizam ferramentas didáticas conseguem identificar e integrar os saberes prévios dos alunos, estabelecendo uma ponte entre a teoria e a prática.

Investigação do impacto dessas ferramentas no ensino de ondulatória é essencial. Alguns estudos indicam que, ao aplicar métodos que incorporam novas tecnologias e práticas pedagógicas inovadoras, é possível observar uma melhora no entendimento dos conceitos. Essa abordagem não apenas potencializa a aprendizagem, mas também prepara os alunos para contextos científicos e tecnológicos contemporâneos.

2.3 UTILIZAÇÃO DO TUBO DE RUBENS EM SALA DE AULA PARA O ENSINO DA ONDULATÓRIA

A utilização do Tubo de Rubens como recurso didático no ensino da ondulatória, tem se mostrado eficaz para promover uma aprendizagem significativa, entre os alunos do Ensino Médio. O Tubo de Rubens, um dispositivo experimental que demonstra o fenômeno das ondas estacionárias, permite que os estudantes

visualizem e compreendam conceitos fundamentais relacionados às ondas sonoras, como comprimento de onda, frequência e velocidade do som.

Além disso, o trabalho de Souza *et al.* (2017) discutiu o uso de ferramentas pedagógicas que complementam as aulas expositivas de física para o ensino da ondulatória. Nesse estudo, o experimento do Tubo de Rubens foi utilizado juntamente com ferramentas computacionais de simulações de ondas sonoras, proporcionando uma compreensão mais aprofundada dos conceitos envolvidos. Essa abordagem facilitou a compreensão dos fenômenos de ondas mecânicas e proporcionou aos alunos uma experiência interativa que ultrapassou o ensino tradicional e expositivo. A pesquisa ressalta que a experimentação desempenha um papel crucial na educação em Física, como afirmado por Rondini *et al.* (2015), os quais destacam que a aplicação de atividades práticas contribuiu significativamente para a compreensão dos conteúdos pelos alunos.

Além disso, Silva (2016), enfatiza a importância da contextualização ao utilizar o Tubo de Rubens nas aulas, sugerindo que o experimento não apenas ilustra a teoria de ondas, mas também envolve os estudantes no processo de aprendizagem de maneira prática, e assim, podem observar diretamente as ondas sonoras no tubo e calcular a velocidade do som no gás GLP, um aspecto que fortalece a conexão entre teoria e prática. Conforme o autor, em seu estudo, o Tubo de Rubens contribuiu significativamente para o aumento do interesse dos alunos pela disciplina, ainda, a melhoria dos níveis de aprendizagem (Silva, 2016), corroborando à afirmação de que métodos de ensino que incluem experimentação e interação são eficazes para a absorção de conteúdo pelos alunos, conforme também destacam Souza *et al.* (2017) e Rondini *et al.* (2015).

3 METODOLOGIA

3.1 CONTEXTO DO ESTUDO E TIPO DE PESQUISA

O estudo foi realizado em uma escola da rede pública de Porto Velho, com a participação de 30 alunos e do professor de Física de uma turma do 2º ano do ensino médio, que estava em fase de aprendizagem dos conceitos de ondulatória.

Para a realização das atividades, os alunos foram organizados em quatro grupos, possibilitando maior interação e discussão sobre o tema, além de facilitar a coleta de percepções individuais.

A estratégia de organização em grupos é fundamentada em diversas teorias educacionais, que ressaltam a importância da aprendizagem colaborativa. De acordo com Piaget (1932), o aprendizado ocorre de forma mais eficaz quando há interação entre os indivíduos, pois o conflito cognitivo gerado pelo confronto de ideias, contribui para a construção do conhecimento. Nesse contexto, ao discutirem entre si, os alunos têm a oportunidade de reformular suas concepções, tornando a aprendizagem maior.

O corpus metodológico foi estruturado com o intuito de compreender, se após utilizar o Tubo de Rubens como Ferramenta Didática para o Ensino de Ondulatória em uma turma do Ensino Médio, os estudantes tiveram uma aprendizagem significativa, assimilando e compreendendo os conceitos apresentados.

Como já mencionado, na discussão teórica apresentada, o ensino por experimentação é amplamente defendido por autores como Piassi e Pietrocola (2009), Santos, Silva e Rosa (2020) entre outros, que destacam sua capacidade de promover a interação dos alunos com os fenômenos físicos, despertando curiosidade e motivação. De acordo com Dewey (1938), a experiência prática é fundamental para o aprendizado significativo, uma vez que coloca os alunos em contato direto com situações que exigem reflexão e investigação.

Nessa perspectiva, o estudo foi conduzido a partir de uma abordagem qualitativa, que se caracteriza pela investigação detalhada e profunda das especificações educacionais, permitindo uma compreensão abrangente das percepções e experiências dos participantes (Bogdan & Biklen, 1994).

Essa abordagem não busca generalizações, mas sim uma análise interpretativa de dados subjetivos, e segundo Oliveira (2008), permite uma análise mais profunda e contextualizada, possibilitando uma compreensão abrangente dos fenômenos observados durante a investigação.

Esse tipo de abordagem, associada a pesquisa exploratória e a observação participante, foi especialmente relevante neste estudo, mas também, para pesquisas

educacionais, onde a interação dos alunos com o experimento do Tubo de Rubens e suas percepções sobre os conceitos de ondulatória são investigadas.

A flexibilidade da abordagem qualitativa permite, juntamente com a pesquisa exploratória e da observação participante, captar nuances e interpretações que vão além de dados quantitativos, enriquecendo a produção de dados e oferecendo subsídios para uma reflexão crítica sobre o uso de ferramentas experimentais no ensino de Física.

Nesse sentido, a abordagem qualitativa subsidiada pela pesquisa exploratória e a observação participante, permitiu compreender o impacto do uso do experimento no aprendizado dos estudantes, ao realizar o levantamento dos conhecimentos prévios num momento anterior, comparando-o, com os conhecimentos ancorados, após a aplicação da aula teórica, e posteriormente, com a aplicação do experimento, auxiliado pelo questionário semiaberto aplicado para levantar a opinião dos estudantes, que relataram suas impressões, conforme será detalhado posteriormente.

3.1.1 INSTRUMENTO UTILIZADO PARA PRODUÇÃO DOS DADOS

Tendo em vista que pretendia-se compreender, através de uma pesquisa de opinião, se a utilização do Tubo de Rubens como ferramenta didática para o ensino de ondulatória, possibilitou uma aprendizagem significativa aos estudantes do ensino médio participantes do estudo, que optou-se pela pesquisa exploratória e observação participante, pois de acordo com Gil (2008), a pesquisa exploratória é adequada quando se busca uma compreensão inicial de determinado fenômeno, permitindo ao pesquisador uma familiarização com o tema e a formulação de hipóteses. Enquanto que a observação participante, segundo Gil (2008), o pesquisador vivencia pessoalmente o evento de sua análise para melhor entendê-lo, e se torna parte deste universo.

Além disso, e complementar a estas, como instrumento para a produção de dados, utilizou-se um questionário semiaberto a fim de realizar uma pesquisa de opinião, pois ela permite captar as percepções subjetivas dos alunos em relação ao impacto das atividades experimentais no aprendizado, possibilitando compreender

se houve um aprendizado significativo após as inferências experimentais, o que está alinhado às recomendações de Triviños (1987), que ressalta a importância de instrumentos qualitativos para explorar as experiências dos sujeitos envolvidos no processo educativo.

O questionário semiaberto é um instrumento de coleta de dados que combina perguntas fechadas e abertas, permitindo uma análise qualitativa mais objetiva e oferece aos participantes, a oportunidade de expressar suas opiniões de maneira mais detalhada e subjetiva (Gil, 2008). Essa abordagem proporciona um equilíbrio entre estrutura e flexibilidade, tornando-se uma ferramenta valiosa para pesquisas educacionais. No contexto desta pesquisa de opinião, o questionário semiaberto possibilitou a obtenção de dados tanto estruturados quanto interpretativos, permitindo uma compreensão mais aprofundada das opiniões dos estudantes. Segundo Lakatos e Marconi (2003), esse tipo de questionário é especialmente útil quando se busca não apenas compreender a frequência ou a intensidade de determinadas percepções, mas também os motivos e as nuances que as fundamentam.

3.1.2 PLANEJAMENTO DAS AÇÕES DESENVOLVIDAS PARA A PRODUÇÃO DE DADOS

O estudo contou com a participação e supervisão do professor de Física dos estudantes envolvidos e foi dividida em duas etapas, em duas semanas diferentes, seguindo uma sequência sistematizada, conforme descrita a seguir:

Na primeira semana (1ª aula): levantamento dos conhecimentos prévios, exposição teórica da temática ondulatória e pesquisa de opinião.

Inicialmente, a turma foi dividida em quatro grupos de alunos e, junto ao professor da turma, fez-se uma sondagem inicial para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre ondulatória, em seguida, realizou-se uma exposição oral sobre a temática ondulatória, apresentando seus conceitos e aplicabilidade.

Conforme sugerido por Gagné (1985), é importante diagnosticar o nível de aprendizado antes da intervenção, o que possibilitou conhecer a compreensão dos estudantes acerca do assunto abordado.

Após a aula expositiva, realizou-se uma atividade com os estudantes, instigando-os, a responder/resolver questões envolvendo o conteúdo abordado oralmente. Em seguida, aplicou-se a pesquisa de opinião, a fim de compreender se houve a aprendizagem dos estudantes naquele contexto metodológico.

Na semana seguinte (2ª aula): aplicação do experimento para o ensino da ondulatória, atividade para levantar os conhecimentos ancorados, e pesquisa de opinião.

Durante as aulas experimentais, realizou-se observações qualitativas sobre o engajamento e o nível de participação dos alunos, conforme recomendado por Ludke e André (1986), que definem a observação participante como uma técnica eficaz para compreender o comportamento e as interações em sala de aula.

Após a aplicação do experimento e das atividades complementares, uma pesquisa de opinião foi aplicada para os estudantes, a fim de que estes manifestassem sua opinião sobre o aprendizado construído a partir do experimento.

Essa dinâmica, possibilitou comparar os conhecimentos ancorados a partir da aula expositiva, e posteriormente, aqueles ancorados após a utilização do experimento didático. Essa ação foi essencial para compreender importância da ferramenta para a aprendizagem, como indicado por Ausubel (1968). Ele também ressalta, a necessidade de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes para garantir uma ancoragem eficaz dos novos conteúdos.

4 DISCUSSÕES E REFLEXÕES SOBRE O ESTUDO DESENVOLVIDO

Os dados produzidos no estudo foram organizados a partir das ações sistematicamente planejadas. Na primeira semana, inicialmente, a turma foi dividida em quatro grupos, em seguida, auxiliou-se o professor de física da turma no levantamento dos conhecimentos prévios sobre a temática ondulatória. Após isso, conjuntamente com o docente, realizou-se uma exposição teórica sobre a temática

ondulatória, a culminância, foi uma atividade aplicada aos estudantes para verificar os conhecimentos ancorados, e ao finalizar, realizou-se a pesquisa de opinião, a fim de verificar a opinião dos estudantes sobre o assunto abordado.

Segundo os estudantes, o conteúdo de ondulatória é muito complexo e eles não conseguiram entender onde, ou como isso será útil na sua vida, conforme relataram os grupos:

Grupo 1: acharam o conteúdo muito difícil, porque envolve muitos conceitos abstratos, como frequência e comprimento de onda. Além disso, não conseguem entender onde isso se aplica na sua rotina.

Grupo 2: tiveram dificuldades com os cálculos envolvidos no estudo da ondulatória, pois consideram as contas complicadas e nem sempre sabem qual fórmula utilizar. Além disso, mencionaram que não compreendem claramente como esses conceitos são aplicados fora do ambiente escolar.

Grupo 3: afirmaram que a ondulatória parece um tema distante da realidade deles. Segundo o grupo, a aprendizagem poderia ser facilitada caso houvesse mais experimentos práticos, o que ajudaria a tornar o conteúdo mais acessível.

Grupo 4: destacaram que, embora tenham gostado da explicação, ainda enfrentam dificuldades para visualizar a aplicação do conteúdo. Eles reconheceram que as ondas estão presentes em diversas observações, mas acreditam que seria mais fácil entender se observassem esses conceitos funcionando na prática.

Na semana seguinte, abordou-se a mesma temática, agora, utilizando-se do Tubo de Rubens como ferramenta pedagógica para o estudo da ondulatória, e após a aplicação do experimento, buscou-se levantar, por meio de atividades aplicadas, se esta ferramenta contribuiu para a aprendizagem e para visualização dos fenômenos ondulatórios de forma concreta, e ao finalizarem, aplicou-se a pesquisa de opinião.

Foto 1: Aplicação do Tubo de Rubens



Fonte: arquivo pessoal

Percebeu-se que a utilização do Tubo de Rubens em sala de aula, ofereceu vantagens significativas ao promover o engajamento dos alunos e estimulou a curiosidade científica. Durante a aplicação e realização do experimento, os estudantes interagiram diretamente, e desenvolveram habilidades investigativas, além de um entendimento mais profundo dos conceitos estudados, resultando em uma experiência de aprendizagem mais rica e significativa, conforme coletado na pesquisa de opinião:

Grupo 1: os alunos relataram que a compreensão do conteúdo se tornou muito mais fácil após a realização do experimento. Antes, achavam os conceitos abstratos, mas ao observarem o fogo se movimentando conforme o som mudava, visualizaram com mais clareza o que são as ondas e como elas funcionam.

Grupo 2: os estudantes afirmaram que nunca imaginaram ser possível "ver" o som de forma tão clara. Destacaram que a experiência foi incrível e significativamente diferente das aulas tradicionais, tornando o aprendizado mais envolvente e dinâmico.

Grupo 3: o grupo considerou que o uso do Tubo de Rubens tornou a aula muito mais interessante. Eles ressaltaram que, por meio do experimento, visualizaram na prática conceitos como frequência e amplitude, o que os ajudou a compreender melhor o conteúdo.

Grupo 4: contaram que, com a experiência do Tubo de Rubens, finalmente conseguiram entender como as ondas sonoras se comportam. Antes do experimento, afirmaram que tinham dificuldades para imaginar como as vibrações se propagavam, mas a atividade prática possibilitou uma compreensão mais concreta do fenômeno.

Como vimos, as ações planejadas para a produção de dados do estudo, considerou as discussões apontadas por Ausubel (2000), que defende a importância de concentrar-se na aprendizagem sistematizada e na aprendizagem por descoberta, a partir de uma técnica mais expositiva dentro de um universo prático do ensino.

Os resultados da aplicação do Tubo de Rubens demonstraram um impacto significativo no ensino de ondulatória. Durante a aula teórica, ficou evidente que os conceitos abstratos, como frequência e ondas estacionárias, foram de difícil assimilação para os alunos apenas com explicações teóricas. O experimento proporcionou uma experiência visual que transformou o entendimento dos estudantes, despertando maior curiosidade e engajamento, assim com evidenciados em estudos de Silva (2016), Souza *et al.* (2017) e Rondini *et al.* (2015).

Dessa forma, os resultados obtidos reforçam a importância da experimentação como ferramenta didática no ensino de Física, comprovando sua eficácia na promoção da aprendizagem significativa (Piassi e Pietrocola, 2009; Giordan, 1999; Santos, Silva e Rosa 2020).

A melhora expressiva no desempenho dos estudantes após a realização dos experimentos demonstra, que a visualização e a manipulação prática dos fenômenos físicos facilitam a assimilação dos conceitos, tornando-os mais concretos e acessíveis.

CONCLUSÃO

A pesquisa, cujo objetivo foi utilizar o Tubo de Rubens como Ferramenta Didática para o Ensino de Ondulatória, e verificar, por meio de uma pesquisa de opinião, se houve uma aprendizagem significativa após a sua utilização, obteve-se a ratificação, que utilizar ferramentas experimentais contribuem para a ancoragem de novos conhecimentos.

Os resultados obtidos demonstraram, que a realização de experiências práticas, aliadas a aulas teóricas, possibilitou aos alunos uma melhor compreensão dos conceitos abstratos relacionados às ondas sonoras, como frequência, amplitude e formação de ondas estacionárias.

Os dados obtidos por meio de questionários semiabertos, aplicados como instrumento de pesquisa de opinião após a realização do experimento, indicaram um aumento significativo no interesse e na curiosidade dos estudantes em relação à física. Os depoimentos dos alunos enfatizaram que a experiência prática proporcionada pelo Tubo de Rubens facilitou a visualização das matemáticas físicas, tornando o aprendizado mais dinâmico e envolvente. Esse aspecto é particularmente relevante, pois evidencia a importância da experimentação como recurso pedagógico capaz de contribuir para a construção de conhecimentos sólidos e duradouros.

Ainda, a pesquisa substanciou a importância de uma abordagem educativa que promova a interação dos alunos com o conteúdo, e a aplicação do Tubo de Rubens, permitiu que os estudantes não apenas observassem, mas interagissem com os princípios da ondulatória, criando uma conexão mais concreta e acessível com a teoria. Dessa forma, a pesquisa corrobora com a literatura existente, que defende a integração de práticas experimentais no ensino de ciências como meio de estimular o pensamento crítico e a curiosidade científica.

Em síntese, conclui-se que a inclusão de experiências práticas no ensino de ondulatória, como a apresentada nesta pesquisa, é uma estratégia altamente recomendável para o ambiente escolar, no intuito de ampliar o engajamento e a compreensão dos alunos sobre temas relacionados à física. Recomenda-se, portanto, que as instituições educativas adotem a prática de utilizar ferramentas pedagógicas que estimulem a aprendizagem ativa, promovendo um ambiente educacional mais dinâmico e significativo. A formação contínua de educadores para a implementação dessas práticas também se mostra essencial para alcançar resultados eficazes e impactantes no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, DP **A psicologia da aprendizagem verbal significativa**. Nova York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, DP **Psicologia educacional: uma visão cognitiva**. Nova York: Holt, Rinehart e Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, DP **Aquisição e atualização de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel. **A didática das ciências**. 4. ed. São Paulo: Papirus, 1995.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-190, 2003.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 50-65, 2003.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. de. **A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física**. Educar em Revista, Curitiba, Brasil, n. 44, p. 75-92, abr./jun. 2012. Editora UFPR.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

DA SILVA MALHEIRO, João Manoel. **Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades**. Actio: docência em ciências, v. 1, n. 1, p. 108-127, 2016.

DEWEY, J. **Democracia e educação: uma introdução à filosofia da educação**. São Paulo: Editora Nacional, 1916.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. Nova York: Macmillan, 1938.

DEMO, P. **Educação e Alfabetização Científica**. Campinas: Papirus, 2010.

FARADAY, M. **Pesquisas experimentais em eletricidade**. Londres: Richard e John Edward Taylor, 1839.

FEYNMAN, Richard P.; LEIGHTON, Robert B.; SANDS, Matthew. **The Feynman Lectures on Physics**. Nova York: Addison-Wesley, 1963. 3 v.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GAGNÉ, RM **As condições de aprendizagem e a teoria da instrução**. 4. ed. Nova York: Holt, Rinehart e Winston, 1985.
- GIANCOLI, DC **Física: princípios com aplicações**. Trad. Beatriz de Faria Reginato. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995.
- GIL, AC **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999. Disponível em: PERIODICOS.UFSC.BR.
- HENRIQUE, Ana; *et al.* **A importância da prática experimental no ensino de Química e sua relação com a educação profissional e tecnológica**. Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, v. 1, n. 22, e12562, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/rbept.2022.12562>. Acesso em: [13/02/2025].
- LAKATOS, EM; MARCONI, MA **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MORAES, José Uibson Pereira; JUNIOR, Romualdo S. Silva. **Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa**. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol, v. 9, n. 2, p. 2504-1, 2015.
- MORAN, J. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2007.
- NASCIMENTO, C. S.; GOBARA, S. T., **Uma Introdução ao ensino de ondas Sonoras**. In: XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2007, São Luis. Livro do programa do XVII Simpósio. São Luis, v. 1, p. 1-11, 2007.
- NOGUEIRA, J. de S.; RINALDI, C.; FERREIRA, J.M.; PAULO, S.R. de. **Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 22, n. 4, p. 517 - 522, 2000.
- OLIVEIRA, Cristiano Lessa. **Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características**. Travessias, v. 2, n. 3, p. e3122-e3122, 2008.
- PAULO NETO, Jonas Guimarães; PARENTE, Nórlia Nabuco. **Utilização de experimentos nas aulas de Física do Ensino Fundamental: uma análise de suas contribuições e preferências discentes**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará/IFCE. 2018.
- PEREIRA, J. C.; MONTE, L. R. S.; SOUTO, C. C.; CARVALHO, A. H. M.; TEIXEIRA, L. S.; RENOVATO, R. D.; SALES, C. M. **Metodologias Ativas e Aprendizagem**

Significativa: Processo Educativo no Ensino em Saúde. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 22, n. 1, p. 11–19, 2021. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsskroton.com.br/article/view/7758>. Acesso em: [17/11/2024].

PIAGET, J. **O julgamento moral na criança**. São Paulo: Mestre Jou, 1932.

PIAGET, J. **A Construção do Real na Criança**. Tradução de Álvaro Cabral. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

PIAGET, J. **A psicologia da criança**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1970.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. **Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de 'encontrar erros em filmes'**. Educação e Pesquisa, v. 35, n. 3, p. 525-540, 2009. Disponível em: REVISTAS.USP.BR.

RIBEIRO, A. S. et al. **Simulações computacionais no ensino de física: potencialidades e desafios**. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/73973/5/Vers%C3%A3o%20Final-Wanderson%20Savoi.pdf> Acesso em: 11 fev. 2025.

ROYER, Marcia Regina; SILVA, Catiane Jordão da; ZANATTA, Shalimar Calegari. **O uso de experimentos como recurso didático para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental**. Lat. Am. J. Sci. Educ. v. 6, p. 22024, 2019.

SANTOS, Bianca Martins; SILVA, Hélio Evangelista da; ROSA, Rayane Casimiro. **Relato de experiência: atividades lúdicas e experimentais para o ensino de ondas**. Revista REAMEC, Cuiabá (MT), v. 8, n. 2, p. 327-351, maio-agosto, 2020. ISSN 2318-6674. DOI: 10.26571/reamec.v8i2.9368. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/341957854_RELATO_DE_EXPERIENCIA_ATIVIDADES_LUDICAS_E_EXPERIMENTAIS_PARA_O_ENSINO_DE_ONDAS>. Acesso em: 01 jan 2025.

SANTOS, Geciane Aparecida Rosa dos. **A importância do uso de experimentos no ensino de ciências**. 2016. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, CEDERJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Polo Universitário de Volta Redonda, 2016.

SEDÍCIAS, Emillayne Paloma Santos; SILVA, Karoline Barbosa da; SANTIAGO, Ellen da Silva; ANDRADE, Kátia Fernanda Alves de; LOPES, Ubirany Ferreira. **A importância do uso da tecnologia digital no ensino de ciências e biologia**. 2023. Artigo de revisão – Universidade de Pernambuco, Campus Mata Norte, Pernambuco, 2023.

SÉRÉ, M.-G.; COELHO, S. M.; & NUNES, A. D. (2003). **O papel da experimentação no ensino da Física**. Caderno Brasileiro De Ensino De Física, 20(1), 30–42.



INSTITUTO FEDERAL
Rondônia



Licenciatura em Física *Campus Porto Velho Calama*

SILVA, R. S. B. (2016). **O tubo de Rubens como recurso didático no ensino de ondas. Dissertação de Mestrado.** Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia.

SILVA, C. D. D.; TORRES, C. I. de O.; TAVARES, G. T. P.; ALMEIDA, L. M. de; SANTOS, D. B. dos. **A aprendizagem sobre ondulatória mediada pelo uso de mapas mentais no ensino de ciências.** Anais do Congresso Nacional de Educação (CONEDU), 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/4869>. Acesso em: [07/01/2024].

SOUZA, Josane CP de; SILVA, Vitor; LEÃO, Eryc de Oliveira; MACHADO, Veruska Ribeiro. **Proposta de ensino de conceitos de acústica e propagação de ondas por meio do Tubo de Rubens.** Brasília: Instituto Federal de Brasília, 2017. Disponível em: ifb.edu.br . Acesso em: [02/02/2025]

TRIVIÑOS, ANS **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação** . São Paulo: Atlas, 198.