



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**  
**CAMPUS MURICI**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM METODOLOGIAS DO ENSINO  
DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**MARINA GOMES MARTINS**

**APRENDIZAGEM DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS UTILIZANDO  
SIMULAÇÃO VIRTUAL**

**MURICI, AL**

**2025**

MARINA GOMES MARTINS

APRENDIZAGEM DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS UTILIZANDO SIMULAÇÃO  
VIRTUAL

Artigo científico apresentado ao Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Metodologia do Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Murici, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Géssika Cecília Carvalho da Silva Folhadela

MURICI, AL

2025



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
*Campus Murici*  
*Biblioteca Prof. Cícero Vieira de Araújo*

---

**530.07**  
**M386a**

Martins, Marina Gomes.

Aprendizagem de fenômenos ondulatórios utilizando simulação virtual [recurso eletrônico] / Marina Gomes Martins – Dados eletrônicos (1 arquivo : 372 KB). - 2025.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: Internet.

Orientação: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Géssika Cecília Carvalho da Silva Folhadela.

Artigo (Especialização em Metodologias Aplicadas ao Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Murici, Murici, 2025.

1. Ensino de Física – Metodologias Ativas. 2. PhET. 3. Fenômenos ondulatório.  
I. Título.

---

Bibliotecária Nalva Maria Amaral / CRB-4/989


MARINA GOMES MARTINS

APRENDIZAGEM DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS UTILIZANDO SIMULAÇÃO  
VIRTUAL

Artigo científico apresentado ao Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Metodologia do Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Murici, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 22 / 12 / 2025.


**AVALIADORES:**

Documento assinado digitalmente  
 GESSIKA CECILIA CARVALHO DA SILVA FOLHADI  
Data: 22/12/2025 10:49:54-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Géssika C. Carvalho da S. Folhadela (Orientadora)  
Instituto Federal de Alagoas – Campus Maragogi– PPGMAECM

Documento assinado digitalmente  
 DANIEL VICTOR TEIXEIRA JAPIASSU  
Data: 22/12/2025 11:01:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof Daniel Victor Teixeira Japiassú  
Instituto Federal de Alagoas – Campus Murici

Documento assinado digitalmente  
 GEOVANA DRESCH WEBLER  
Data: 22/12/2025 11:52:47-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª Geovana Dresch Webler  
Instituto Federal de Alagoas – Campus Murici – PPGMAECM  
3ª Avaliadora

# APRENDIZAGEM DE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS UTILIZANDO SIMULAÇÃO VIRTUAL

## LEARNING ABOUT WAVE PHENOMENA USING VIRTUAL SIMULATION

Marina Gomes Martins<sup>1</sup>

### RESUMO

Os fenômenos ondulatórios são de suma importância na aprendizagem dos estudantes, levando em consideração a relevância em nosso cotidiano, no entanto ainda é um assunto muitas vezes considerado abstrato. Assim, o presente trabalho teve como objetivo compreender como o uso de simuladores virtuais é fundamental na promoção da aprendizagem significativa e contextualizada sobre os fenômenos ondulatórios no componente curricular eletiva no Ensino Médio. A presente pesquisa de cunho quali-quantitativo ocorreu em três etapas por meio da utilização de questionário para levantamento dos dados e, posteriormente, a tabulação para análise dos mesmos, tendo como público-alvo alunos entre 15 e 18 anos de uma escola localizada na Região Metropolitana de Fortaleza, no centro da cidade. Observou-se que 53% dos alunos alcançaram ou conquistaram acima da média (6,0) e os outros 47% ficaram abaixo. Em síntese, a infrequência limitou a aprendizagem dos estudantes devido às restrições de acesso, por meio uma sequência lógica de eventos, dos conteúdos propostos sobre ondulatória não somente por questões quantitativas, mas também qualitativas. Apesar das limitações apresentadas, as simulações interativas são fundamentais para promover uma aprendizagem dinâmica e interativa, consequentemente uma compreensão melhor dos assuntos de Física. No entanto, torna-se evidente a necessidade de repensar, de modo estratégico, meios que visem a sensibilização dos estudantes junto à comunidade escolar para que a presença e a participação dos discentes seja mais efetiva durante as atividades, contribuindo para a participação mais ativa da turma.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. PhET. Metodologias ativas.

### ABSTRACT

Wave phenomena are of paramount importance in students' learning, considering their relevance in our daily lives; however, this topic is still often regarded as abstract. Thus, the present study aimed to understand how the use of virtual simulators is essential in promoting meaningful and contextualized learning about wave phenomena within an elective high school course. This qualitative-quantitative research was conducted in three stages through the use of a questionnaire for data collection and subsequent tabulation for analysis. The target audience consisted of students aged 15 to 18 from a school located in the metropolitan region of Fortaleza, in the city center. It was observed that 53% of the students reached or achieved above the average score (6.0), while the remaining 47% scored below. In summary, low attendance

limited students' learning due to restricted access—within a logical sequence of events—to the proposed wave-related content, not only in quantitative terms but also qualitatively. Despite the limitations identified, interactive simulations are fundamental in promoting dynamic and engaging learning, consequently leading to a better understanding of physics topics. However, it becomes evident that there is a need to strategically rethink ways to raise students' awareness within the school community so that their presence and participation become more consistent during activities, contributing to more active engagement from the class.

**Keywords:** Physics Education. PhET. Active Learning Methodologies.

**Data de submissão:** 15.12.2025. **Data de aprovação:** 22.12.2025

## 1 INTRODUÇÃO

Os fenômenos ondulatórios baseiam-se no comportamento das ondas em meios de propagação específicos, tendo como exemplo a reflexão, refração, difração e interferência (Fidelis, 2019). Sabe-se que tais fenômenos, quando implementados no ensino médio, permitem que o estudante identifique e relacione a aplicação tecnológica e do conhecimento científico em sua rotina, através da compreensão da formação e classificação das ondas, assim como a interferência delas no meio de propagação (Simas, 2018).

Entretanto, muitas são as dificuldades das escolas públicas e dos professores para que haja a adequada implementação de assuntos muitas vezes considerados abstratos pelos alunos, tendo em vista a ausência de estrutura ou equipamentos adequados para as experimentações a serem realizadas dentro e fora da sala de aula (Nascimento, 2010). Dessa forma, busca-se compreender como o uso de simuladores virtuais poderá ser fundamental na promoção da aprendizagem significativa e contextualizada sobre os fenômenos ondulatórios no componente curricular eletiva no Ensino Médio.

Neste sentido, o uso de estratégias que visem alcançar um ensino de Física mais efetivo se faz necessário, dentre estas evidencia-se o uso de simuladores virtuais que são utilizados como recursos didáticos relevantes para o ensino de Física (Silva; Souza; Lopes, 2023).

Os simuladores virtuais podem ser entendidos como parte da metodologia ativa de gamificação, que por sua vez faz uso da tecnologia para prender a atenção através do feedback imediato da ação realizada (Silva; Souza; Lopes, 2023). Ainda, o uso de software faz parte de uma das ações que “proporcionam um ambiente de ensino prazeroso e atrativo ao estudante para torná-lo agente ativo na construção do próprio conhecimento” (Araújo *et al.*, 2021, s/p). Além do mais, o uso de recursos digitais pode facilitar a compreensão dos conceitos sobre os fenômenos físicos por meio do desenvolvimento de competências e habilidades de modo dinâmico, interativo e social (Araújo *et al.*, 2021).

Por meio da investigação pretende-se utilizar simulador virtual PhET durante a aula de Física, descrever o uso do simulador virtual de forma integrada no planejamento da aula, analisar a autonomia dos estudantes na construção de seus conhecimentos e verificar possíveis dificuldades na implementação do simulador.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

As ondas são entidades físicas que podem se propagar pelo espaço sem levar consigo nenhum tipo de matéria. Em geral, perturbações e vibrações são suficientes para gerar ondas, principalmente em superfícies (ELIAS, 2022). As ondas podem ser classificadas quanto à natureza de propagação, direção de propagação e vibração. Quanto à natureza, as ondas podem ser classificadas em mecânicas e eletromagnéticas, sendo que esta última não necessita de um meio para se propagar. Já com relação à direção de propagação ela pode ser unidimensional, bidimensional ou tridimensional. E no sentido da vibração da energia, esta pode ser transversal ou longitudinal. Tais classificações permitem diferenciar os tipos de ondas e seu comportamento.

Os fenômenos ondulatórios acontecem na forma como as ondas se comportam. No fenômeno de reflexão, a onda incidente retorna ao meio de origem, sendo refletida. Na refração, a onda se propaga de um meio para outro. Já o encontro entre as ondas pode ser denominado como interferência. E a difração acontece quando a onda se propaga contornando um obstáculo, até mesmo por meio de uma fenda, acontecendo assim seu espalhamento.

Para buscar o desenvolvimento do conhecimento sobre os fenômenos ondulatórios, faz-se necessário a busca de estratégias que possibilitem uma maior abstração cognitiva. Com isso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca que, dentro da área de Ciências Naturais, o aluno deve desenvolver algumas habilidades, dentre elas observa-se a de:

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica. (Brasil, 2018, p. 559).

Diante do supracitado, o uso de recursos digitais, como os simuladores virtuais, pode ser utilizado no contexto educacional levando em consideração os benefícios como o da observação e análise do comportamento de ondas em diferentes condições, estimulando assim o uso de tecnologias digitais para o aprendizado de conteúdos científicos, além de promover a curiosidade e o engajamento dos alunos. Conforme afirmam Araújo *et al.* (2021, p. 6),

O uso das tecnologias no ambiente escolar representa uma grande inovação para educação, uma vez que propicia a ampliação do trabalho em colaboração, podendo estimular a investigação tanto dos alunos quanto dos professores. Estes últimos poderão se apropriar do uso de novas ferramentas digitais para mediar os trabalhos dos estudantes, buscando sempre condições mais propícias para o processo de aprendizagem interativo e dinâmico.

Ademais, os autores afirmam que o uso de recursos digitais pode facilitar a compreensão dos conceitos, principalmente no estudo dos fenômenos físicos. Entende-se que apenas a abordagem teórica do conteúdo não promove aprendizagem de forma efetiva, pela falta de compreensão da dimensão dos fenômenos estudados e dificuldade em identificá-los em seu cotidiano (Oliveira, 2022).

Ressalta-se que a utilização da simulação virtual não deve ser feita de forma aleatória, onde o estudante simplesmente movimentava a seta buscando olhar o que está acontecendo, mas sim um momento de contato com a simulação capaz de promover um significado para o aluno com objetivos pedagógicos estabelecidos pelo professor, que mediará a atividade por meio de um relatório de prática experimental, assim como seria em um laboratório físico (Santos, 2022).

Nessa tomada de decisão, o professor permite uma visualização dos fenômenos ondulatórios em diferentes condições, estimulando o uso de tecnologias digitais para o

aprendizado de conteúdos científicos, e promovendo assim a curiosidade e engajamento dos alunos através da aprendizagem por meio da investigação (Santos, 2022).

A utilização da tecnologia é importante na intervenção para a minimização da abstração e estímulo de uma maior compreensão científica dos fenômenos, por intermédio do educador que faz uso da transposição didática, a fim de entender as fragilidades e possibilidades do assunto, diferenciando o real do virtual, mas não deixando de interpretar cientificamente os fenômenos demonstrados (Silva; Souza; Lopes, 2023).

Dessa forma, a metodologia de ensino com uso do laboratório virtual, possibilita a demonstração de fenômenos, bem como contribui para o senso crítico com relação aos fenômenos observados no cotidiano a fim de permitir um melhor engajamento dos estudantes nas aulas de Física e conseqüentemente uma melhora na aquisição de conhecimento devido à socialização com o professor e seus pares durante as aulas (Oliveira, 2022).

## 2.2 METODOLOGIA

A presente pesquisa, ocorrida em 3 etapas, foi de cunho quali-quantitativo por meio da utilização de questionário para levantamento dos dados e, posteriormente, a tabulação para análise dos mesmos. Sampaio (2022) revela que a pesquisa quantitativa é oriunda do método estatístico na qual obtém-se explicações através da comparação de dados numéricos adquiridos. O componente curricular eletivo de Física foi utilizado para efetivação do trabalho que teve como público-alvo alunos do ensino médio, totalizando 40 estudantes com idade entre 15 e 18 anos, de uma escola situada na região metropolitana de Fortaleza, no centro da cidade.

A primeira etapa ocorreu mediante a abordagem teórica do conteúdo de forma expositiva em uma aula de cinquenta minutos, e posteriormente nos demais cinquenta minutos de aula ocorreu a segunda etapa por meio da execução do simulador virtual PhET, onde os alunos em duplas realizaram passo a passo para realização da simulação e ainda a solução de alguns questionamentos. Vale salientar que se utilizou oito aulas, cinquenta minutos cada, para aplicação das duas primeiras etapas, contabilizando cem minutos, para cada assunto abordado.

Para cada simulação foi utilizado um roteiro de prática virtual contendo os procedimentos direcionados à observação do fenômeno ondulatório e com questionamentos planejados de forma a intensificar a interpretação deles. Segue exposto no Quadro 1 os procedimentos e questionamentos que foram realizados nas aulas sobre os experimentos:

**Quadro 1** - Procedimentos e questionamentos utilizados nas simulações.

Assuntos Ministrados	Procedimentos	Questionamentos	Link de Acesso
Introdução sobre Ondas	<p>Passo 1: Clique em vista lateral, para visualizar a onda se movimentando. Após, clique no botão verde para que as ondas sejam geradas. Observe o que acontece e como acontece a formação das ondas.</p> <p>Passo 2: Repita o procedimento 1 para as ondas na água, som e luz.</p> <p>Passo 3: Na formação das ondas na água, utilize a trena para marcar o comprimento da onda. Anote os resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Após os experimentos, o que você entendeu sobre as características das ondas?</li> </ul>	<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_all.html?locale=pt_BR">https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_all.html?locale=pt_BR</a>

	<p>Passo 4: Clique na outra seção (PRISMA). Coloque cada um dos objetos na frente do raio de luz e observe o que acontece. Repita o procedimento para índices de refração diferentes. Anote suas observações.</p> <p>Passo 5: Mude de seção (MAIS FERRAMENTAS). Clique em ONDA. Coloque a régua, clique em ângulo e anote os ângulos que se formam no raio incidente, raio refletido e raio refratado.</p>		
Ondas Sonoras	<p>1. Clique em INTRO. Aumente a frequência do som e anote suas observações.</p> <p>2. Após, aumente a amplitude das ondas e anote suas observações.</p> <p>3. Retorne a página anterior e clique em REFLEXÃO. Observe o que acontece com as ondas quando elas chegam na parede. Coloque o modo do som contínuo e pulsante e observe o que acontece com as ondas. Anote suas observações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Após os experimentos, o que você entendeu sobre a classificação das ondas, sua formação e o fenômeno ondulatório da reflexão?</li> </ul>	<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html">https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_pt_BR.html</a>
Desvio da Luz	<p>Passo 1: Entre na simulação virtual. Escolha ONDA e clique.</p> <p>Passo 2: Clique no botão vermelho para ligar a luz. Anote os índices de refração da luz da água e do vidro.</p> <p>Passo 3: Mude os índices de refração e observe o que acontece com o raio de luz. Anote suas observações.</p> <p>Passo 4: Clique na outra seção (PRISMA). Coloque cada um dos objetos na frente do raio de luz e observe o que acontece. Repita o procedimento para índices de refração diferentes. Anote suas observações.</p> <p>Passo 5: Mude de seção (MAIS FERRAMENTAS). Clique em ONDA. Coloque a régua, clique em ângulo e anote os ângulos que se formam no raio incidente, raio refletido e raio refratado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acordo com a atividade experimental, explique o que você entendeu sobre a diferença entre o fenômeno de reflexão e refração. Cite exemplos baseados nos procedimentos realizados.</li> <li>• Qual a sua conclusão sobre o experimento?</li> </ul>	<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=pt_BR">https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_all.html?locale=pt_BR</a>
Interferência de ondas	<p>Passo 1: Clique no botão verde na torneira e observe a formação das ondas. Após, clique no segundo botão verde. Observe o que acontece com a imagem das ondas. O que você acha que são os espaços que surgem no encontro das ondas? Anote suas observações.</p> <p>Passo 2: Repita o procedimento 1 para ondas sonoras. Observe a formação das ondas.</p> <p>Passo 3: No lado direito, mude o tipo de onda para a luz. Escolha uma cor no canto superior direito. Observe a formação das ondas e anote.</p> <p>Passo 4: Observe o que aconteceu na formação das ondas nos procedimentos 1, 2 e 3.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual o tipo de interferência (construtiva ou destrutiva) que acontece nos procedimentos? Explique.</li> <li>• A interferência aconteceu somente nas ondas mecânicas? Explique.</li> <li>• Qual sua conclusão sobre a interferência das ondas?</li> </ul>	<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_all.html?locale=pt_BR">https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_all.html?locale=pt_BR</a>
Difração	<p>1. Clique na parte inferior da simulação na palavra: FENDAS. Após, clique no botão verde</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acordo com a observação dos</li> </ul>	<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/">https://phet.colorado.edu/sims/html/</a>

	<p>do gerador de ondas. O que acontece com as ondas ao passarem pela fenda?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clique ao lado direito e escolha duas fendas. Clique no botão verde e observe o que acontece de diferente na formação das ondas. Anote suas observações.</li> <li>2. No lado direito diminua a largura da fenda e anote o que acontece de diferente na formação das ondas.</li> <li>3. Na parte inferior da simulação, clique em DIFRAÇÃO. Escolha uma cor e clique no botão para que a luz se propague. Faça a mudança das placas e observe como a luz se comporta à medida que passa em diferentes formatos.</li> <li>4. Repita o procedimento 4, escolhendo uma cor diferente e observe o que acontece.</li> </ol>	<p>procedimentos realizados, como você entendeu o fenômeno da difração?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando você faz a mudança das cores no procedimento 4, a projeção do formato da luz no anteparo fica diferente?</li> <li>• Qual sua conclusão sobre o experimento?</li> </ul>	<p>wave-interference/latest/wave-interference_all.html?locale=pt_BR</p>
--	---	--	---

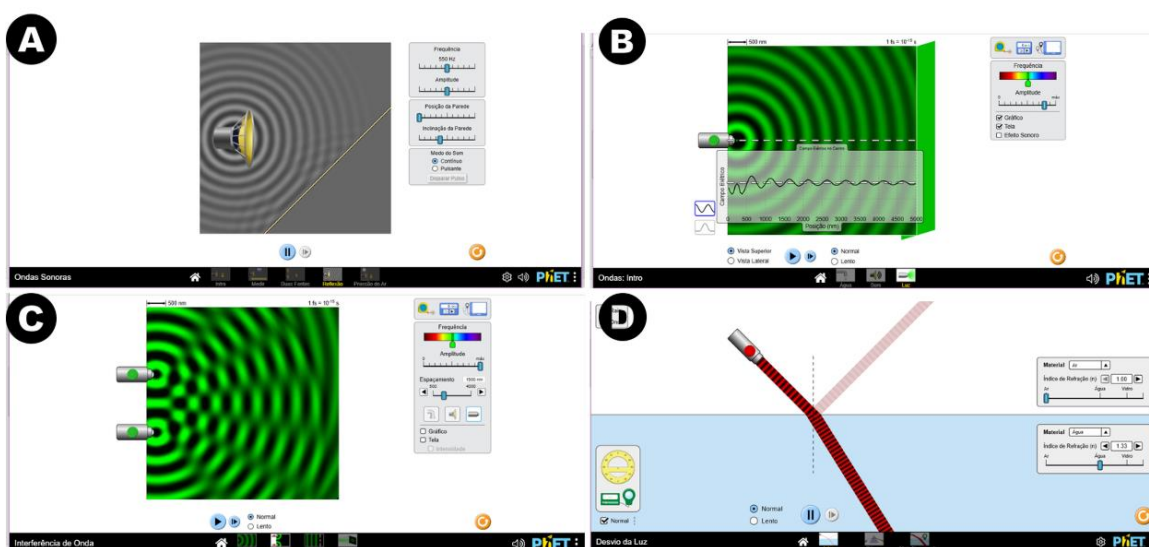
Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Por fim, se fez uso de uma aula, 50 minutos, para aplicação individual de um simulado com questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e outros vestibulares sobre os assuntos supracitados.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As simulações virtuais utilizadas foram: Ondas Introdução, ondas sonoras, desvio da luz e interferência de onda. Na Figura 1 observa-se a tela visualizada pelos estudantes durante a realização da atividade.

**Figura 1** – Tela do simulador PhET. A) Ondas sonoras. B) Ondas introdução. C) Interferência de ondas. D) Desvio da luz.



Fonte: Simulador PhET.

Durante a observação do fenômeno nessa simulação (Figura 1A), os estudantes conseguiram identificar os tipos de interferência, sendo capazes de distinguir a destrutiva da construtiva, levando em conta que eles não demonstraram dificuldade de percepção na formação das ondas havendo a identificação no momento que aconteceu a anulação da amplitude na referida onda. Ainda, os alunos conseguiram utilizar esse conhecimento na conclusão do experimento virtual, tratando-se da compreensão da interferência no ocorrido em ondas independente da sua classificação.

No que diz respeito à simulação sobre introdução às ondas (Figura 1B), notou-se que a maioria dos estudantes conseguiram fazer a marcação adequada da onda utilizando a trena para ir de uma crista à outra, os demais fizeram a marcação desde a primeira onda formada à última. Além disso, todos os participantes dessa simulação relacionaram a mudança de frequência com a mudança de cor das ondas promovendo a identificação da classificação das ondas quanto à natureza e diferenciando onda mecânica de eletromagnética, bem como a relação entre frequência e comprimento de onda, inferindo que a medida que a frequência aumenta, o comprimento da onda diminui, sendo inversamente proporcionais para velocidades aproximadamente iguais.

Na Figura 1C o fenômeno de difração apresentado na simulação, permitiu aos estudantes compreenderem que a onda contorna parcialmente obstáculos, principalmente quando eles utilizam placas com diferentes formatos para passagem da luz. No experimento, identificou-se que, quanto menor a fenda, maior o espalhamento da onda em sua propagação, assim como a percepção que o aumento da quantidade de fendas, pode gerar outro fenômeno estudado anteriormente, a interferência das ondas.

Por fim, no desvio de luz (Figura 1D), a simulação que representa principalmente o fenômeno de refração da luz foi utilizada para que os alunos conseguissem diferenciar os fenômenos de reflexão e refração, haja vista o caminho que a luz poderia fazer durante sua propagação. Averiguou-se que os estudantes conseguiram observar os diferentes desvios que a luz tem de acordo com o meio de propagação e a relação do índice de refração com a forma que a onda luminosa poderia se comportar. Na anotação dos ângulos de reflexão e refração, alguns alunos acabaram trocando os ângulos incidentes e refletido com o de refração, havendo a necessidade de fortalecimento dos conhecimentos sobre os possíveis fenômenos ocorrentes ao mesmo tempo.

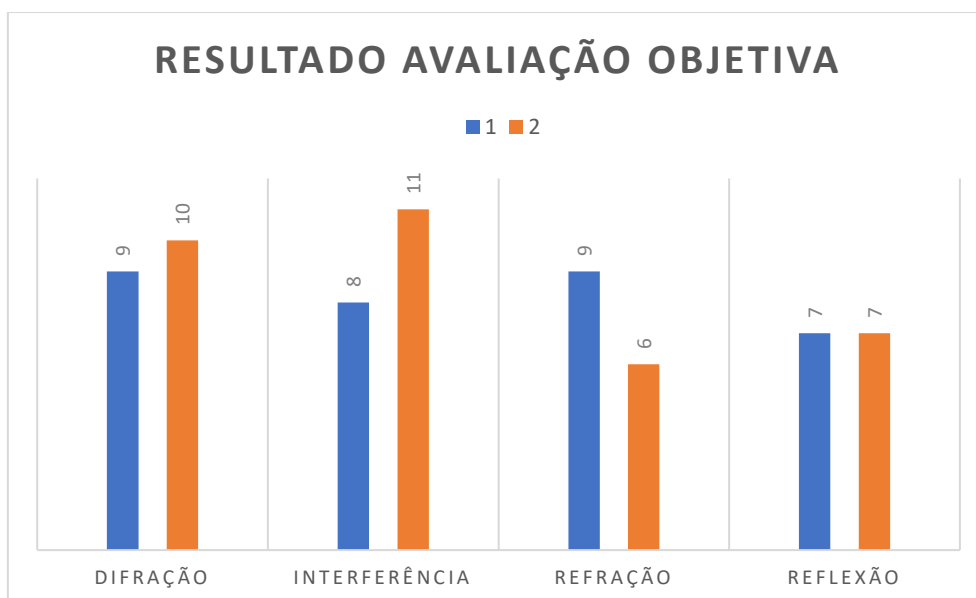
Após as aulas utilizando simulações virtuais, seguindo os roteiros de prática, foram formadas rodas de conversa, onde se retornava aos conceitos estudados, buscando perceber como realmente os fenômenos ondulatórios poderiam ser observados no cotidiano e a influência deles no avanço tecnológico e digital. Para avaliar a abstração da parte teórica, compreensão e reconhecimento do fenômeno, foi realizada uma avaliação escrita contendo questões que envolveram a compreensão teórica dos fenômenos e seu reconhecimento em situações cotidianas. Abaixo seguem os gráficos contendo o resultado da avaliação escrita:

### **Gráfico 1 – Médias dos estudantes na avaliação objetiva**



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

**Gráfico 2 – Acertos por questão na avaliação objetiva**



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

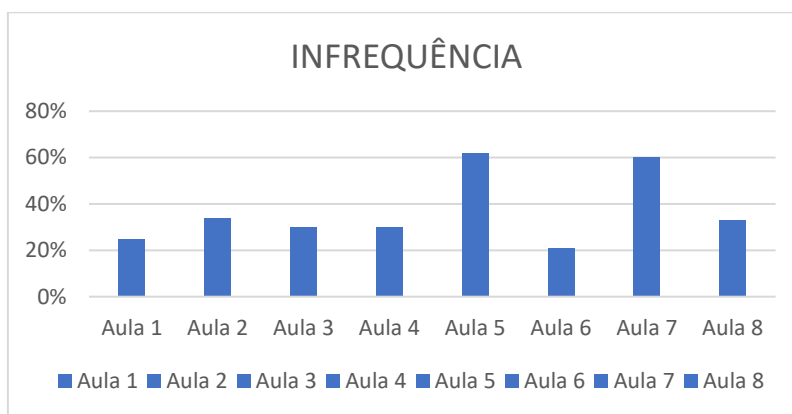
Para cada fenômeno realizou-se a resolução de duas questões, sendo que na primeira questão a habilidade estava relacionada com a identificação do fenômeno diante do conceito exposto, já na segunda o aluno deveria compreender diante de uma situação cotidiana qual fenômenos estaria acontecendo. Ao todo, 15 alunos dos 24 alunos matriculados na eletiva realizaram a avaliação.

No resultado obtido, a quantidade de estudantes que apresentaram dificuldade na associação da definição teórica dos fenômenos ondulatórios é praticamente a mesma, sendo um total de aproximadamente 55% dos estudantes que realizaram a avaliação final. Percebe-se através dos gráficos obtidos que os fenômenos que os estudantes conseguiram identificar melhor na abordagem teórica do conceito são difração e refração, representando um total de 47%.

Já no segundo tipo de questão, percebeu-se que a maior dificuldade foi nos fenômenos de reflexão e refração, o que condiz com a dificuldade encontrada por eles no momento da realização do experimento virtual. Ademais, os fenômenos de difração e interferência tiveram maior percentual de acertos relacionados à aplicação em situações do dia a dia, sendo um total de aproximadamente 53% de acertos.

Uma meta-análise realizada por pesquisadores durante um estudo com as simulações interativas do PhET demonstrou a sua alta eficácia na aprendizagem de Física por meio de relatos de melhorias significativas na compreensão conceitual, no entanto outros fatores não foram analisados, sendo estes diretamente influentes na aplicabilidade das simulações, exemplificando o fator humano (Júnior-Medeiros; Naia; Lopes, 2024).

**Gráfico 3 – Relação da infrequência na eletiva por aulas.**



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A eletiva aconteceu em todas as sextas-feiras durante um período de 6 meses nas duas últimas aulas do turno da tarde. De acordo com os dados obtidos - Gráfico 3, observou-se que a infrequência foi alta e a oscilação em algumas aulas foi notada, sendo um fator influenciador no resultado da avaliação final, tendo em vista que as aulas seguiram um planejamento específico por intermédio da abordagem teórica do fenômeno e, por conseguinte, a utilização da simulação virtual para maior fixação e compreensão dos fenômenos ondulatórios apresentados.

A inserção dos recursos digitais é relevante para que o educando compreenda os fenômenos ondulatórios e os perceba em seu cotidiano, e para isto o educador assume o papel de mediador do conhecimento no processo tornando-o essencial, já que as simulações virtuais podem causar conflitos cognitivos relacionados às vivências cotidianas (Pereira, 2022).

Em conformidade com os resultados avaliados, entendeu-se que, apesar da utilização de simulações virtuais nas aulas, os acertos das questões não foram satisfatórios, já que mais da metade dos alunos avaliados não conseguiram chegar à média das questões. Ao mesmo tempo, levou-se em consideração a saturação da utilização tecnológica na era digital, a julgar pelos alunos que não possuem concentração suficiente devido às possibilidades e estímulos oferecidos pela conexão à internet, a exemplo das redes sociais e jogos de entretenimento. Com os dados consolidados, entende-se que as simulações virtuais podem oferecer auxílio no ensino aprendizagem, no entanto, é necessário que o estudante seja estimulado ao interesse pela atividade com o intuito de promover uma aprendizagem eficaz e significativa para o educando, contribuindo assim para sua formação acadêmica e integral, uma vez que os fenômenos são observáveis em seu cotidiano.

Diante do exposto, os simuladores são alternativas viáveis para disciplinas, como Física, que usam experimentações dentro do meio educacional para sair de conteúdos meramente abstratos para assuntos mais palpáveis pelos alunos (Silva; Souza; Lopes, 2023).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a infrequência limitou a aprendizagem dos estudantes devido às restrições de acesso, por meio de uma sequência lógica de eventos, dos conteúdos propostos sobre ondulatória não somente por questões quantitativas, mas também qualitativas. Foi observado que durante a aplicação das simulações, os estudantes demonstraram interesse e entusiasmo para observar o comportamento das ondas através das simulações e a discussão entre pares foi efetiva.

Apesar das limitações apresentadas, as simulações interativas são fundamentais para promover uma aprendizagem dinâmica e interativa, conseqüentemente uma compreensão melhor dos assuntos de Física. No entanto, torna-se evidente a necessidade de repensar de modo estratégico meios que visem a sensibilização dos estudantes junto à comunidade escolar para que a presença e a participação dos discentes seja mais efetiva durante as atividades, contribuindo para a participação mais ativa da turma, assim como repensar os horários de aplicação das atividades eletivas no âmbito educacional.

#### REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. S. *et al.* **O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 12, n. 3, 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 02 dez 2025.
- ELIAS, K. **Ondas na Física:** o que são, classificações, fórmulas e questões. Disponível em: <https://vestibulares.estrategia.com/portal/materias/fisica/ondas/>.
- FIDELIS, M. F. **Fenômenos ondulatórios:** apresentação dos conceitos por meio de uma unidade de ensino potencialmente significativa. 2019. 168f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto Federal do Espírito Santos, *Campus Cariacica*, 2019.
- JÚNIOR-MEDEIROS, R. N.; NAIA, M. D.; LOPES, J. B. **Simulações interativa do PhET nas práticas de ensino da física:** uma meta-análise. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 46, 2024.
- NASCIMENTO, T. L. **Repensando o ensino da Física no Ensino Médio.** 2010. 62f. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.
- OLIVEIRA, M. J. S. **Explorando simulações e laboratórios virtuais multimídia como recursos de aprendizagem de física.** 2022. 177f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias da Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.
- PEREIRA, F. S. **As leis do movimento de Isaac Newton aplicadas através do simulador computacional PhET.** 2022. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

SAMPAIO, T. B. **Metodologia da Pesquisa**. 1ed. Santa Maria, RS: UFSM, CTE, UAB, 2022.

SANTOS, G. F. **O uso de simuladores no ensino de Física**: explorando a dualidade onda-partícula. 2022. 20f. Artigo (Bacharelado em Física) - Instituto Federal de Pernambuco, *Campus Pesqueira*, 2022.

SILVA, A. G.; SOUZA, G. F.; LOPES, J. S. B. **Teaching physics using virtual simulators**: potential for use in the classroom. *Holos*, v. 1, n. 39, 2023.

SIMAS, M. E. L. **Simulações e modelagem como estratégia para a melhoria do processo de ensino aprendizagem de física**. 2018. 217f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas (UFAM), 2018.