

ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE UM EXPERIMENTO DE DEMONSTRAÇÃO

Ceziana Pereira da Costa ¹
Francisco Mucio Ferreira da Silva ²
Gleydson Lima dos Santos ³
Romildo Melo da Silva ⁴
Tomás Garcia Pires de Araújo ⁵
Jardel Francisco Bonfim Chagas ⁶

RESUMO

Este artigo tem como objetivo relatar uma abordagem pedagógica utilizando um experimento de demonstração para o ensino de Física. Ondas Eletromagnéticas são ondas que se propagam sem a necessidade de um meio material, sendo geralmente estudadas ao final do Ensino Médio. O ensino de ondas representa um desafio enorme devido a exigência de grande nível de abstração. Entendemos que a utilização de experimentos auxilia de forma significativa a compreensão de conceitos Físicos, geralmente vistos como abstratos. Atuando em uma turma de segundo ano do Curso Técnico de Nível Médio em Guia de Turismo da Escola Estadual José Bezerra Cavalcanti, em Santa Cruz-RN, com materiais de fácil acesso, realizamos a construção de um aparato experimental conhecido como o Experimento de Hertz. Utilizamos quatro fios rígidos de espessura 6,0mm e 25cm de comprimento, 2m de fio elétrico flexível de espessura 1,5mm, duas tábuas de 15cmx10cm, quatro cabos de bastão de 20cm de comprimento cada, uma raquete elétrica, uma lâmpada de neon do tipo NE-2, duas garras jacaré e papel alumínio. Com o experimento montado, os alunos puderam observar que quando a raquete elétrica é acionada, a lâmpada NE-2 acende sem que exista a passagem de corrente elétrica convencional por meio de fios condutores. A ideia foi discutir que a luz é uma onda eletromagnética e que se propaga diante de perturbações no espaço. O experimento também fez com os alunos percebessem a união entre as áreas do eletromagnetismo e da óptica, observando que os fenômenos ocorrem de maneira simultânea. Enfim a realização do experimento em sala permitiu a discussão acerca da propagação de outras ondas como as ondas de rádio, o micro-ondas e o infravermelho. Acreditamos que as discussões geradas a partir do experimento puderam tornar o processo de ensino e aprendizagem da Física mais atraente e motivador para os alunos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ondas eletromagnéticas, Experimento de Hertz, Experimento de demonstração.

INTRODUÇÃO

¹ Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP e graduanda do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, *Campus* Santa Cruz, cezianacosta@gmail.com;

² Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP e graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, *Campus* Santa Cruz, fcomucio@gmail.com;

³ Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP e graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, *Campus* Santa Cruz, gleidsonlimac@hotmail.com;

⁴ Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP e graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, *Campus* Santa Cruz, romildomelo0402@gmail.com;

⁵ Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP e graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, *Campus* Santa Cruz, tomasgarciapires@gmail.com;

⁶ Mestre em Ensino de Física, Docente orientador do Programa de Residência Pedagógica – PRP, núcleo Física, Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, *Campus* Santa Cruz, jardel.bonfim@ifrn.edu.br.

Desde a Grécia Antiga, a natureza da luz vem sendo objeto de estudo. Naquela época já se tinha duas vertentes sobre ela: Partículas ou Ondas. Entretanto, devido ao grande interesse dos filósofos gregos sobre o mecanismo da visão, não se aprofundaram de fato em discutir qual era sua natureza. Esse conflito de ideias foi ganhando força a partir do progresso tecnológico e científico de trabalhos de grandes teóricos na área da Óptica. Isaac Newton (1643-1727), que defendia a teoria corpuscular, já tinha sua notoriedade e por isso a teoria que a luz era formada por partículas perdurou por quase um século, mesmo que não houvessem fenômenos que uma teoria explicasse e a outra não. No entanto, a partir dos experimentos de Thomas Young (1773-1829) na experiência da dupla fenda, a teoria ondulatória foi comprovada, levando à desconsideração da teoria corpuscular. Por volta de 1863, James C. Maxwell (1831-1879) propôs uma teoria que fortaleceu a natureza ondulatória da luz, prevendo a existência de ondas eletromagnéticas. Assim, a luz foi reconhecida como uma forma de onda eletromagnética (Rocha, 2002).

Inspirado pela previsão de Maxwell, Herinch Hertz (1857-1894) propôs verificar experimentalmente a existência das ondas eletromagnéticas. Foi então que em 1887, de acordo com Vargas (1986), que Hertz ao utilizar pontas metálicas como transmissores, nas quais faíscas elétricas saltavam, e espiras metálicas como receptores conseguiu não apenas comprovar experimentalmente, mas também produzir, detectar e descobrir as frequências das ondas eletromagnéticas (Gomes, 2017). Atualmente, ondas com características semelhantes às obtidas por Hertz são emitidas, por exemplo, pelos rádios e receptores de televisão, telefones celulares, micro-ondas, entre outros (Rocha, 2002).

Apesar da grande utilização das ondas eletromagnéticas em nosso cotidiano, a temática é abordada geralmente ao final do Ensino Médio, após o conteúdo de Eletromagnetismo. Uma possibilidade para justificar tal fato, é a necessidade de um grande nível de abstração necessário para o seu entendimento.

Acreditamos que ondas eletromagnéticas podem ser estudadas antes do último ano do Ensino Médio. Mas como fazer isso? Como ensinar ondas eletromagnéticas se é necessário um nível muito grande de abstração?

A utilização de experimentos de demonstração é uma das possibilidades para enfrentar essa dificuldade em estudar a temática, pois é capaz de concretizar o que foi estudado a partir da teoria por meio da prática, ocasionando assim um melhor esclarecimento a cerca do conteúdo e maior interesse por parte dos estudantes (Barreiro; Bagnato, 1992).

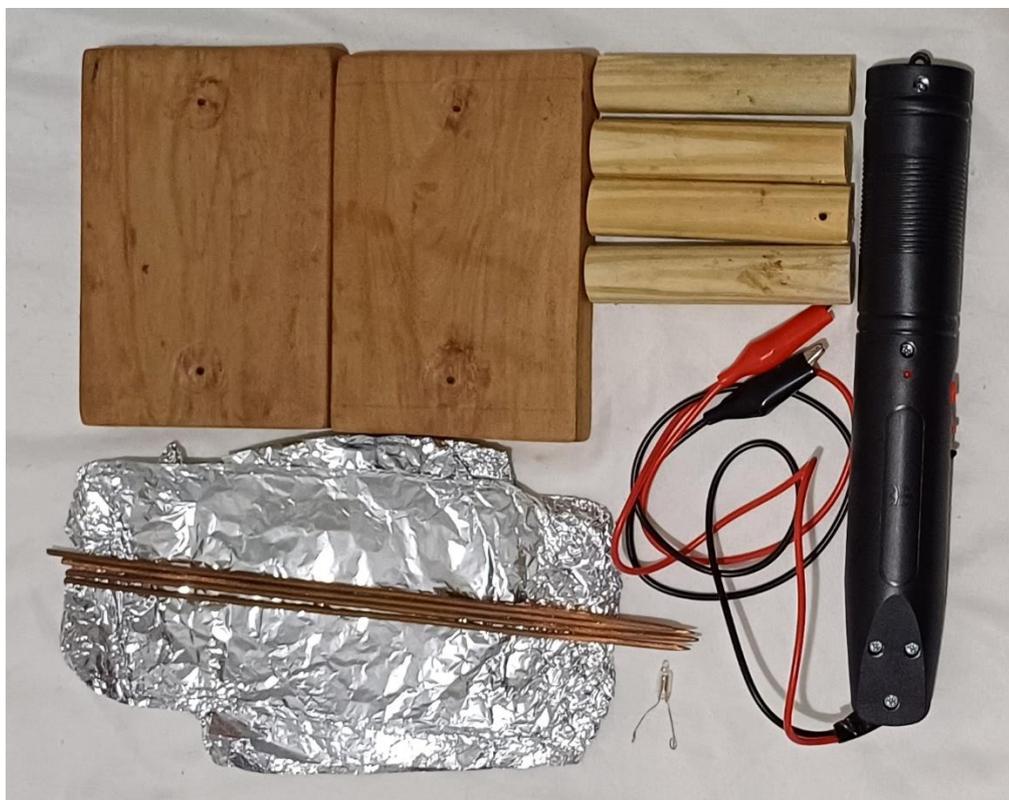
Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é relatar a aplicação de um experimento demonstrativo sobre ondas eletromagnéticas em uma turma do segundo ano do Curso Técnico

de Nível Médio em Guia de Turismo da Escola Estadual José Bezerra Cavalcanti, em Santa Cruz-RN, que através da experimentação foi capaz de abordar um conteúdo tão abstrato e de difícil compreensão, transformando assim o ensino e aprendizagem mais atraente e motivador.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada a escolha do tema, tendo sido escolhido o assunto de Ondas Eletromagnéticas. Na sequência, houve a execução da pesquisa dos experimentos que poderia ser possível realizar dentro da sala de aula, chegando então ao experimento de Hertz onde demonstra que a luz é uma onda eletromagnética. Posteriormente, foi elaborado um aparato experimental com materiais de fácil acesso, sendo eles: quatro fios rígidos de cobre de 6,0mm e 25cm de comprimento, 2,0m de fio elétrico flexível de espessura 1,5mm, duas tábuas de 15cmx10cm, quatro cabos de bastão de 20cm de comprimento cada, uma raquete elétrica, uma lâmpada de neon do tipo NE-2, duas garras tipo jacaré e papel alumínio, conforme mostrado na Figura 01.

Figura 01 – Materiais utilizados para o experimento de Hertz



Fonte: Acervo do autor (2023)

Após a confecção inicial do experimento, foram elaboradas um conjunto de quatro aulas, com duração de 50min cada, para discutir o tema de Ondas. A turma escolhida foi o segundo ano do Curso Técnico de Nível Médio em Guia de Turismo na forma articulada integrada ao Ensino Médio da Escola Estadual José Bezerra Cavalcanti.

Na primeira aula foi pedido que os alunos elaborassem um pequeno texto falando suas concepções sobre o que era uma onda e onde poderia ser identificada.

Na segunda aula, foi realizada uma discussão sobre o que são ondas, suas classificações quanto a natureza, a duração de vibração e o número de dimensões. Em relação a natureza das ondas foi explicado que elas podem ser ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas.

A terceira e quarta aula ocorreram em sequência no mesmo dia e foram divididas em cinco etapas. O tema da discussão foi sobre ondas eletromagnéticas, que é o foco deste trabalho. A primeira etapa foi a explicação do conceito de ondas eletromagnéticas, sendo necessário que os alunos tivessem conhecimento sobre Campo Elétrico e Campo Magnético. A segunda etapa seria demonstrar de forma prática, por meio de dois experimentos, o do eletroscópio de folhas e o experimento de Oersted, os tópicos discutidos anteriormente (Campo Elétrico e Campo Magnético). Após essa etapa, era preciso que os alunos compreendessem a discussão acerca da natureza da luz, sendo de grande importância para se chegar ao experimento de Hertz para ondas eletromagnéticas. A terceira etapa constituiu-se da explicação do contexto histórico. A quarta etapa da aula foi a explicação e demonstração do experimento de Hertz. Nela, os alunos puderam ver e presenciar que de fato a luz é uma onda eletromagnética. Na quinta e última etapa da aula, os alunos puderam conhecer as aplicações que existem hoje devido a descoberta das ondas eletromagnéticas e da luz como uma onda eletromagnética.

REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Moreira (2018) ao longo dos anos o ensino de física vem sendo objeto de estudo, ocasionando o desenvolvimento de simpósios, projetos, oficinas, livros, entre outros materiais. Entretanto, Moreira (2018) afirma que:

Paradoxalmente, no entanto, esse ensino está em crise. A carga horária semanal que chegou a 6 horas-aula por semana, hoje é de 2 ou menos. Aulas de laboratório praticamente não existem. Faltam professores de Física nas escolas e os que existem são obrigados a treinar os alunos para as provas, para as respostas corretas, ao invés de ensinar Física. (Moreira, 2018, p. 73)

Diante do cenário apresentado por Moreira (2018), em que o ensino de Física enfrenta desafios significativos, torna-se imperativo que os docentes, e aqueles que se preparam para

ingressar na profissão, busquem constantemente novas abordagens e estratégias pedagógicas. A redução da carga horária semanal e a escassez de aulas práticas demandam uma adaptação criativa por parte dos educadores. Nesse contexto, a busca por metodologias inovadoras ou a ressignificação de práticas já estabelecidas torna-se não apenas uma escolha, mas uma necessidade urgente.

Os desafios ao ensino de Física tornam-se maiores dependendo do tema estudado. Paz (2007, p. 17) afirma que “dentre os conteúdos de Física que apresentam um grau maior de dificuldade de aprendizagem, comparado aos demais, está o Eletromagnetismo”, devido ao seu nível de complexidade e alguns fenômenos não serem passíveis de observação a olho nu.

Para superar essa dificuldade, uma alternativa eficaz é integrar teoria e prática por meio de experimentos de demonstração, proporcionando uma construção de conhecimento mais agradável e favorecendo a interação entre o professor e os alunos (Araújo; Abib, 2003). Freire (1997) concorda com Araújo e Abib (2003) quando afirma que é preciso experimentar a teoria para que possa compreendê-la.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também “ênfatiza a importância das atividades experimentais e investigativas para o desenvolvimento de habilidades específicas das Ciências da Natureza” (Andrade, 2019, p. 171).

Gaspar e Monteiro (2016) apontam alguns fatores que favorecem os experimentos de demonstração:

a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio a apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos a aprendizagem. (Gaspar; Monteiro, 2016, p. 227-228)

Borges (2002) reforça a ideia de que não é preciso um espaço com equipamentos especiais para realizar trabalhos experimentais, podendo serem desenvolvidas em qualquer sala de aula e sem a necessidade de instrumentos e aparelhos sofisticados.

Wisniewski (1990) endossa a perspectiva de Borges (2002) ao afirmar que materiais de baixo custo são recursos que possuem características específicas, sendo notáveis por sua simplicidade, custo acessível e fácil disponibilidade. Esses materiais desempenham um papel facilitador no processo de ensino-aprendizagem.

Outro ponto importante ao ensino de Física a partir da experimentação é a possibilidade de acrescentar uma perspectiva histórica. A história por trás desses experimentos

não apenas enriquece a experiência de aprendizagem, mas também lança luz sobre a evolução dos conceitos científicos ao longo do tempo:

a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (Brasil, 2018, p. 550).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das respostas dos alunos revelou uma tendência interessante em relação ao entendimento sobre ondas. Notou-se que os estudantes demonstraram um conhecimento mais acentuado em relação aos tipos específicos de ondas do que em relação ao conceito geral de ondas.

Dentre os tipos de ondas mencionados, as ondas mecânicas foram as mais citadas, com destaque para as ondas do mar e as ondas sonoras. Os alunos pareciam familiarizados com essas manifestações particulares de movimento ondulatório, associando-as a fenômenos comuns e reconhecíveis em seu cotidiano.

Curiosamente, apenas dois alunos citaram de forma direta o termo “ondas eletromagnéticas” em seus textos, muitos alunos descreveram exemplos específicos e situações cotidianas, sem, no entanto, referir-se diretamente a elas. Expressões como "ondas de calor", “ondas magnéticas” e "ondas de elétrons" foram frequentemente utilizadas para descrever esses fenômenos. Essa escolha linguística sugere que, embora os alunos possuíssem uma compreensão prática e contextualizada das ondas eletromagnéticas, talvez houvesse uma lacuna no reconhecimento explícito do termo técnico associado.

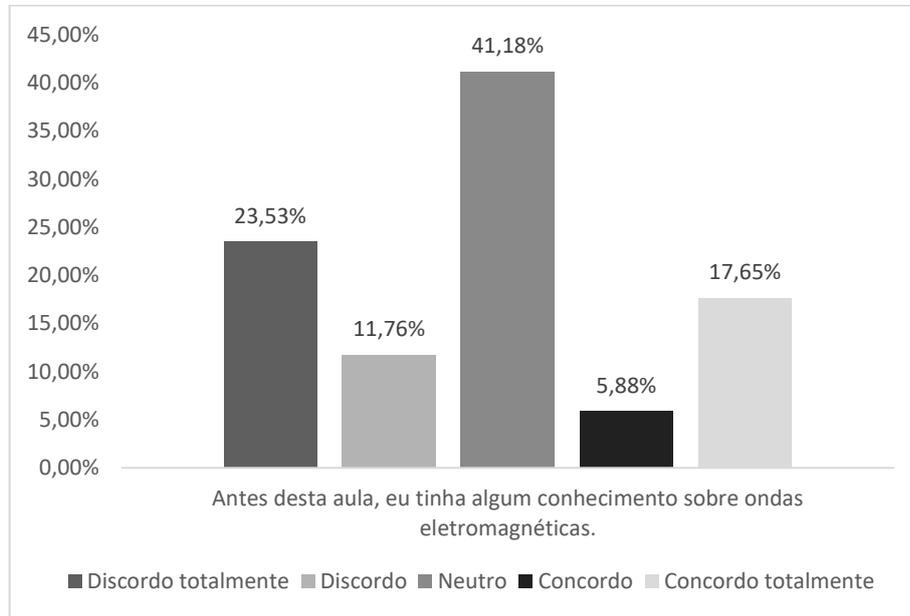
Essa observação ressalta a importância de uma abordagem pedagógica que integre tanto os exemplos práticos quanto a terminologia específica. Essa estratégia poderia fortalecer a compreensão global dos alunos sobre o conceito abstrato de ondas, ao mesmo tempo em que reforça a conexão entre o conhecimento teórico e sua aplicação prática em situações cotidianas.

Após a terceira e quarta aula, como forma de analisar as aulas ministradas e o conteúdo passado, foi entregue para cada aluno um formulário de avaliação utilizando a escala Likert, dividido em cinco perguntas e com as seguintes opções de respostas: discordo totalmente, discordo, neutro, concordo e concordo totalmente. Os resultados serão mostrados a seguir:

O resultado da primeira pergunta está em concordância com o texto que os alunos fizeram na primeira aula, visto que 23,53% discordaram totalmente, 11,76% marcaram “discordo”, 41,18% marcaram “neutro”, apenas 5,88% marcaram “concordo” e 17,65%

marcaram “concordo totalmente”. Mostra que após compreenderem o conceito de ondas eletromagnéticas e onde elas estão inseridas eles já tinham algum conhecimento, porém não conseguiam associar ao termo técnico.

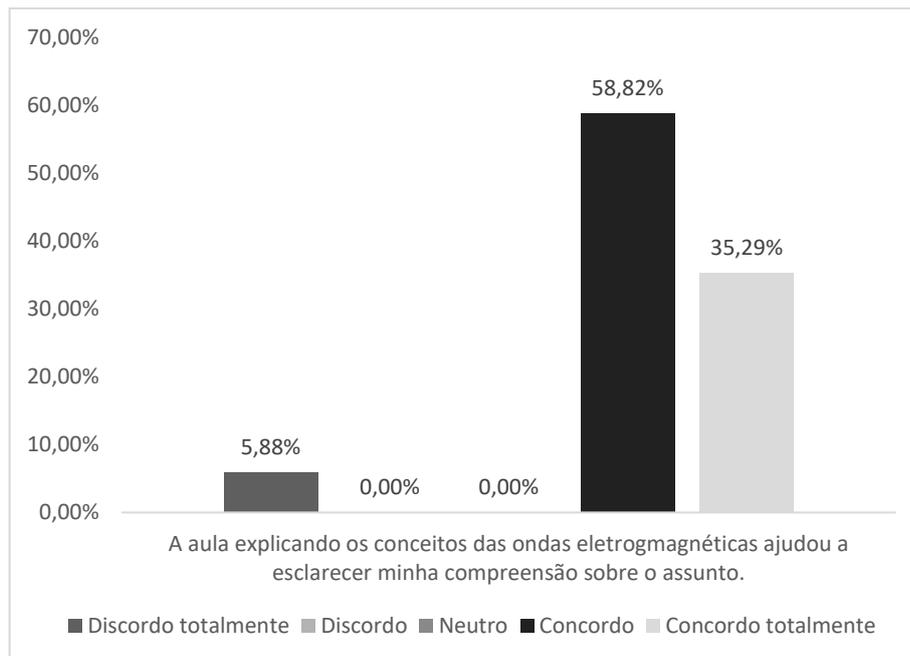
Gráfico 01 – Pergunta 1



Fonte: Criado pelos autores (2023)

A segunda pergunta mostra que após a aula a maioria dos alunos conseguiram compreender a temática, tendo em vista que 58,82% marcaram “concordo” e 35,29% marcaram “concordo totalmente” e apenas 5,88% dos alunos não conseguiram compreender.

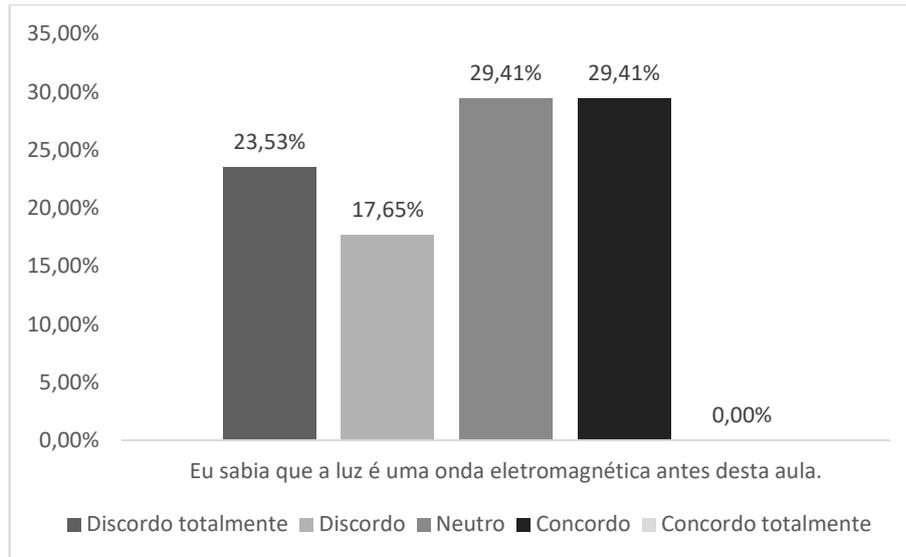
Gráfico 02 – Pergunta 2



Fonte: Criado pelos autores (2023)

A terceira pergunta pedia para os alunos marcarem se, antes da aula, eles já sabiam que a luz é uma onda eletromagnética. Aqui as respostas ficaram bastante equilibradas, cerca de 23,53% marcaram “discordo totalmente”, 17,65% marcaram “discordo”, 29,41% marcaram “neutro” e 29,41% marcaram “concordo”, nenhum dos alunos marcaram “concordo totalmente”.

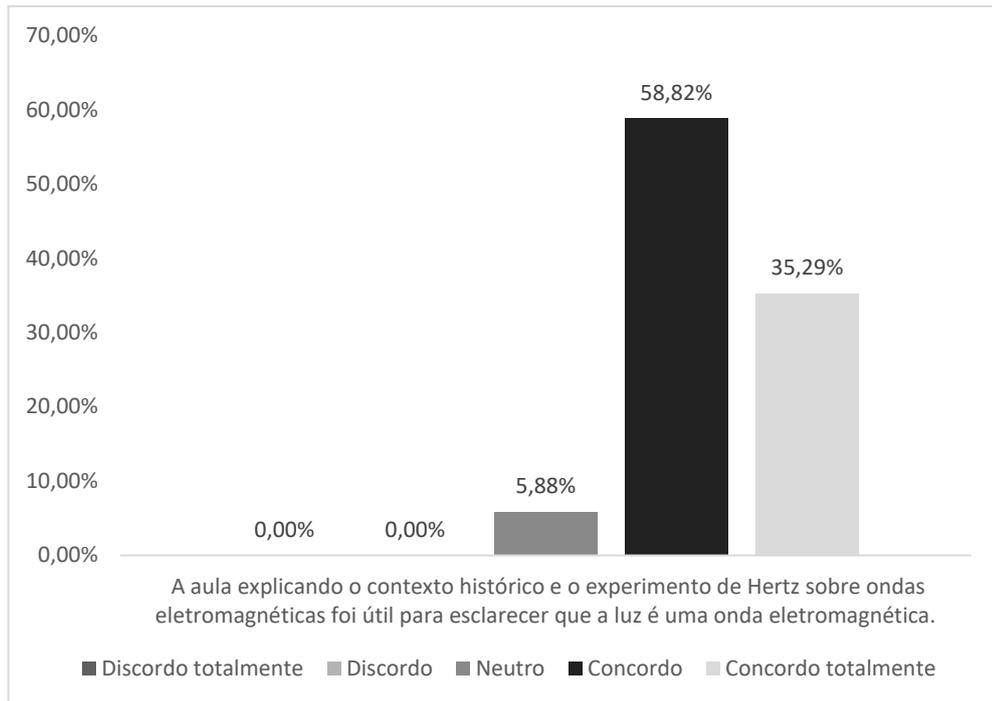
Gráfico 03 – Pergunta 3



Fonte: Criado pelos autores (2023)

A quarta pergunta traz se o contexto histórico e a aplicação do experimento de Hertz auxiliaram no entendimento deles acerca da luz ser uma onda eletromagnética. Nenhum aluno marcou “discordo totalmente” e “discordo”, 5,88% mostraram-se neutros, 58,82% marcaram “concordo” e 35,29% marcaram “concordo totalmente”.

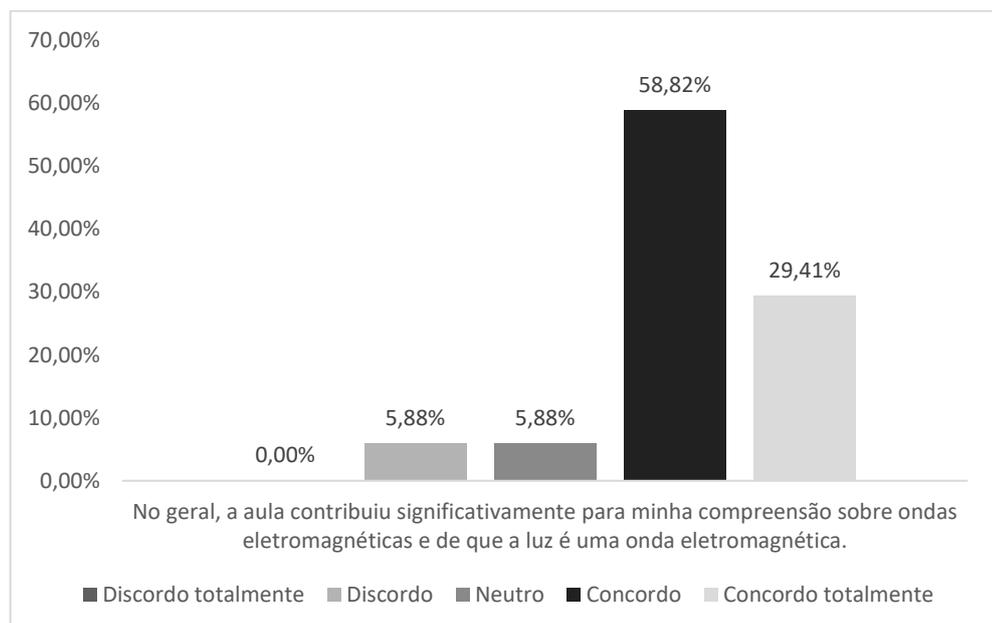
Gráfico 04 – Pergunta 4



Fonte: Criado pelos autores (2023)

A quinta e última pergunta questionava se a aula contribuiu significativamente para a compreensão deles sobre ondas eletromagnéticas e de que a luz é uma onda eletromagnética. Nenhum deles marcou “discordo totalmente”, 5,88% marcaram “discordo”, 5,88% marcaram “neutro”, 58,82% marcaram “concordo” e 29,41% marcaram “concordo totalmente”.

Gráfico 05 – Pergunta 5



Fonte: Criado pelos autores (2023)

Analisando os resultados, concluí-se que de modo geral a aula contribuiu para o entendimento dos alunos sobre as ondas eletromagnéticas e de que a luz é uma onda eletromagnética.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desafios ao ensino de física são diversos e atuando como bolsistas do Programa de Residência Pedagógica (PRP) percebemos na prática essas dificuldades. Principalmente tratando-se de temáticas que envolvem conceitos tão abstratos para os alunos.

Por isso, é preciso que enquanto docentes (e futuros docentes) estejamos sempre em busca de novas abordagens e estratégias pedagógicas, ou ainda, ressignificando práticas já estabelecidas.

A utilização do experimento de demonstração intitulado como “Experimento de Hertz” possibilitou aos alunos compreenderem o que são as ondas eletromagnéticas e a luz como uma onda eletromagnética, como apontam os resultados obtidos.

Desse modo, consideramos que a aplicação desta abordagem pedagógica em uma turma do segundo ano do curso Técnico de Nível Médio em Guia de Turismo na forma articulada integrada ao Ensino Médio na Escola Estadual José Bezerra Cavalcanti na cidade de Santa Cruz – RN foi bastante produtiva, tanto para os alunos quanto para nós.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Marcella Fortunato Dias de. O uso da experimentação no ensino de Ciências e as perspectivas pedagógicas. **Revista Pró-Discente**, Vitória, v. 25, n. 2, p. 165-179, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/prodiscente/article/view/27762>. Acesso em: 17 nov. 2023.

ARAÚJO, Mauro; ABIB, Maria. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

BARREIRO, Águida Celina de Méo; BAGNATO, Vanderlei Salvador. Aulas demonstrativas nos cursos básicos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 238-244, jan. 1992. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://antigo.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7395>. Acesso em: 1 set. 2023. doi: <https://doi.org/10.5007/%x>.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.19, n.3, p. 291-313, dez. 2002. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3838304/mod_resource/content/1/Borges_2002.pdf. Acesso em: 16 nov. 2023.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. Brasília, DF, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. de C. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÕES EM SALA DE AULA: UMA ANÁLISE SEGUNDO O REFERENCIAL DA TEORIA DE VYGOTSKY. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 227–254, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/518>. Acesso em: 16 nov. 2023.

GOMES, Ederson Carlos. **Ondas eletromagnéticas**: possibilidades da aplicação no ensino médio a partir das relações CTS . 2017. 196 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/6134>. Acesso em: 29 jun. 2023.

MOREIRA, M. A.. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 73–80, set. 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>>. Acesso em: 16 nov. 2023.

PAZ, A. M. **Atividades Experimentais e Informatizadas**: Contribuições para o Ensino de Eletromagnetismo. 2007. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2007. 228 p. Disponível em: < http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/teses/ativ_ex_per_infor_magnetism.pdf> Acesso em: 15 nov. 2023.

ROCHA, José Fernando (org.) **Origens e Evolução das Ideias da Física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

VARGAS, M. História da matematização da natureza. **Estud. av.** vol.10 n°. 28, p. 249-276. São Paulo : Sept./Dec. 1996. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-4014199600030001. Acesso em: 29 jun. 2023.

WISNIEWSKI, Gerônimo. **Utilização de Materiais de Baixo Custo no Ensino de Química Conjugados aos Recursos Locais Disponíveis**. 1990. 209f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/111433/79834.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 nov. 2023.