

# INTERFERÔMETRO MICHELSON-MORLEY: UM EXPERIMENTO PARA ABORDAGEM CONCEITUAL DA RELATIVIDADE ESPECIAL

Eloiza Araújo Farias <sup>1</sup>  
Lígia Maria Custódio da Silva <sup>2</sup>  
Gleydson Lima dos Santos <sup>3</sup>  
Roney Roberto de Melo Sousa <sup>4</sup>  
Karlo Sérgio Medeiros Leopoldino <sup>5</sup>

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar, como instrumento didático, o chamado interferômetro de Michelson-Morley, experimento realizado em 1887. A finalidade é comparar a velocidade da luz em direções perpendiculares numa tentativa de detectar um movimento relativo de matéria através do estacionário éter luminífero, um meio elástico hipotético em que se propagariam as ondas eletromagnéticas. Para realizar essa tarefa, foi realizado um estudo que resultou em uma unidade didática com três momentos distintos, o contexto histórico, a explicação do experimento e suas aplicações no cotidiano, sendo aplicado em uma turma do ensino superior do curso de licenciatura em física na disciplina de Teoria da Relatividade Especial no IFRN, na cidade de Santa Cruz. Discutimos no contexto histórico a importância das descobertas realizadas e suas contribuições para Albert Einstein. Os materiais utilizados para o segundo momento são dois espelhos com reflexão de cem por cento, um espelho de cinquenta por cento de reflexão e cinquenta de transmissão, um anteparo piezoelétrico e uma fonte de luz a laser e uma base de madeira. Logo após, foi possível abordar conceitos como referenciais inerciais, movimento relativo da fonte da luz, as franjas de interferências, meio de propagação da luz e a compreensão da constância da velocidade da luz. Os resultados mostraram que a compreensão de sistemas de referências inerciais que contribuíram para tecnologias de satélite, GPS e aplicativos, possibilitando aos alunos sair da abstração de conceitos teóricos e visualizar, na prática, tais fenômenos aplicados, adquirindo habilidades e competências que podem ser utilizadas em outros momentos de aprendizagem na sala de aula em uma dimensão holística.

**Palavras-chave:** Interferômetro Michelson, Ensino de física, Relatividade especial, Ondas eletromagnéticas.

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte IFRN Campus Santa Cruz, Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP, [fariaseuloiza365@gmail.com](mailto:fariaseuloiza365@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, campus Santa Cruz, Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP, [ligia.custodio@escolar.ifrn.edu.br](mailto:ligia.custodio@escolar.ifrn.edu.br);

<sup>3</sup> Graduando do Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal do Rio Grande do Norte IFRN – Campus Santa Cruz. Bolsista do Programa de Residência Pedagógica – PRP. [gleydsonlimac@hotmail.com](mailto:gleydsonlimac@hotmail.com);

<sup>4</sup> Professor de Física do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN Campus Santa Cruz, professor coordenador do Programa de Iniciação a Docência - PIBID. [roney.melo@ifrn.edu.br](mailto:roney.melo@ifrn.edu.br).

<sup>5</sup> Professor de Física do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN Campus Santa Cruz, professor preceptor do Programa de Residência Pedagógica - PRP. [karlo.sergio@ifrn.edu.br](mailto:karlo.sergio@ifrn.edu.br)

## INTRODUÇÃO

A disciplina da Teoria da Relatividade (TRE) compõe a grade curricular do curso de Física, assim como outras, a mesma possui conceitos complexos e que precisam de uma atenção de seus estudantes. Diante disso ao cursarmos a disciplina da TRE o experimento de Michelson-Morley foi apresentado, porém tivemos dificuldade de entender seu funcionamento, de tal maneira que pensando nisso, resolvemos criar uma unidade didática composta pelo contexto histórico do experimento assim como os impactos que ele causou na Física, aplicando a mesma juntamente ao experimento na turma de Teoria da Relatividade Especial do 6º período da Licenciatura em Física do IFRN *Campus* Santa Cruz.

O experimento do Interferômetro de Michelson e Morley foi crucial para o surgimento da Teoria da Relatividade de Albert Einstein, foi através do mesmo que descobriu-se que o Éter Luminífero não existia, mas o que seria esse éter? Imaginavam em meados do fim do século XIX que como a luz sendo uma onda, a mesma precisava de um meio para propaga-se, assim como o som que se propaga através do ar, este meio era invisível, onde o mesmo preenchia todo o espaço, e seria onde a luz se propagaria, buscando provar a existia desse meio luminífero, surge o experimento de Michelson.

Em 1881 A. A. Michelson construiu a primeira versão do seu interferômetro, com finalidade de medir a velocidade da Terra em relação ao éter, mas o padrão de interferência observado era instável e o equipamento tinha uma sensibilidade muito baixa, foi então que em 1887 Michelson juntou-se com Edward W. Morley e montou um interferômetro muito melhor, onde o sistema óptico era montado sobre um bloco de pedra, de tal modo que o aparelho boiava no mercúrio.

O interferômetro consistia em dividir um feixe de luz em dois caminhos perpendiculares e em seguida, recombinava os caminhos para produzir um padrão de interferência, se a Terra estivesse mesmo movendo-se através do éter, se observaria uma defasagem das ondas luminosas.

Mesmo fazendo o experimento dia e noite e em todas as estações do ano, não foi observado o esperado deslocamento das franjas. De acordo com Resnick, p.30

*Uma maneira de interpretar o resultado nulo da experiência de Michelson e Morley, é concluir simplesmente, que a medida da velocidade da luz é a mesma, isto é,  $c$  para todas as direções em qualquer sistema inercial[...].*

Este trabalho tem o objetivo de mostrar experimentalmente esses pequenos padrões de interferência, dado que foi bastante importante para a afirmação de Einstein que o éter não existe, ou seja, não existe um referencial absoluto, e também para o desenvolvimento da teoria da relatividade especial, pois segundo o postulado de Einstein a velocidade da luz é constante em todos os referenciais inerciais.

A utilização de experimentos em sala de aula é uma alternativa frequentemente indicada por autores de pesquisas em ensino de Física, pois o aluno pode observar na prática o assunto discutido teoricamente, por isso será construída uma unidade didática, de modo a ser dividida em três etapas, o contexto histórico, a explicação do experimento e suas aplicações no cotidiano, de tal maneira que ao fim da aplicação da unidade os alunos, possam ter uma compressão melhor da TRE na prática e vejam que a Física está aplicada em muitas coisas que são essenciais no dia-a-dia.

## **METODOLOGIA**

Este trabalho tem como objetivo verificar o experimento de Michelson e Morley enquanto recurso didático, buscando favorecer a compreensão dos discentes sobre os conceitos presentes neste experimento bem como, o seu funcionamento. Trata-se de uma pesquisa aplicada visando a resolução de um problema identificado enquanto cursamos a disciplina de Teoria da Relatividade Especial que é a difícil compreensão do funcionamento do aparato experimental sem a sua demonstração, sendo de suma importância compreendê-lo, pois contribuiu para a fundamentação da Teoria da Relatividade Restrita em 1905.

Juntamente com o experimento, foi elaborada uma unidade didática visando facilitar o estudo introdutório da TRE, dividida em 3 sessões, sendo a primeira uma abordagem histórica que parte do conceito de éter sendo introduzido na física, até a realização e conclusões do experimento de Michelson e Morley e os impactos na física clássica, a segunda seção traz aplicações da relatividade restrita em nosso dia-a-dia e a terceira é composta por questionamentos a respeito dos temas tratados em seu decorrer, que permite ao professor avaliar se o aluno compreendeu o conteúdo.

A pesquisa tem natureza descritiva, no qual observamos e descrevemos características da turma e como receberam a intervenção realizada, tem caráter quantitativo visto que os dados obtidos serão traduzidos numericamente em percentual, o levantamento de informações se dará por meio de um questionário de validação da unidade didática aplicado aos alunos no final da

aula e os dados obtidos foram quantificados e interpretados pelos pesquisadores e estão presentes nos resultados deste trabalho.

O público alvo foi a turma de Teoria da Relatividade Especial matriculados no 6º período da Licenciatura em Física no IFRN *Campus* Santa Cruz composta por 9 alunos. A proposta didática se deu da seguinte forma:

1. Iniciamos com a unidade didática sendo entregue aos alunos, e uma aula expositiva trazendo o conceito de éter, bem como a realização do experimento e os impactos na física clássica;
2. Em seguida executamos o experimento na sala de aula, observando os efeitos que estão ocorrendo associando então a teoria estudada anteriormente;
3. Não obtendo os resultados esperados, reproduzimos um vídeo para que os alunos pudessem compreender o funcionamento do experimento.
4. Os alunos foram convidados a responder os questionamentos da unidade didática, visando avaliar seu aproveitamento;
5. Por fim, os alunos responderam ao questionário de validação da unidade didática no qual podemos perceber se o produto educacional é funcional;

O questionário é composto por 5 questões voltados para a avaliação da aula expositiva, aplicação do experimento e estrutura da unidade didática.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O uso de experimentos desempenha um papel fundamental na física teórica por várias razões importantes. A física teórica busca compreender as leis fundamentais que regem o universo, enquanto os físicos teóricos desenvolvem modelos matemáticos e teorias para explicar os fundamentos naturais, os experimentos fornecem uma base empírica para testar e validar essas teorias.

*Estabelecido um problema, o cientista ocupa-se em efetuar alguns experimentos que levem-no a fazer observações cuidadosas, coletar dados, registrá-los e divulgá-los entre outros membros de sua comunidade, numa tentativa de refinar as explicações para os fenômenos subjacentes ao problema em estudo. (GIORDAN, não datado, p. 3)*

Muitas vezes, os experimentos revelam resultados inesperados ou não previstos pelas teorias existentes. Essas descobertas abrem novas áreas de pesquisa e levam ao desenvolvimento de teorias mais abrangentes ou modificadas. Um exemplo histórico é o experimento de Michelson-Morley, que não conseguiu detectar o éter como meio de propagação da luz, levando ao desenvolvimento da teoria da relatividade de Einstein, conforme Gazzinelli destaca.

*O resultado nulo da experiência constituiu um problema grave para a física clássica. Uma explicação possível seria o arrastamento do éter pela Terra. É claro que se o éter é arrastado pela Terra em seu movimento, o experimentador deverá achar um resultado nulo para a velocidade da Terra em relação a ele. (GAZZINELLI, 2009, p. 15)*

Na sala de aula, o experimento serve como um instrumento didático que permite ao aluno visualizar na prática o fenômeno físico explicado teoricamente. A física é uma disciplina complexa e repleta de cálculos, então fica para o professor a tarefa de torna-la atrativa, despertando no aluno a curiosidade e interesse pela física, quando se tem uma física associada a experimentos é mais comum que os alunos se interessem pela área, de acordo com os Parâmetros Nacionais Curriculares

*É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais rede experimentação em laboratório (BRASIL, 2002, p.84)*

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para começar a mostrar os resultados obtidos é preciso focar que o experimento usado já existia no laboratório de Física do campus Santa Cruz-RN, antes de apresentá-lo para a turma foi feita a sua testagem juntamente com o professor Roney Melo, o mesmo já havia relatado que o aparato experimental possuía certa dificuldade para alinhar e se obter os resultados esperados.

Como informado não se conseguiu alinhar o experimento, em virtude disso foi passado para turma um vídeo onde se é explicado e mostrado o experimento de Michelson-Morley funcionando.

Figura 1: Momento do vídeo



Fonte: Acervo dos autores (2023)

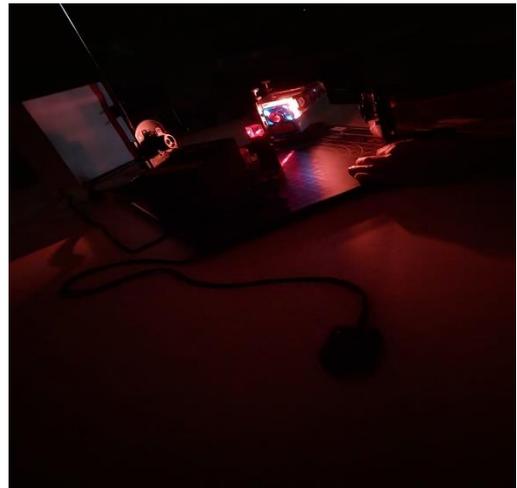
Ao final do vídeo os alunos foram direcionados para a bancada onde estava o experimento montado, ele foi usado para mostrar aos discentes o que se era esperado quando Michelson-Morley o montou e testou.

Figura 2: Experimento montado



Fonte: Acervo dos autores (2023)

Figura 3: Experimento ligado



Fonte: Acervo dos autores (2023)

Embora o experimento não mostrando os resultados previstos ele desempenhou seu papel para melhor compreensão da unidade didática.

Figura 4: Hora da explicação



Fonte: Acervo dos autores (2023)

Figura 5: Explicação



Fonte: Acervo dos autores (2023)

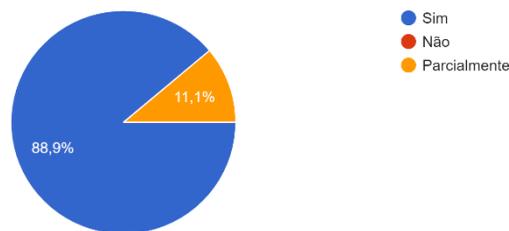
Ao fim da exposição os alunos foram convidados a responder um questionário, onde através do mesmo foi permitido observar a compreensão e absorção do conteúdo.

Quando questionados sobre se o uso de experimento melhora a aprendizagem na Física, a maioria disse que sim e outros concordaram parcialmente, em discussão com a turma chegamos a conclusão de que física tem muito a ver com aptidão, devido a sua linguagem matemática, pois se a pessoa não possuir aptidão de aprender física o experimento não facilitará essa aprendizagem.

Gráfico 1

1- Você acha que o uso de experimentos facilita a aprendizagem de física?

9 respostas



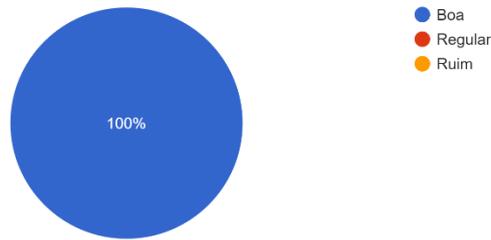
Elaborado pelos autores (2023)

Acerca da escrita da unidade didática, todos os discentes responderam que estava bem escrita.

Gráfico 2

2- Como você avalia a escrita da unidade didática?

9 respostas



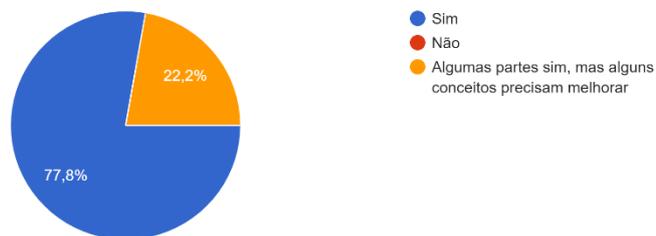
Elaborado pelos autores (2023)

Quando questionados se os conceitos presentes na UD estavam de fácil compreensão, 77,8% afirmaram que sim, e 22,2% que precisam melhorar alguns conceitos físicos. Perguntas como essas nos ajuda a dar um direcionamento melhor na escrita.

Gráfico 3

3- Sobre os conceitos físicos utilizados na unidade didática, você acha que estão bem explicados e de fácil entendimento?

9 respostas



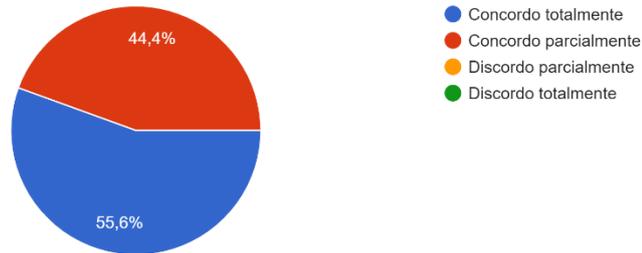
Elaborado pelos autores (2023)

Quando questionados se a visualização do experimento facilitou o entendimento dos conceitos descritos na unidade didática, 55,6% concordou totalmente e 44,4% concordou parcialmente, ninguém discordou parcialmente nem totalmente, o que mostra que o nosso trabalho é funcional, no entanto, onde quase metade dos alunos concorda apenas parcialmente, retornamos para as considerações feitas na questão 1, de que apesar de ter o experimento quando o conteúdo é complexo, exige um nível de abstração apurado e apenas o experimento não facilita a compreensão.

Gráfico 4

4- A visualização do experimento facilitou o seu entendimento, sobre os conceitos que estão descritos na unidade didática?

9 respostas



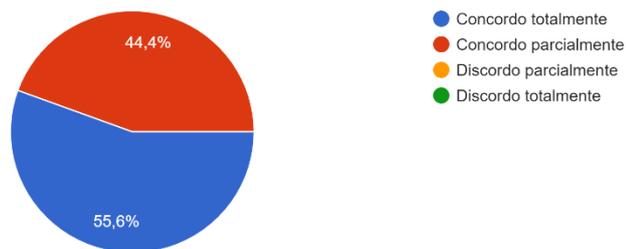
Elaborado pelos autores (2023)

Quando questionados se a leitura da unidade didática facilitou o entendimento do experimento de Michelson-Morley, 55.6% concordou totalmente e 44,4% concordou parcialmente, novamente ninguém discordou parcialmente nem totalmente, o que nos permite concluir que a UD cumpriu com sua proposta.

Gráfico 5

5- Após a leitura da unidade didática você conseguiu compreender o experimento de Michelson e Morley e os impactos causados na física após a sua conclusão em 1887?

9 respostas



Elaborado pelos autores (2023)

Ao fim pedimos para que eles dessem sugestões de melhoria para a unidade didática, no momento os mesmos afirmaram que não tinham sugestões de melhoria conforme indica a tabela abaixo.

Tabela 1

<b>6 - Você teria alguma sugestão para melhorar a unidade didática?</b>
Não, estava bem elaborada.
no momento não.
Não
Não
Não
Estava bem elaborada!
não
Não
No momento não.

Elaborado pelos autores (2023)

A unidade didática está disponível no link:

<https://drive.google.com/file/d/141HFu09gaQPhPcNP0zs9qGbhbtaMjhe6/view?usp=sharing>.

A imagem abaixo mostra a capa e o sumário da unidade didática.

Figura 5: Explicação



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto concluímos que o experimento de Michelson e Morley não é uma estratégia viável para execução em sala de aula, embora já existindo todos os equipamentos no laboratório do campus é muito difícil alinhar as franjas de interferência, o que requer muitas horas do professor para que o aparato experimental funcione, então caso o futuro discente da disciplina queira executar o experimento é necessário um planejamento no qual esteja no



mesmo pelo menos uma aula reservada para a testagem, devido o contra-tempo citado anteriormente, porém como foi executado neste trabalho, a unidade didática associado a um vídeo do experimento pode ser viável para compreender esse assunto que é tão complexo e exige um nível de abstração apurado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao nosso orientador do trabalho Karlo Sérgio que foi muito prestativo em nos ajudar, pagando justamente sua inscrição no Conedu somente para orientar o nosso trabalho, somos gratas também ao professor Roney por ter aceitado doar o seu tempo com a gente no laboratório, ensinando cada passo de funcionamento do experimento. Ao IFRN que conta com seus laboratórios cheios de experimentos, possibilitando oportunidades para o crescimento dos nossos conhecimentos. Por fim, mais não menos importante agradeço a minha companheira de trabalho Lígia por sempre estar comigo trilhando esse caminho da faculdade e da vida que vez ou outra vem com suas dificuldades, ela que não me deixa desistir por nada e que nos fez concluir esse trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

MARTINS, Roberto de Andrade. Teoria da Relatividade Especial. 2. ed. aum. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012. 294 p. ISBN 978-85-7861-050-0.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio –MEC/SEMTEC. BRASÍLIA: MEC, 1998.

GIORDAN, Marcelo. O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, [s. l.], 2000. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A33.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;

GAZZINELLI, Ramayana. Teoria da relatividade especial. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.