

## UMA INTERVENÇÃO NO ENSINO DA ELETRICIDADE E DO MAGNETISMO UTILIZANDO O EFEITO FOTOELÉTRICO

Gleydson Lima dos Santos<sup>1</sup>  
Ceziana Pereira da Costa<sup>2</sup>  
Roney Roberto de Melo Sousa<sup>3</sup>  
Jardel Francisco Bonfim Chagas<sup>4</sup>

### RESUMO

Este trabalho consiste em uma proposta de inserção de um conteúdo da Física Moderna, o efeito fotoelétrico, numa sequência didática sobre eletricidade e magnetismo, discutindo que é possível trabalhar conceitos que, normalmente, são abordados de uma forma isolada, dentro de uma “caixa” da Física Moderna, junto com os conteúdos da chamada Física Clássica. Para a elaboração dessa proposta foi necessário analisar como seria possível correlacionar o estudo do efeito fotoelétrico, através de uma aplicação demonstrada experimentalmente, com tópicos dos conteúdos de Eletricidade e Magnetismo. Após esse estudo inicial, entendeu-se que o fenômeno, junto com a aplicação sugerida poderia ser abordado dentro dos tópicos de processos de eletrização, circuitos elétricos e campo magnético. Foi possível então produzir uma unidade didática com a sequência de aulas e uma proposta metodológica para a aplicação com o auxílio de um simulador disponível na internet e um experimento demonstrativo sobre aplicação do efeito fotoelétrico nos sistemas automatizados de iluminação. Respeitando a sequência de apresentação dos tópicos, normalmente dispostas nos livros didáticos, foi possível perceber que a proposta é viável e tem potencial para facilitar a compreensão dos conteúdos relacionados com o tema, já que ela proporciona uma aprendizagem através de uma aplicação da Física no cotidiano.

**Palavras-chave:** Efeito fotoelétrico, Física moderna, Física clássica, Eletricidade, Ensino de Física.

### INTRODUÇÃO

O ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC), apesar de ter tido um movimento intenso e positivo para sua inserção no Ensino Médio ao longo das últimas duas décadas, pouco é ministrado durante os anos finais da Educação Básica, seja por ser ministrado apenas após todo o conteúdo da chamada Física Clássica e acabar comprimido pelo tempo exíguo no fim do último ano do Ensino Médio, por vezes nem sendo abordado, ou então porque muitos

---

<sup>1</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, [gleydsonlimac@hotmail.com](mailto:gleydsonlimac@hotmail.com);

<sup>2</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, [cezianacosta@gmail.com](mailto:cezianacosta@gmail.com);

<sup>3</sup> Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, campus Santa Cruz, Mestre em Ensino de Física, Coordenador de área do PIBID, [roney.melo@ifrn.edu.br](mailto:roney.melo@ifrn.edu.br);

<sup>4</sup> Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN, campus Santa Cruz, Mestre em Ensino de Física, Docente Orientador do Programa de Residência Pedagógica, [jardel.bonfim@ifrn.edu.br](mailto:jardel.bonfim@ifrn.edu.br);



professores acreditam que os alunos teriam dificuldade de assimilação nos conteúdos da mesma (ALVES e SANTOS, 2021; NORMANDO e COSTA, 2019).

Entretanto, cada vez mais vemos dispositivos que utilizam de fenômenos físicos no nosso cotidiano, como é o caso do acender dos postes de iluminação pública ao anoitecer no qual se utiliza um dispositivo chamado relé fotoelétrico que funciona em virtude resistividade elétrica e onde ocorre o fenômeno do efeito fotoelétrico. Faz-se então necessário encontrar formas de se inserir os estudos sobre os fenômenos explicados pela FMC nas aulas de Física do Ensino Médio.

O objetivo geral deste trabalho é verificar a viabilidade da abordagem de um conteúdo da FMC, o efeito fotoelétrico, dentro do conteúdo tradicional de eletricidade. Os objetivos específicos são a produção de todo o material que compõe a unidade didática e a sua aplicação em uma turma de Ensino Médio com aplicação de atividades.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi a produção de uma unidade didática que envolve o conteúdo a ser trabalhado, com a explicação teórica, a linguagem matemática, o contexto histórico, as aplicações e a experimentação como estratégia didática. Além disso, na proposta de aplicação da unidade didática são sugeridas atividades, com o uso de ferramentas digitais voltadas para o ensino que possam contribuir com o processo de ensino e aprendizagem do fenômeno estudado. Do ponto de vista pedagógico a metodologia utilizada para a aplicação da unidade didática foi uma intervenção em uma turma do Ensino Médio Técnico Integrado do IFRN – Campus Santa Cruz, durante as aulas de Física. Optou-se pela estratégia da sala de aula invertida, na qual os alunos tiveram acesso ao conteúdo de forma assíncrona através de uma videoaula e realizaram atividades de forma síncrona.

Nos capítulos seguintes serão descritas com mais detalhes a metodologia de todo o trabalho, os resultados obtidos tanto do ponto de vista de produção de material, como da aplicação da unidade didática e as discussões pertinentes fazendo uma avaliação geral do trabalho. Por fim, as considerações finais apontam as dificuldades enfrentadas e indicam outras possibilidades de propostas para a inclusão do ensino da FMC nas aulas de Física no contexto educacional atual.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**



De uma forma geral, as aulas de física no Ensino Médio se resumem a apresentação de conceitos e fórmulas matemáticas. Muitas vezes, esse método de ensino ocasiona um desinteresse pela ciência, pois não preza por aspectos importantes do estudo das ciências naturais como a investigação e a criatividade.

Dessa forma, o uso do contexto histórico nas aulas possibilita uma compreensão melhor desse componente curricular, bem como torna o ensino de física mais interessante.

Segundo Gleiser (1997, p.13 apud PEREIRA et al., 2017):

A importância de conhecermos a História das Ciências, de maneira geral, é termos a noção de como a nossa compreensão da Natureza e do Universo se desenvolveu de mãos dadas com a Física, desde suas origens com os filósofos pré-socráticos da Grécia Antiga, até a introdução da mecânica quântica e da teoria da relatividade durante as três primeiras décadas do século XX. A Física é muito mais que do a mera resolução de equações e interpretação de dados. Arriscamo-nos a dizer que existe poesia na Física, que a Física é uma expressão profundamente humana de nossa reverência à beleza da Natureza. (PEREIRA et al., 2017, p. 252)

Com o avançar da tecnologia surgem cada vez mais recursos didáticos para tornar o ensino mais dinâmico e mais prazeroso. No ensino de física, o uso de simuladores vem se tornando uma alternativa para aquelas escolas que não possuem laboratórios dessa disciplina, tornando assim as aulas mais interessantes e com maior participação dos alunos.

Segundo Santos (2016):

Na prática, a disciplina Física representa para o estudante, na maior parte das vezes, apenas uma disciplina muito difícil, em que é preciso decorar fórmulas, cuja origem e finalidade são desconhecidas. Portanto, através do software livre PhET Interactive Simulations, deseja-se introduzir modelagens e simulações no processo ensino-aprendizagem no intuito de desmistificar essa imagem da Física, possibilitando uma melhor compreensão do seu conteúdo e contribuindo para o desenvolvimento cognitivo em geral, pois modelagens e simulações facilitam a construção de relações e significados, favorecendo a aprendizagem construtivista. (SANTOS, 2016, p. 12)

É cada vez mais comum a busca dos professores por novas metodologias para deixar o ensino mais dinâmico e mais participativo. Desse modo, a experimentação surge como uma alternativa bastante viável, visto que na Física existem muitos experimentos didáticos e isso implicaria numa participação maior dos alunos, pois eles aprenderiam na prática vários conceitos e leis da Física.

Conforme Abib e Araújo (2003) o “uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais



frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente”. Ainda segundo esses autores:

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvida amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo assim atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos. (ABIB, ARAÚJO, 2003, p. 177)

Esse tipo de pesquisa, envolve a interrogação de um grupo específico, cujo conhecimento particular, desejamos conhecer por meio de um questionário aberto. Após a coleta de dados e as informações, por meio de análise quantitativas, obtendo-se as conclusões correspondentes, temos que o levantamento de dados na sua maioria

[...] não são pesquisados todos os integrantes da população estudada. Antes selecionamos, mediante procedimentos estatísticos, uma amostra significativa de todo o universo, que é tomada como objeto de investigação. As conclusões obtidas a partir dessa amostra são projetadas para a totalidade do universo, levando em consideração a margem de erro, que é obtida mediante cálculos estatísticos (GIL, 2010, p. 35).

Os levantamentos por amostra são bastante utilizados por pesquisadores sociais e outros. Sua principal característica é o conhecimento direto, economia, rapidez e quantificação.

## **METODOLOGIA**

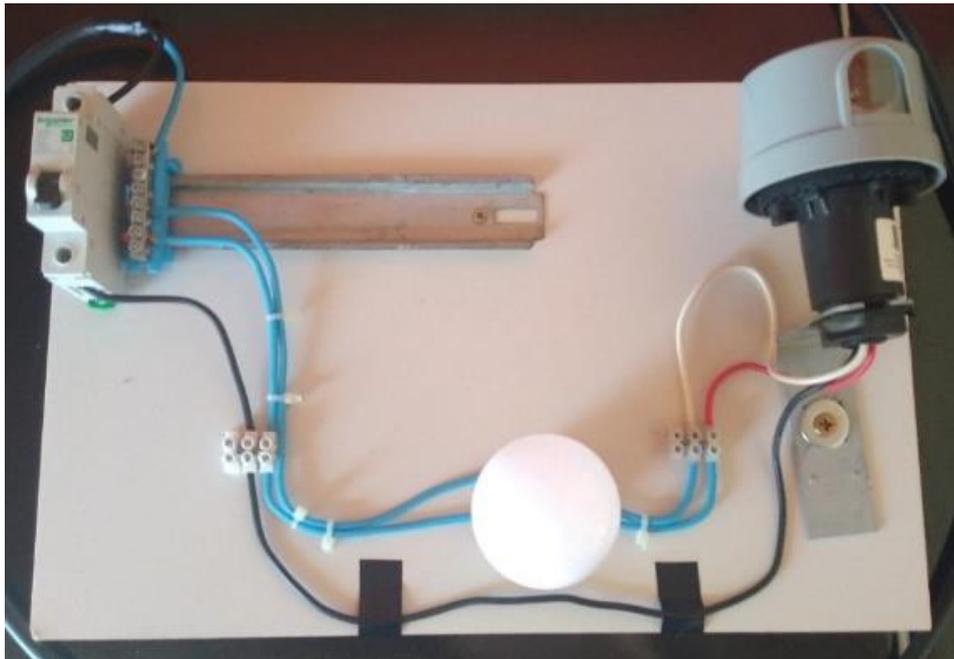
Este trabalho se iniciou com a escolha do tema do efeito fotoelétrico. Essa escolha ocorreu a partir do objetivo de se tratar de um conteúdo da Física Moderna dentro da sequência didática da chamada Física Clássica, mais especificamente os conteúdos de eletricidade e magnetismo.

O público alvo da aplicação deste trabalho foi a turma do segundo ano do Ensino Médio do Curso Técnico Integrado em Informática do IFRN – Campus Santa Cruz. A escolha da turma foi motivada por eles cumprirem os requisitos mínimos dos conteúdos abordados na unidade didática.

Enquanto bolsistas do Programa de Iniciação a Docência (Pibid), a aplicação foi realizada no período de aulas remotas durante a pandemia da covid-19 no mês de agosto do ano de 2021 e após os alunos terem tido contato com os conteúdos de Eletricidade e Magnetismo.

A primeira parte desenvolvida nesse trabalho foi a construção de um experimento onde é possível demonstrar uma aplicação do efeito fotoelétrico (Figura 1). O experimento consiste no acionamento automático de uma lâmpada através de uma célula fotoelétrica. Como não foi possível realizar a demonstração experimental presencialmente, optou-se por gravar um vídeo do experimento<sup>5</sup> e disponibilizá-lo junto com a videoaula que trata do conteúdo.

Figura 1 - Experimento demonstrativo de uma aplicação do efeito fotoelétrico



Fonte: Acervo dos autores (2022)

A primeira ação com a participação dos alunos ocorreu com a aplicação do questionário aberto com oito perguntas para sondar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos tópicos que fazem parte do contexto do efeito fotoelétrico e na sequência foi disponibilizado o link . A videoaula foi iniciada com o experimento e com o seguinte questionamento: como a lâmpada acende e apaga nesse circuito elétrico? Em seguida a explanação prosseguiu com a teoria que explica o fenômeno estudado. Foram abordados o contexto histórico, a explicação do fenômeno com a utilização de um simulador online do efeito fotoelétrico e algumas aplicações tecnológicas em uso na sociedade.

Uma semana após a disponibilização do questionário e da videoaula ocorreu o momento síncrono. Na primeira parte desse momento os estudantes da turma do Ensino Médio puderam compartilhar as dúvidas que surgiram enquanto assistiam a videoaula, além dos comentários de

---

<sup>5</sup> Vídeo disponível em: <https://youtu.be/SmD2MwMFL50> Acesso em: 17 nov. 2022.

forma geral. As atividades planejadas foram aplicadas na sequência, ainda durante o momento síncrono. O quizz, composto por dez questões, foi realizado utilizando a ferramenta de quizz online kahoot no modo teach (perguntas e respostas em tempo real) e quase todos os alunos participaram respondendo às questões sobre o conteúdo. Alguns poucos alunos tiveram problemas de conexão e não puderam responder às questões durante o momento síncrono, mas tiveram a oportunidade de respondê-las posteriormente também pelo kahoot no modo assign (atividade atribuída a ser realizada dentro do prazo determinado). A outra atividade planejada foi explicada durante o momento síncrono, mas os alunos puderam concluí-la posteriormente. Consistia na realização de uma pesquisa sobre as aplicações do efeito fotoelétrico, além daquela que foi apresentada na videoaula. Para compartilhar suas pesquisas os alunos tiveram acesso a um mural, criado anteriormente, no padlet (plataforma de murais e telas com postagens compartilhadas).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao questionário sobre os conhecimentos prévios dos alunos, as perguntas das duas primeiras questões eram, respectivamente: “com suas palavras, explique o que é uma onda do ponto de vista da física” e “descreva, de acordo com sua compreensão, o que é a luz”. É possível afirmar que as respostas às questões 1 e 2 foram, em sua maioria, satisfatórias. Esse dado demonstra que a maior parte da turma já tinha algum conhecimento sobre ondas de uma forma geral e sobre a luz, de uma forma mais específica. Já as questões seguintes estavam interligadas duas a duas (3 e 4, 5 e 6, 7 e 8) e revolviam sobre tópicos da FMC. Apresentamos na Tabela 1 as questões 3, 5 e 7 e os percentuais das respostas (sim ou não) de cada uma. Vale a pena lembrar que essas questões tinham caráter pessoal. O aluno deveria, de forma honesta, responder se conhecia ou não algo sobre o assunto.

Tabela 1- Análise das respostas das questões 3, 5 e 7 do questionário sobre conhecimentos prévios.

Nº da questão	Pergunta	Resposta sim	Resposta não
3	Você tem algum conhecimento sobre a quantização da energia?	23,1%	76,9%
5	Você sabe o que é um fóton?	84,6%	15,4%

7	Você conhece ou já ouviu falar do efeito fotoelétrico?	53,8%	46,2%
---	--	-------	-------

Fonte: Criado pelos autores (2022)

É importante destacar que nas questões subsequentes a cada uma das questões da tabela acima, o aluno tinha a opção de escrever o que ele compreendia acerca do que foi perguntado. De uma forma geral, as respostas às questões deste formulário mostraram que a maior parte dos alunos tinham algum conhecimento sobre tópicos normalmente trabalhados em FMC, mesmo tendo estudado apenas conteúdos que fazem parte da chamada física clássica. Porém, especificamente a respeito do fenômeno cuja compreensão é o foco deste trabalho, as respostas da questão 7 foram praticamente um meio a meio, ou seja, metade da turma afirmou que pelo menos já ouviu falar do fenômeno e a outra metade disse que não. A análise das respostas das atividades propostas no momento síncrono (uma semana após a disponibilização do questionário sobre os conhecimentos prévios), disposta nos próximos parágrafos, mostrará um quadro mais fiel à respeito do conhecimento desses alunos sobre o conteúdo.

Na aula síncrona com a turma, foi possível tirar as dúvidas e esclarecer os questionamentos que surgiram no momento assíncrono dos alunos. É possível inferir que os alunos assistiram a videoaula com atenção, pois surgiram várias dúvidas acerca da quantização da luz, sobre os fótons e sobre as aplicações do fenômeno. Algumas dúvidas foram: “se era aplicável à energia solar e como funcionava”, “se a luz é onda ou partícula”. Durante esse processo dialógico com os estudantes, enfatizou-se a importância de compreender a luz não apenas como uma onda eletromagnética, mas também com o comportamento de pequenos pacotes de energia (partículas) em alguns fenômenos. Foi destacada a ideia de quantização de energia. Além disso, foram esclarecidas as dúvidas sobre o surgimento de uma corrente elétrica a partir do efeito fotoelétrico.

Em relação ao quizz realizado no momento síncrono através do kahoot, pode-se destacar que o resultado não foi o esperado. A maior parte das questões teve um baixo percentual de acerto e apenas 30% das questões tiveram mais da metade das respostas corretas. Acredita-se que o tempo para responder as questões não foi o mais adequado. Além disso, seria necessária uma análise mais cuidadosa das respostas erradas para que fosse possível diagnosticar as maiores dificuldades.

Já a segunda atividade, na qual cada aluno deveria postar no mural do padlet sua pesquisa sobre as aplicações do fenômeno teve um resultado satisfatório. A maioria dos alunos fizeram postagens interessantes, mostrando diversas aplicações diferentes das tecnologias

envolvendo o efeito fotoelétrico. O fato de todos os alunos poderem ver as pesquisas dos colegas torna a atividade bastante interativa e enriquecedora. Dentre as aplicações pesquisadas estão a visão noturna, televisões, câmeras fotográficas, portas automáticas e os painéis solares.

De uma forma geral os alunos demonstraram engajamento em seu aprendizado. É possível considerar que os resultados foram satisfatórios, pois foram cerca de 48% de acertos na primeira avaliação e quase 100% na segunda. Além disso, houve relatos de alunos falando que foi interessante compreender como as luzes dos postes da cidade acendem, pois muitas vezes passa despercebido como elas funcionam. Dessa forma, a intervenção realizada atendeu às expectativas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de se inserir um conteúdo que normalmente é abordado na sequência didática da física moderna, dentro do estudo da eletricidade se mostrou viável e eficaz. Mesmo com as dificuldades do momento vivido devido à pandemia de COVID 19, foi possível perceber o engajamento dos alunos em aprender um assunto que desperta muita curiosidade. É importante destacar que nem todos os resultados das atividades foram satisfatórios o ponto de vista quantitativo, mas acreditamos que os objetivos foram atingidos, pois os alunos demonstram o interesse no aprendizado quando interagiram intensamente mesmo de forma remota. O aparato experimental demonstrativo se mostrou muito útil para despertar a curiosidade dos alunos e servir de modelo de aplicação tecnológica do efeito fotoelétrico. A junção entre a parte experimental e o conteúdo teórico facilitou toda a abordagem do conteúdo e tornou a explicação menos abstrata.

As dificuldades decorrentes do tempo exíguo no período de aulas remotas não chegaram a comprometer o desenvolvimento deste trabalho, mas foi notório que, para uma melhor avaliação da aprendizagem, seria necessário mais tempo. Contudo, os alunos se esforçaram na busca de conhecer mais sobre o efeito fotoelétrico como um processo de eletrização além de demonstrar interesse em suas aplicações. Além disso, os estudantes se mostraram flexíveis e habilidosos com as tecnologias utilizadas no processo de ensino e aprendizagem.

O conjunto de ações deste trabalho, desde o uso do experimento até a proposta de inserção do efeito fotoelétrico como um tópico de eletricidade e a utilização das ferramentas de e-learning se mostrou eficaz como uma inovação metodológica para o ensino da Física Moderna e Contemporânea. Acreditamos que este trabalho abre novas possibilidades de abordagem dos conteúdos da FMC junto com conteúdos tradicionais da Física Clássica.

## REFERÊNCIAS

ABIB, Maria L. V. S.; ARAÚJO, Mauro S. T. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física. 2003, v. 25, n. 2, pp. 176-194. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/abstract/?lang=pt#>>. Epub 06 Out 2003. ISSN 1806-9126.

ALVES, Esdras G; SANTOS, A. L. M; **Efeito Fotoelétrico: desenvolvimento de um experimento quantitativo**. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0146>>. Acesso em: 29 set. 2021

BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 7 out. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. p. 35.

NORMANDO, C. A.; COSTA, R. de S. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio a Partir das Limitações da Física Clássica**. Revista do Professor de Física, [S. l.], v. 3, n. Especial, p. 61–62, 2019. DOI: 10.26512/rpf.v3iEspecial.25881. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25881>. Acesso em: 29 set. 2021.

PEREIRA, N. V.; OLIVEIRA, T. I. de; BOGHI, C.; SCHIMIGUEL, J.; SHITSUKA, D. M. **History of physics: a teaching proposal based on the evolution of its ideas**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 4, n. 4, p. 251-269, 2017. DOI: 10.17648/rsd-v4i4.93. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/93>. Acesso em: 22 jun. 2021.

SANTOS, Railton V. **A Utilização do Software Livre Phet como material de apoio ao professor no processo de ensino-aprendizagem de física**. Disponível em: <<https://sigaa.ufpi.br/sigaa/verProducao?idProducao=3783469&key=38562bac56d5546aeec3c233ab0281b9>>. Acesso em: 11 fev. 2021

TURUDA, Charles Teruhiko et al.. **Análise da abordagem do efeito fotoelétrico nos livros didáticos de física**. Anais IV CONAPESC. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/56452>>. Acesso em: 29 set. 2021.