

UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO EFEITO FOTOELÉTRICO A PARTIR DE UMA CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

[\[ver artigo online\]](#)

Rafael Bonato Gonçalves de Carvalho¹

RESUMO

O efeito fotoelétrico trata-se de um fenômeno abstrato e de difícil observação e compreensão pelos estudantes, gerando um obstáculo para a sua aprendizagem. Este artigo tem por objetivo descrever o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação da proposta de uma sequência didática em uma turma de Ensino Médio para o ensino do efeito fotoelétrico, utilizando a História da Ciência como ferramenta construtora do conhecimento. O processo de ensino de física se trata de uma atividade humana e precisa ser analisada por esta ótica. Esta é a grande relevância das abordagens com viés histórico, filosófico e social no entendimento da ciência não como entidade que conhece toda a verdade, mas sim como algo que foi construído ao longo do tempo das mais diferentes formas possíveis, sendo passível de mudanças ao longo das novas descobertas.

Palavras-chave: Efeito fotoelétrico. Física. Ensino

A PROPOSAL FOR TEACHING THE PHOTOELECTRIC EFFECT FROM A HISTORICAL CONTEXT

ABSTRACT

The photoelectric effect is an abstract phenomenon that is difficult to observe and understand by students, creating an obstacle to their learning. The photoelectric effect consists of the ejection of electrons from a material exposed to a certain frequency of electromagnetic radiation. The packets of light, called photons, transfer energy to electrons. If this amount of energy is greater than the minimum energy needed to pull out the electrons, they will be pulled from the surface of the material, forming a photoelectron current. This article aims to describe the development, application and evaluation of a proposal for a didactic sequence in a high school class to teach the photoelectric effect, using the History of Science as a knowledge building tool. The strongly technical tradition in the field of Physics is reflected in the initial teacher training, making the learning process mechanistic, led to study and understand only what can be measured. However, the process of teaching physics is a human activity and needs to be analyzed from this perspective. This is the great relevance of approaches with a historical, philosophical and social bias in understanding science not as an entity that knows the whole truth, but as something that has been built over time in the most different possible ways, being subject to changes over time. of new discoveries.

Keywords: Photoelectric effect. Physical. History of Science.

¹ Licenciando em Física, IFMG Campus Congonhas, Minas Gerais, rafaelbonatogc@gmail.com.



INTRODUÇÃO

Enquanto a física clássica estuda partículas com dimensões maiores que um átomo e reage às leis de ação e reação, a física moderna analisa os fenômenos e teorias que circundam o mundo atômico. A história da física é repleta tanto de reviravoltas quanto de fenômenos que por enquanto consideramos estranhos. Ao longo do último século, célebres personagens como Max Planck, Albert Einstein e Werner Heisenberg tentaram resolver os enigmas da natureza. Ao tentar compreender esses fenômenos, podemos levantar os problemas que levaram os estudiosos da época a construir um pensamento científico e, assim, evidencia-se a importância da aprendizagem dos tópicos que envolvem a História da Ciência.

Segundo Marques (2015), a tentativa de associar ao ensino de Ciências tópicos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência tem sido fortemente debatida durante a formação inicial dos professores, podendo ser uma estratégia significativa para aproximar os educandos do conteúdo, tornando-o mais interessante e fomentando as discussões em sala.

Na visão de Gonçalves. Lima; Macedo (2022), a Física Moderna (FM) trouxe diversas inovações que modificaram a ciência e conseqüentemente a maneira de interpretar fenômenos do Universo. Objetos de uso diário como o forno micro-ondas, o computador até mesmo o celular são exemplos dessas inovações que o aluno tem contato no cotidiano, mas que devido a falhas na escola regular do ensino médio (EM) eles não sabem explicar como funcionam.

A Física Moderna, de um modo geral, é um assunto atrativo por estar ligada a várias aplicações tecnológicas e ser um campo de pesquisa atual, sendo comumente trabalhado nos anos finais do ensino médio. Segundo Araújo; Adib (2003), as dificuldades que permeiam o ensino de Física são objetos de pesquisa de muitos estudiosos atualmente, os quais buscam propor soluções para obter sucesso no ensino do conteúdo. Contudo, existe uma considerável carência de materiais didáticos especializados para professores do ensino básico que se utilizam da História da Ciência (MARTINS, 2006).

Com base nesta ideia, o presente trabalho visa fornecer fontes seguras e acessíveis para diversos públicos, mostrando que as ferramentas didáticas disponíveis servem como um apoio significativo para a elaboração de aulas diferenciadas para os docentes que buscam ou que necessitam de mudanças nas práticas escolares.

Na tentativa de entender a viabilidade da proposta, foi realizada uma experiência dentro do contexto da prática do Estágio Supervisionado, com estudantes do Ensino Médio. O estágio foi a oportunidade de entrar em contato com o contexto escolar ministrando aulas de Física e o tema abordado foi o efeito fotoelétrico.

O currículo de física no ensino médio, durante muitos anos, se encontrava restrito à abordagem de tópicos pertencentes à física clássica e atualizações curriculares a partir do final do século XX introduziram tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). O efeito fotoelétrico, um dos tópicos de FMC, trata-se de um fenômeno abstrato e de difícil observação e compreensão pelos estudantes, gerando um obstáculo para a sua aprendizagem (SOUSA JÚNIOR, PEREIRA, 2017).

O efeito fotoelétrico consiste na ejeção de elétrons de um material exposto a uma determinada frequência de radiação eletromagnética. Os pacotes de luz, chamados de fótons, transferem energia para os elétrons. Se essa quantidade de energia for maior do que a energia mínima necessária para se arrancar os elétrons, eles serão arrancados da superfície do material, formando uma corrente de fotoelétrons, a energia de cada fóton depende de sua frequência (f), portanto, existe uma frequência mínima necessária para arrancar os elétrons do material. (BRAUNN; LARSEN, 2018).

Utilizando a tecnologia presente no cotidiano e de fácil acesso – em especial as que englobam o efeito fotoelétrico, buscou-se compreender as ideias dos alunos no decorrer do desenvolvimento das atividades e construir um debate introdutório sobre a natureza da ciência, com ênfase nas perspectivas da época, tratando de diferentes pontos de vista a física, as previsões de fenômenos e a interpretação desses eventos histórica e culturalmente.

O que se buscou foi analisar a aprendizagem dos discentes com reflexões a partir de seu processo histórico de construção segundo as tendências curriculares da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para os tópicos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência, devendo ser ressaltado, por oportuno, que o mencionado documento estimula a criação de currículos flexíveis no ensino básico que atendam às necessidades dos alunos.

Desse modo, o objetivo central da pesquisa foi o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação da proposta de uma sequência didática para o ensino do efeito fotoelétrico, utilizando a História da Ciência como ferramenta construtora do conhecimento.

2 O ENSINO DE FÍSICA

A Física tem uma abrangência notável, envolvendo investigações que vão desde a estrutura elementar da matéria até a origem e evolução do Universo. Usando uns poucos princípios físicos, é possível explicar uma grande quantidade de fenômenos naturais presentes no cotidiano, e compreender o funcionamento das máquinas e aparelhos que estão à nossa volta.

Para Silva (2013), o estudo da Física é muito importante, pois coloca os alunos frente a situações concretas e reais, situações essas que os princípios físicos podem responder, ajudando a compreender a natureza e nutrindo o gosto pela ciência.

Tão importante quanto conhecer os princípios fundamentais da Física é saber como chegamos a eles, e porque acreditamos neles. Não basta ter conhecimento científico sobre a natureza; também é necessário entender como a ciência funciona, pois só assim as características e limites deste saber podem ser avaliados.

O estudo da Física coloca os alunos frente a situações concretas que podem ajudá-los a compreender a natureza da ciência e do conhecimento científico. Em particular, eles têm a oportunidade de verificar como é fundamental para a aceitação de uma teoria científica que esta seja consistente com evidências experimentais, propiciando-lhes distinguir entre ciência e pseudociência, bem como reconhecer as limitações inerentes à investigação científica, percebendo que existem questões fundamentais que não são colocadas nem respondidas pela Ciência.

Ao ter contato com a Física, os alunos do ensino médio farão uso de linguagens e procedimentos de aplicação muito ampla. Objetos e métodos utilizados corriqueiramente o estudo de Física – sistemas de unidades, gráficos, modelos matemáticos, tratamento de erros experimentais – fazem parte da maioria dos processos produtivos modernos, e a familiaridade com eles é um requisito importante para o acesso a mercados de trabalho de base tecnológica.

A Física é uma ciência que explica os fenômenos do dia a dia, estando fundamentada no método científico, que segundo Gnipper (2019), é um conjunto de regras para se realizar uma experiência, com o objetivo de produzir um novo conhecimento, além de corrigir conhecimentos pré-existentes.

O ensino tradicional da disciplina de Física valoriza os modelos matemáticos, a memorização de conceitos e fórmulas, tornando o aprendizado difícil provocando o desinteresse dos alunos.

É lastimável quando se ouve “eu odeio física”, “para que estudar física?”, “eu não utilizo no meu dia a dia”, mas, infelizmente, é uma situação que se pode entender, pois é uma disciplina que por vezes se desconecta da realidade dos alunos.

Nesse contexto, sabendo que os fatos históricos contribuem para a construção do conhecimento efetivo e crítico, Amador (2011) afirma:

A ciência no ensino é apresentada muitas vezes em forma de conteúdo, em que os alunos devem decorar a matéria. Com a inclusão da história da ciência nas aulas, esse conteúdo poderá ser contextualizado e reflexivo, permitindo uma maior participação nas discussões envolvendo o professor e os alunos”. (AMADOR, 2011, p. 8).

A contextualização, especialmente no ensino de Física, pode ser uma alternativa, já que não é viável um processo de ensino baseado apenas em fórmulas, números e experimentos, mas um ensino dos conteúdos que fazem parte da disciplina no seu contexto ético, filosófico, tecnológico e social.

O ensino de Física na educação contemporânea urge por mudanças e grandes são os desafios na Educação Básica: despreparo de professores, más condições de trabalho, número reduzido de aulas semanais, por vezes insuficientes para desenvolver todo o conteúdo, a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados, ensino centrado no docente, não no aluno, entre outros (MOREIRA, 2017).

Além dos muitos desafios, pesquisas na área de Ensino de Física apontaram que a falta de motivação para aprendizagem tornou-se um dos principais desafios enfrentados pelos professores em sala de aula, o que acaba contribuindo com a inviabilização do ensino e, conseqüentemente, com a aprendizagem da Física (PAIVA et al, 2018).

Para Silva et al (2019), um fator que tem contribuído significativamente para a desmotivação dos estudantes em relação à Física, é o emprego de um modelo passivo/expositivo dos conteúdos abordados. Geralmente esta metodologia vem acompanhada por uma didática centrada no professor e o conteúdo costuma ser desenvolvido utilizando métodos que

empregam a resolução de exercícios e a memorização de fórmulas matemáticas, visando apenas a realização das provas da escola e dos vestibulares.

Perante a situação atual existe uma necessidade de um ensino de Física que promova uma formação efetiva e crítica, em que os alunos, em seu cotidiano, consigam analisar e interpretar as inúmeras informações que chegam até eles, principalmente as que se referem ao campo científico e tecnológico, sendo capazes de expressarem suas ideias e aprendizagem fundamentadas no saber científico que construíram ao longo do ensino, estando aptos a enfrentar os desafios cotidianos e agirem como protagonistas na realidade em que estão inseridos.

3 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

A História da Ciência tem sido uma ferramenta importante nos processos de ensino de física em que é utilizada, onde ocorre a ligação da ciência com questões mais “humanizadas”, em que há a aproximação dos interesses pessoais, étnicos, culturais, políticos e sociais (MATTHEWS, 1992). Contudo, a “crise no ensino de ciências”, evidenciada por índices preocupantes de analfabetismo científico e pela evasão de alunos e professores na segunda metade do século XX, revela problemas como a falta de contextualização do tema para estudantes e professores de Ciências. Nesse contexto, houve a modificação e a inserção de tópicos como história, filosofia e sociologia da ciência no conteúdo programático das disciplinas para promover a interdisciplinaridade e a troca de saberes (MATTHEWS, 1992).

No Brasil, o debate sobre a inserção de temas relacionados à História, Filosofia e Sociologia da Ciência na base curricular tem se tornado cada vez mais frequente. A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) enfatiza que o ensino de ciências não se limita à aprendizagem conceitual. O documento mostra a importância da contextualização:

[...] 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).

Em compensação, a defasagem durante a formação dos professores de Ciências devido à falta de disciplinas e de professores especializados em história e filosofia da ciência contribui para reforçar o viés problemático de propagar conhecimentos errôneos do ponto de vista histórico. Segundo Martins (2006),

Ter conhecimento científico sobre um assunto significa conhecer os resultados científicos, aceitar esse conhecimento e ter o direito de aceitá-lo, conhecendo de fato (não através de invenções pseudo-históricas) como esse conhecimento é justificado e fundamentado. Crença científica, por outro lado, corresponde ao conhecimento apenas dos resultados científicos e sua aceitação baseada na crença na autoridade do professor ou do 'cientista'. (MARTINS, 2006, p. XXVI)

Segundo Marques (2015), os cursos de licenciatura nas áreas de ciências, como a física, seguem a tradição da chamada “racionalidade técnica”, termo utilizado para definir o tipo de ensino dentro dos cursos de licenciatura que decorrem da tradição positivista, onde os cursos para formação de professores se assemelham à formação de bacharel, favorecendo o ensino de técnicas e métodos únicos para a resolução de problemas e a divisão clara entre teoria e prática.

De acordo com Marques (2015), a racionalidade técnica constrói um tipo de professor “técnico”, mecanicista, instrumental e que ensina e propaga esta ideologia em sala de aula. Todavia, certas reflexões sobre o ensino de ciências estão sendo inseridas no cenário de formação inicial docente, norteando os novos caminhos para a futura geração de profissionais de ensino.

A História da Ciência ao ser empregada pelo docente pode trazer de forma interdisciplinar um número maior de conhecimentos aos alunos, de modo que o aluno consiga assimilar o contexto, a importância e o significado em que a ciência foi aplicada.

Segundo as Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (2004, p. 232):

A educação escolar, pela significação dos conhecimentos historicamente construídos, permite a compreensão das vivências em novos níveis, mais do que deixar de lado um tipo de conhecimento para colocar outro em seu lugar. Isso acoplado à ideia de uma abordagem temática, além de permitir a contextualização e a interdisciplinaridade, leva em conta essas duas perspectivas, oportunizando o desenvolvimento dos estudantes.

A idealização de um estudo contextualizado entrou em pauta com a modificação do ensino, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB nº 9.394/96), que acredita na compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que são guias que orientam a escola e os docentes na aplicação do novo modelo, estão estruturados sobre dois eixos principais: a interdisciplinaridade e a contextualização.

No momento em que traz para a sala de aula a História da Ciência o professor faz com que o aluno compreenda que a ciência não é algo dado, acabado, natural, mas uma construção, que tem ligação com outros conteúdos. Não existe “descoberta” acidental, mas sim muito estudo por parte dos cientistas “que tanto influem como são influenciados por seu contexto físico e social” (SHEID, FERRARI; DELIZOICOV, 2005, p. 231).

Alguns pontos da importância do uso da história como contexto de ensino listado por Matthews (1995) são os seguintes: motiva e atrai os alunos; humaniza a matéria; propicia uma compreensão mais profícua do método científico.

Existem tarefas urgentes que precisam ser enfrentadas para que o ensino da Física possa ser melhorado. Entre elas, e ao nosso alcance, está a necessidade de se recuperar a noção de que a Física é um processo onde o confronto de ideias está sempre presente. É nesse sentido que o estudo da história da Física e da sua epistemologia é mais do que presente; no estudo combinado dessas duas disciplinas repousa a possibilidade de se compreender o processo de construção do conhecimento” (ROBILOTTA, 1988, p. 17).

A aplicação da História da Ciência no ensino de Física possibilita um cenário para desenvolver vários métodos de ensino, agregando novas técnicas e estratégias, facilitando novas formas de desenvolver o conteúdo, de forma a relacionar com outras disciplinas, sendo uma ciência mutável e instável, diferentemente do que é trabalho atualmente.

O surgimento da Física Moderna pode ser associado a alguns dos principais acontecimentos do século XX, como, por exemplo, associá-la ao desenvolvimento de tecnologias para produção de energia, lasers, telecomunicações, medicina e outros vários segmentos da indústria em simultaneidade com os fatores histórico-sociais como guerras ou a corrida espacial. O conhecimento sobre as impactantes transformações das concepções do átomo no decorrer do tempo, assim como as divergências de pensamentos presentes na

produção intelectual da época, promove uma análise diferenciada e mais sólida sobre a construção da ciência moderna.

O conteúdo de Física Moderna, muitas vezes, não é passado aos alunos de ensino básico em função da carga horária das aulas ser curta, ou, em outros casos, por não ser um assunto recorrente nos vestibulares. A História da Ciência pode ser uma ferramenta atrativa para trabalhar a interdisciplinaridade e dar uma nova dinâmica ao processo de ensino de física.

4 METODOLOGIA

A História da Ciência pode ser inserida de diversas maneiras no ensino de ciências. De maneira sucinta, é possível adaptar a abordagem do tema com os objetivos do professor, com a área do conhecimento que pretende ser explorada e com os recursos didáticos disponíveis para o ensino.

Das seis abordagens sobre a história e filosofia da ciência sintetizada e desenvolvida por Tavares (2010), foram usadas duas abordagens: a reconstrução da História da Ciência a partir de teorias de dinâmica científica e o perfil epistemológico de alguns grandes cientistas. A primeira consiste em abordar concepções alternativas e explorar teorias científicas distintas comparando-as e a segunda traz o enfoque para as pessoas que contribuíram para a ciência, como essas descobertas aconteceram, os personagens históricos envolvidos, os erros e equívocos cometidos.

Os assuntos que remetem à Física Moderna trazem consigo oportunidades interessantes para estudar História da Ciência. Nesse sentido, elaborou-se uma sequência didática para alunos do 3º ano do ensino médio, analisando se houve aprendizagem, motivação e a construção de novas concepções dos assuntos estudados. Para tanto, foi elaborado um questionário qualitativo com perguntas dissertativas e opinativas, buscando compreender o aprendizado através da evolução das ideias da Física Moderna por meio da contextualização histórica.

5 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Na tentativa de aproximar a Física Moderna do cotidiano dos estudantes, enfatizou-se os fenômenos físicos presentes no dia a dia. Os fenômenos que envolvem a luz possibilitam explorar várias possibilidades e interpretações distintas, podendo ser exemplificados com algumas tecnologias existentes e de fácil acesso. Desta forma, a sequência didática pode ser usada em diversos contextos, podendo ser reproduzida por professores de outras disciplinas. No quadro 1 estão representados os assuntos abordados e os objetivos a serem alcançados com cada aula.

Aula	Atividade	Objetivos
1	Apresentação: a previsão clássica da luz e o efeito fotoelétrico.	Mostrar a trajetória do desenvolvimento científico e todas as teorias relevantes para a luz com enfoque na história da ciência.
2	Luz como partícula: uma interpretação de Einstein.	Compreender as diferentes teorias que circundam a luz, abordando o perfil dos cientistas envolvidos e o contexto histórico da época.
3	O que é luz, afinal?	Comparar concepções alternativas sobre a dualidade onda-partícula, entender o fenômeno explorando as dificuldades de interpretação da luz.

4	Encerramento: a natureza ondulatória da matéria: hipótese de De Broglie.	Compreender a importância e a evolução das ideias sobre a luz, entender o fenômeno e explicá-lo através das ideias científicas atuais explorando suas aplicações.
---	--	---

Quadro 1: Organização de conteúdo e objetivos da sequência didática

A união entre os fenômenos elétricos e magnéticos foi atribuída ao físico dinamarquês Hans Christian Oersted. Oersted aproximou uma bússola de um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica e observou uma pequena deflexão do ponteiro da bússola, podendo concluir que correntes elétricas geravam campos magnéticos. Anos mais tarde, no século XIX, o físico escocês James Clerk Maxwell dá um passo importante nos estudos sobre eletromagnetismo, unificando a eletricidade com o magnetismo em quatro equações fundamentais (MANGILI, 2012).

Em 1887, o físico alemão Heinrich Hertz realizava experimentos com centelhas enquanto tentava construir um receptor de rádio e notou que as esferas banhadas com luz ultravioleta emitiam centelhas mais facilmente. Seu assistente, Philipp Lenard, reproduziu o mesmo experimento e observou que luzes mais brilhantes eram capazes de transferir mais elétrons de uma centelha para outra, notando que a quantidade de elétrons arrancados do material aumentava com a frequência da luz. Esse comportamento surpreendeu, pois os cientistas da época defendiam a ideia de que as ondas eletromagnéticas que banhavam a superfície do metal deveriam arrancar os elétrons aos poucos. Esse fenômeno ficou conhecido como efeito fotoelétrico (BAKER, 2007).

Anterior ao início das discussões dos temas das aulas, foi reservado um tempo de aproximadamente 15 minutos, para a resolução de uma atividade que consistiu em duas questões; uma ligada aos saberes da História da Ciência, e uma outra ligada ao saber mais técnico sobre o efeito fotoelétrico, como mostra o quadro 2.

Eixo	Questão
HC	Como você acha que surgiram as ideias dos grandes cientistas?

Técnica	O que você entende sobre a natureza da luz?
---------	---

Quadro 2: questionário inicial.

Ao final da sequência didática foi aplicado um questionário para medir os conhecimentos adquiridos pelos alunos.

Eixo	Questão
HC	Como você acha que surgiram as ideias dos grandes cientistas?
Técnica	O que você entende sobre a natureza da luz?

Quadro 3: questionário final.

Como o objetivo do trabalho envolveu usufruir da História da Ciência como ferramenta motivadora, contribuindo para a compreensão da natureza e de seus mecanismos, tornou-se necessário avaliar esse tipo de conhecimento em conjunto com os conceitos físicos da disciplina.

A análise prática do uso da sequência didática foi realizada através da leitura dos dados obtidos após cada aula dada, por meio da resolução de exercícios envolvendo a temática, comparando e enfatizando o processo construtivo do conhecimento.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das análises das respostas dos alunos às questões do Quadro 2 no início da Aula 1, é possível perceber concepções comuns entre os alunos quanto a pergunta sobre História da Ciência. Algumas respostas obtidas: “Os cientistas estudam bastante até entenderem todos os fenômenos físicos”, “os cientistas fazem vários experimentos para chegar a uma resposta”, “as ideias surgem durante os experimentos”. Contudo, as respostas referentes a área Técnica mostraram um conhecimento prévio dos alunos. Alguns exemplos de respostas obtidas: “a luz é uma onda eletromagnética”, “a luz pode ser onda ou matéria”, “a luz é uma onda eletromagnética como as ondas de rádio etc”.

Os alunos não conseguiram identificar a importância da construção do conhecimento científico no questionário inicial. Contudo, todos os alunos souberam identificar a natureza da luz por ser um tema recorrente em sala de aula e se tratar de uma turma nos anos finais do Ensino Médio.

No decorrer das aulas foi notável o interesse de grande parte da turma ao compreender parte do processo de construção do conhecimento científico em concomitância com o desenvolvimento dos conhecimentos em física.

Ao analisar as respostas obtidas no questionário do Quadro 3, foi observado uma melhora significativa na compreensão dos alunos acerca da História da Ciência e na construção do conhecimento científico, como por exemplo: “com a história da ciência passamos a entender que o conhecimento vem de outros cientistas do passado”, “muita coisa influencia na pesquisa dos cientistas, como a época em que ele vive”, “os cientistas precisam entender o que foi feito no passado para desenvolverem suas pesquisas”, “o conhecimento é produzido aos poucos, por isso é importante entender o que foi realizado no passado”. No campo técnico, os alunos apresentaram respostas dentro do esperado, como: “o efeito fotoelétrico está presente na geração de energia”, “os painéis solares funcionam com base nesse conceito físico”, “o efeito fotoelétrico está presente em máscaras de solda eletrônica”.

Com a análise das respostas, é possível observar que após a aplicação da sequência didática houve uma melhora na percepção dos alunos quanto a construção do pensamento científico, gerando um resultado satisfatório, uma vez que os alunos conseguiram entender a importância da História da Ciência na construção do conhecimento científico.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tradição fortemente técnica no campo da Física reflete na formação inicial docente, tornando o processo de aprendizagem mecanicista, levados a estudar e compreender apenas aquilo que pode ser mensurado. Contudo, o processo de ensino de física se trata de uma atividade humana e precisa ser analisada por esta ótica. Esta é a grande relevância das abordagens com viés histórico, filosófico e social no entendimento da ciência não como entidade que conhece toda a verdade, mas sim como algo que foi construído ao longo do tempo das mais diferentes formas possíveis, sendo passível de mudanças ao longo das novas descobertas.

Algumas das barreiras encontradas para ensinar temas que envolvam História, Filosofia e Sociologia da Ciência são encontradas, comumente, na fase de formação inicial, cujo contato com a construção do saber científico ocorre em concomitância com a prática nos laboratórios, voltados para a resolução de problemas. Muitas vezes o docente formado em Física não está apto para compreender e adotar a abordagem com o enfoque na História da Ciência; faltam-lhe as referências práticas destes métodos, o que torna necessário uma reflexão a respeito da prática pedagógica, buscando novas estratégias para fazer com que os alunos se interessem pela matéria e adquiram o conhecimento necessário para serem agentes transformadores na sociedade em que estão inseridos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADOR, Viviani Mantovani. A utilização da História da Ciência no ensino: uma contribuição. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2011. Acesso em 28 out. 2022, https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/47/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias_Biologicas/1o_2012/Biblioteca_TCC_Lic/2011/1o_2011/Viviani_Mantovani_Amador_.pdf

ARAUJO, M. S. T. de; ADIB, M. L. V. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Rev. Bras. Ensino Física [online]**, vol. 25, n°2, pp.176-194. ISSN 1806-1117. 2003.

BAKER, Joanne. 50 physics ideas you really need to know. Quercus Publishing, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000

BRASIL. Ministério da Educação. PCN+ Ensino Médio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Vol. 2**. Brasília: MEC/SEF, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC/SEB, 2004.

BRASIL, **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação é a Base**. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Acesso em: 24 out. 2022, http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

BRAUNN, Ricardo Almeida; LARSEN, Gabriel. Efeito fotoelétrico. **ENAPROC 2019. XVI Encontro Anual de Produção Científica**. UNIUV, 30 e 31 de outubro de 2019. Acesso em: 28 out. 2022, <https://periodicos.uniuv.edu.br/enaproc/article/view/615>.

BRINO, Marcelo Luís de; NOVAIS, Laura Santos; GONÇALVES, Pedro Wagner. Electro Metallurgica Brasileira: Eixo Condutor para Integração Curricular. **História da Ciência e Ensino – Construindo Interfaces**. Volume 25, especial 2022. Acesso em: 28 out. 2022, <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/download/58021/40452>.

GNIPPER, Patrícia. O que é ciência, método científico e divulgação científica? Canaltech, 19 de novembro de 2019. Acesso em: 20 out. 2022, <https://canaltech.com.br/ciencia/o-que-e-ciencia-metodo-cientifico-e-divulgacao-cientifica-155693/>.

GONÇALVES, Antônio Amadeus Mendes. LIMA, Ítalo Marcos de. MACÊDO, Haroldo Reis Alves de. **Produção e aplicação de textos para o ensino de física moderna: relato de uma experiência didática do programa residência pedagógica**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 05, Vol. 06, pp. 97-117. Maio de 2022. Acesso em: 27 out. 2022, <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/fisica/fisica-moderna>.

MANGILI, Arthur Issa. Heinrich Rudolph Hertz e a “descoberta” do efeito fotoelétrico: **Um exemplo dos cuidados que devemos ter ao utilizar a história da ciência na sala de aula**. História da Ciência e Ensino – Construindo Interfaces, Vol. 6, 2012. Acesso em: 25 out. 2022, <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/11717/9438>.

MARQUES, Eliana de Sousa Alencar. **A formação crítica e reflexiva de educadores bem sucedidos: apontamentos teóricos**. 2015. Acesso em: 25 out. 2022, <https://scholar.google.com/scholar?cluster=6538093968105988134&hl=en&oi=scholarrr>.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São

Paulo: **Editores Livraria da Física**, p. xvii-xxx, 2006. Acesso em: 26 out. 2022, https://www.researchgate.net/publication/275832971_Introducao_a_historia_das_ciencias_e_seus_usos_na_educacao.

MARTINS, R. D. A. Como não escrever sobre História da Física - Um manifesto historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 1, p.113-128, mar. 2001. Acesso em: 25 out. 2022, http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_113.pdf.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, jan. 1995. Acesso em: 26 out. 2022, <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios no ensino de Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, Brasília 1, (1) 1-13, 2017.

PAIVA, Fernando Fernandes et al. Orientações motivacionais de alunos do ensino médio para física: considerações psicométricas **Revista Brasileira do Ensino de Física**. 40 (3), 2018.

ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino da física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. especial, p. 7-22, 1988.

SILVA, Marco Aurélio da. **O ensino de Física para alunos do Ensino Médio**. 2013. Acesso em: 25 out. 2022, <http://educador.brasile Escola.com/estrategias-ensino/o-ensino-fisica-para-alunos-ensino-medio.htm>.

SILVA, Maria Adna Sena da. A gravidade Newtoniana e Einsteiniana não é só uma dicotomia conceitual. Trabalho de Conclusão apresentado à Coordenação do Curso, como requisito à obtenção do título de Licenciada em Física, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus Santa Cruz. ORIENTADOR: Prof. Me. Geogenes Melo de Lima. Santa Cruz/RN, Agosto de 2019. Acesso em: 25 out. 2022,

https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/1732/TCC_MARIA%20ADNA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SOUSA JÚNIOR, Francisco de Assis Lima de; PEREIRA, Marcus Vinícius. Uma proposta de ensino do efeito fotoelétrico utilizando simulação computacional a partir dos três momentos pedagógicos. **Debates em Educação Científica e Tecnológica**. Vitória-ES, v. 7, n. 2, Agosto de 2017. Acesso em: 27 out. 2022, <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/199/194>.

TAVARES, L. H. W. Os tipos de abordagem histórica no ensino: Algumas possibilidades encontradas na literatura. **Revista História da Ciência e Ensino**, São Paulo, v.2, p.14-24, 2010. Acesso em: 27 out. 2022, <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/3289>.