



UMA ARTICULAÇÃO ENTRE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA NO ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DA FOTOGRAFIA

AN ARTICULATION BETWEEN INVESTIGATIVE ACTIVITIES AND HISTORICAL-CRITICAL PEDAGOGY IN PHYSICS TEACHING THROUGH PHOTOGRAPHY

BRUNO SOUZA LIMA¹ MICHEL CORCI BATISTA²

¹Programa de Pós-Graduação Lato Sensu Ciência é 10!, Universidade de Brasília (UNB)

²Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão (UTFPR-CM)

Resumo

Este trabalho relata a aplicação de um plano didático de ensino de física elaborado ao longo deste curso de formação. Este plano traz a fotografia como tema e objeto de estudo para o ensino de física e para orientá-lo buscou-se a articulação metodológica entre atividades investigativas como ferramenta didática de ensino e a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Buscou-se responder ao problema: Como articular atividades investigativas à PHC para promover uma prática educacional em ciências voltada à transformação da prática social dos estudantes? Para tanto foi empregada uma metodologia qualitativa do tipo descritiva, valendo-se da observação participante, diário de campo e de questionários para a coleta de dados. Para a análise da prática educacional, partiu-se do relato das aulas e dos diálogos entre professor e estudantes e entre os estudantes. Os resultados indicam que a referida articulação metodológica de ensino para os estudos de conteúdos da física articulados a práticas sociais correlatas a fotografia, contribuiu para a apropriação de conhecimentos científicos, para o desenvolvimento de uma visão de ciências que a considera como construto sócio-histórico e em relação aos aspectos econômicos e políticos, para guiar o processo de desenvolvimento de habilidades correlatas a alfabetização científica e para que os estudantes se aproximassem de uma apreensão catártica do real.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Pedagogia Histórico-Crítica. Fotografia.

Abstract

This paper reports on the application of a physics teaching plan developed throughout this training course. This plan presents photography as the theme and object of study for physics teaching and, to guide it, we sought to establish a methodological articulation between investigative activities as a teaching tool and Historical-Critical Pedagogy (HCP). We sought to answer the following question: How can investigative activities be articulated with the HCP to promote an educational practice in science aimed at transforming students' social practices? To this end, we employed a qualitative descriptive methodology, using participant observation, field diaries and questionnaires for data collection. The analysis of the educational practice was based on class reports and dialogues between teachers and students and among students. The results indicate that the aforementioned teaching methodological articulation for the study of physics content linked to social practices related to photography contributed to the appropriation of scientific knowledge, to the development of a vision of science that considers it as a socio-historical construct and in relation to economic and political aspects, to guide the process of developing skills related to scientific literacy and for students to approach a cathartic apprehension of reality.

Keywords: *Investigative activities. Historical-Critical Pedagogy. Photography.*

I. INTRODUÇÃO

A princípio ressalta-se que esta pesquisa se insere no contexto de formação de professores no curso de especialização Ciência é 10! (C10) ofertado pela Universidade de Brasília (UnB). O principal objetivo deste curso foi proporcionar a apropriação do Ensino por Investigação (EI) como ferramenta didática para compor a prática educacional de professores que atuam no ensino de ciências na educação básica.

À vista do disposto, este trabalho relata a aplicação de um plano didático de ensino de física elaborado ao longo deste curso de formação. Este plano traz a fotografia como tema e objeto de estudo para o ensino de física e para orientá-lo buscou-se a articulação metodológica do EI e a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC).

Assim, orientou-se pelo seguinte problema de pesquisa: Como articular atividades investigativas à PHC para promover uma prática educacional em ciências voltada à transformação da prática social dos estudantes?

Reconhecendo-se a necessidade de uma prática educacional em ciências que contribua para a apropriação dos conhecimentos historicamente construídos para o desvendar da realidade social em sua totalidade e contradições. O empenho dedicado a este trabalho assume o compromisso com a socialização dos conhecimentos científicos, buscando contribuir com o combate às desigualdades educacionais que contribuem para intensificar relações de dominação na sociedade.

Em primeiro lugar, a escolha da PHC como fundamento metodológico de ensino justifica-se pela visão de mundo e de atividade escolar veiculadas pelos teóricos dessa concepção educacional. Compreende-se que a escola e as atividades realizadas nela compõem a realidade social e, portanto, são dinamizadas pelos conflitos e interesses de classe (Savini, 1999).

Deste modo, compreende-se que o principal objetivo da atividade escolar é proporcionar a apropriação dos conhecimentos historicamente construídos para que os estudantes possam

alcançar uma compreensão da realidade que fazem parte em sua totalidade sintética. Então, possibilitar que os estudantes pertencentes às classes populares, engendrados nas relações de dominação da sociedade atual, atuem para transformação da prática social que estão inseridos (Saviani, 1999; Gasparin, 2005; Santos, 2012).

Para tanto, Saviani (1999) em *Escola e Democracia* propõe uma metodologia educacional que articula dialeticamente cinco passos que inicia na **prática Social**, passa pela **problematização** e **instrumentalização**, para alcançar a catarse, momento em que o estudante passa a ver a realidade sinteticamente, e retorna à **prática Social**, buscando sua transformação.

Para orientar a fundamentação da metodologia do plano didático, recorreu-se a Gasparin (2005) que traz um tratamento detalhado e prático destes cinco passos da PHC e a Santos (2012) que articula os fundamentos filosóficos e ontológicos e o método da PHC ao ensino de ciências (EC).

O ensino por investigação foi articulado à PHC como mediador do processo de apropriação dos conhecimentos científicos, que inclui conceitos, princípios, leis e habilidade voltadas às ciências da natureza (Santos, 2012). Neste sentido, foram elaboradas atividades investigativas que se inserem nos momentos de Problematização e Instrumentalização, de modo a contribuir para guiar as ações didáticas docente e discente em torno da apropriação dos conteúdos e do desenvolvimento de habilidades.

Os **indicadores da Alfabetização Científica** e os **eixos estruturantes da Alfabetização Científica** (Sasseron; Machado, 2017) fundamentaram a elaboração e a aplicação das atividades investigativas, assim como a análise delas. Os eixos estruturantes da Alfabetização Científica foram articulados à concepção externalista de desenvolvimento da ciência trazida por Santos (2012) para fundamentar a visão sobre ciência veiculada na prática educacional.

Assim, o plano de ensino objetivou a apropriação de conhecimentos da óptica e correlatos ao desenvolvimento da fotografia, entendendo-o como parte de um movimento histórico de desenvolvimento científico e tecnológico.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a articulação entre o EI e a PHC para a promoção da transformação da prática social dos estudantes. Para tanto, orientou-se pelos objetivos específicos: relatar a prática educacional; identificar relações entre os indicadores da alfabetização científica, o desenvolvimento de habilidades da alfabetização científica e a apropriação dos conteúdos; e analisar a prática educacional de modo a identificar se houve dialeticidade entre os momentos da PHC.

Para alcançar os objetivos empregou-se uma metodologia qualitativa do tipo descritiva, valendo-se da observação participante, diário de campo e de questionários para a coleta de dados. Foi empregada uma análise do objeto de pesquisa: a prática educacional, a partir do relato das aulas e dos diálogos entre os sujeitos de pesquisa: professor e estudantes.

A fundamentação teórica deste trabalho apresenta uma articulação teórica da PHC e as atividades investigativas. Na metodologia de ensino é explicitado o plano de ensino, seus objetivos e a articulação destes com os fundamentos teóricos. A metodologia apresenta o caminho adotado para investigação realizada nesta pesquisa buscando evidenciar a articulação entre os objetivos de pesquisa e os fundamentos teóricos metodológicos. O relato de experiência traz uma descrição da prática educacional. A análise está dividida em duas seções: “Ações coletivas e mediações para aprendizagem”, esta consiste em uma categoria de análise do processo de ensino aprendizagem a partir dos dados referentes ao primeiro

encontro, e “Análise e ponderação crítica quanto à metodologia e prática educacional”, em que foram feitas ponderações sobre o planejamento e prática educacional. O trabalho é concluído com a apresentação dos principais resultados e possibilidades de alterações do plano didático visando sua maior efetividade.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino por investigação como estratégia de ensino foi incorporado à metodologia fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) para instrumentalização dos estudantes quanto à apropriação de conhecimentos científicos e de habilidades típicas do fazer científico sem perder de vista a necessidade de instigar e desenvolver o compromisso social, político e econômico frente às contradições da sociedade capitalista das quais a escola está vinculada.

Segundo Saviani (1999) em *Escola e democracia*, o movimento Escola Nova buscou aproximar o ensino do processo de pesquisa científica, transformando o ensino em um projeto de pesquisa. Quanto a este aspecto, Saviani (1999) volta sua crítica ao fato de a pesquisa ser uma incursão no desconhecido e que este só pode ser desvendado em confronto com o conhecido. Se há domínio do conhecido, desvendar o desconhecido é inviabilizado. Não se trata aqui do conhecido em termos do indivíduo, mas do conhecido em termos sociais, portanto o conhecido são aqueles conhecimentos já incorporados ao arcabouço cultural humano. Assim, uma pesquisa científica se justifica ao investigar o desconhecido socialmente (Saviani, 1999, p. 58).

Além disso, Saviani (1999) defende que as ideias da Escola Nova foram agregadas ao interesse da classe dominante, o que levou a ampliação de desigualdades educacionais, sendo um dos principais pontos a relativização da importância dos conteúdos, do conhecer, da transmissão dos conhecimentos historicamente construídos.

O trabalho de Andrade (2011) corrobora com o referido anteriormente. Neste é apontado que o ensino por investigação se fundamenta nas ideias de Dewey desenvolvidas no início do século XX. Essas, foram incorporadas por reformas curriculares nos EUA e no Brasil na década de 1950 e 1960, situadas em contexto de pós-guerra e da guerra fria. Estas reformas tiveram interesses voltados à formação de cientistas para promoção do desenvolvimento industrial, que inclusive, no Brasil, foram financiadas pelo setor industrial estadunidense. Na física, o projeto Physics Science Study Committee (PSSC) foi precursor e colocou como objetivo um ensino a partir de investigações de modo a levar os estudantes a “pensarem como cientistas” ao aplicarem “o método científico” em atividades experimentais. Estes projetos veiculavam uma concepção de que a ciência é neutra, descolada de contextos sociais, políticos e econômicos, o foco das atividades se voltavam para um estudo empírico com primazia no desenvolvimento de habilidades técnicas-científicas.

Andrade (2011) finaliza o trabalho evidenciando que a difusão do ensino por investigação toma novos aspectos a partir do final da década de 1980. Tais características são apresentadas, a seguir, a partir do trabalho de Strieder e Watanabe (2018). Neste trabalho de revisão bibliográfica as autoras caracterizam “aspectos formativos e visões de ciências presentes em produções centradas em atividades investigativas e publicadas em periódicos da área de ensino de ciências do Brasil e Espanha” (Strieder; Watanabe, 2018, p. 826).

Quanto aos aspectos formativos do ensino por investigação são apontadas três perspec-

tivas: “(i) aprender ciências e/ou sobre ciências; (ii) desenvolver atitudes científicas; (iii) compreender e participar do mundo contemporâneo” (Strieder; Watanabe, 2018, p. 831), que, respectivamente, estão focadas na aprendizagem de conceitos, modelos ou aspectos da construção destes; em desenvolver habilidades de investigação; e em situações-problemas reais que envolvem questões econômicas, políticas e ambientais.

Além disso, a análise apresentada por Strieder e Watanabe expõe três ênfases relacionadas a visão de ciências abordadas nas atividades de investigação: “ (i) há ações que caracterizam a atividade científica; (ii) a ciência é influenciada pelo contexto; (iii) o conhecimento científico é relevante, mas insuficiente para compreender e resolver todos os problemas da humanidade.” (Strieder; Watanabe, 2018, p. 335).

Quanto à primeira, é expressa uma estrutura da articulação de todos os trabalhos:

(...) identificação/reconhecimento do problema, elaboração de hipóteses, planejamento e realização de investigações para comprovar as hipóteses, análise dos resultados e elaboração de explicações com base em conhecimentos científicos, elaboração de conclusões e socialização dos resultados (Strieder; Watanabe, 2018, p. 336).

A segunda visão é geralmente associada ao reconhecimento da ciência como atividade humana, que seus conhecimentos não são imutáveis e dependem de demandas sociais. Em relação à terceira visão, as autoras destacam que geralmente ela está associada a atividades que abordam questões políticas, econômicas e culturais.

Para a revisão de trabalhos fundamentados na PHC tomou-se como referência o trabalho de Massi, Souza, Sgarbosa e Colturato (2019) que analisou 78 trabalhos publicados no período de 1992 a 2018. Neste foram selecionados todos os trabalhos que relacionavam o EC com a PHC publicados em 31 revistas nacionais voltados ao EC e Educação Ambiental (EA), dissertações e teses a partir da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e do Centro de Documentação de Ensino de Ciências (CEDOC), trabalhos apresentados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), além de livros e capítulos de livros.

Além de identificar e descrever os trabalhos, Massi et al. (2019) realizam uma análise materialista dialética a partir de cinco categorias para desvelar os determinantes da apropriação da PHC por parte do campo de pesquisa em ensino de ciências. Ressalta-se que nesta análise são mobilizados diversos trabalhos, além dos de Saviani, que contribuem para a fundamentação em termos dos princípios filosóficos, teóricos e da prática educacional da PHC, além de referenciais voltados à metodologia de pesquisa para trabalhos que se fundamentam nesta pedagogia. Portanto, ressalta-se a importância do levantamento bibliográfico e análise trazidas por Massi et al. (2019) como fundamento e para direcionar a fundamentação teórica, em termos da PHC, deste artigo.

Em *Escola e Democracia*, Saviani (1999) demonstra uma preocupação com os fins da educação, que a atividade escolar vise os anseios da classe popular e não seja incorporada aos interesses da classe dominante. Para ele, a escola deve ter como objetivo a transformação social, que tem como fundamental a apropriação das ferramentas necessárias à superação da dominação da classe burguesa sobre o proletariado. Neste sentido, a aprendizagem dos conhecimentos historicamente acumulados deve ser priorizada, para que ocorra a

transformação da visão acerca da prática social e para orientar a prática transformadora, como destacado no trecho a seguir:

Se os membros das camadas populares não dominam os conteúdos culturais, eles não podem fazer valer os seus interesses, porque ficam desarmados contra os dominantes, que servem exatamente dos conteúdos culturais para legitimar e consolidar a sua dominação. (...) Então, dominar o que os dominantes dominam é condição de libertação (Saviani, 1999, p. 66).

A vista do disposto anteriormente, Saviani propõe a incorporação de cinco passos no processo pedagógico: prática social inicial; problematização; instrumentalização; catarse; e prática social final. O autor afirma que os mesmos não devem ser encarados como sequências, mas que em relação dialética conduzem a transformação da prática social (Saviani, 1999). Destaca-se que a proposta pedagógica de Saviani se constitui a partir da superação da pedagogia tradicional e da Escola Nova.

Para apropriação do método Saviani recorreu-se a Gasparin (2005), que em *Uma didática para a Pedagogia Histórico-Crítica* trata de forma articulada e detalhada cada passo e traz uma proposta de implementação da PHC. Quanto ao ensino de ciências sob perspectiva da PHC mobilizou-se o trabalho de Santos (2012), que traz importantes contribuições sobre os fundamentos marxistas da metodologia e defende uma articulação do método com a concepção externalista de ciências.

A perspectiva externalista do desenvolvimento da ciência a compreende para além do empenho intelectual dos agentes que a constroem e suas relações com a realidade econômica e social assumem posição importante, contrapondo-se a visão “internalista” em que o desenvolvimento da ciência é visto apenas como empreendimento intelectual descolado do movimento histórico da sociedade e seus determinantes. Além disso, a perspectiva histórica de ciência “internalista” articula linearmente trabalhos isolados evidenciando genialidades individuais para progressão histórica (Santos, 2012).

I. Fundamentação teórico-metodológica de ensino

A prática social é ponto de partida e chegada no método da Pedagogia Histórico-Crítica. Professor e estudantes são entendidos como agentes sociais que se situam nela, em posições diferentes. O primeiro, por sua função de planejar previamente o processo que conduz a aprendizagem possui uma visão mais organizada, sintética da realidade, da prática social. Este é capaz de mobilizar os conhecimentos científicos para visualizar a realidade em uma totalidade de contradições e projetá-la para guiar o processo de ensino-aprendizagem. O estudante, a princípio, possui uma visão caótica do todo, da prática social, construída a partir de suas experiências empíricas, fundadas no senso comum. Por isso, toma-se como perspectiva que ao fim do processo dialógico de ensino professor e estudantes encontrem-se na mesma posição em relação à percepção do mundo, que ambos possam ver a realidade em sua totalidade sintética (Saviani, 1999).

Para tanto, é necessário que o conhecimento científico, este entendido como produto social e historicamente construído, seja o mediador da relação professor e educando no processo de desvendar a estrutura do real, de perceber a prática social em sua totalidade

sintética. Neste sentido, é fundamental que as práticas imediatas e mediatas dos estudantes em relação ao tema de estudo emergjam no momento inicial do processo, a **prática social inicial**. Estas, são veiculadas quando os estudantes expressam suas vivências cotidianas, conceitos prévios sobre temas e em suas “pré-ocupações”. E são elas que irão tornar o conteúdo significativo para o estudante, de modo que ele possa apropriá-los, torná-los próprios (Gasparin, 2005).

Na **problematização** o cotidiano deve ser superado e tomar dimensão de prática social, “das necessidades humanas coletivas, os processos e as práticas que interessam a todos na qualidade de humanos, não pura e simples como indivíduos” (Santos, 2012, p. 60).

A problematização conecta a prática social inicial à instrumentalização. Primeiro, pois é a partir da prática social que são definidos os problemas, ou que são significados os que foram previamente estabelecidos. Segundo, se problemas existem é porque há necessidade de instrumentalização para compreender o real. Destaca-se que na problematização é feita uma cisão do todo para que este seja compreendido em suas partes e relações de modo a “descobrir a estrutura significativa da realidade com que se defronta, numa situação dada” (Santos, 2012, p. 30). Em tal cisão, a mediação pela teoria, pelo conhecimento social e historicamente construído, já está estabelecida. Pois, a teoria é indispensável ao reconhecimento da composição do todo por partes e é tida como pressuposto para encontrar as respostas que os problemas suscitam, para estabelecer as relações entre as partes e destas com o todo.

Na perspectiva de Sasseron e Machado (2017) a problematização e, em consequência, a investigação ocupam posições importantes.

(...) problematizar consiste em abordar questões reconhecidamente conflitantes da e do meio do estudante; investiga, para entender melhor a situação e desencadear uma análise crítica para que ele perceba a necessidade de mudanças (Sasseron; Machado, 2017, p.27).

Neste sentido, Santos (2012, p. 55) destaca que “o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas é tarefa da educação, dos longos anos de preparação nos bancos escolares”. Entretanto, é importante explicitar que a atividade escolar de investigação se difere da prática científica. Segundo o mesmo autor os cientistas se ocupam com problemas que não possuem solução no corpo do conhecimento científico, já os estudantes, voltam-se a problemas da prática social que possuem solução a partir das produções históricas científicas. Ressalta-se que “em ambos o conhecimento disponível é a condição para avançar” e que “O cientista só produz conhecimentos porque foi ‘instrumentalizado’ pelos saberes clássicos e no uso do método científico, também ele um saber científico” (Santos, 2012, p. 45).

A vista do disposto, fica evidenciado a importância da instrumentalização. É neste momento que os estudantes irão se apropriar das ferramentas necessárias à solução dos problemas suscitados na etapa anterior. Neste, os estudantes tomam para si os conhecimentos científicos, as ações de investigação propiciam a apropriação de aspectos da metodologia científica (Gasparin, 2005). Este passo é fundamental para desvendar a prática social e visualizar a ciência como tal, para percebê-la em contexto e em relação com outras esferas da sociedade (Santos, 2012).

Neste sentido, Sasseron e Machado (2017) orientam a utilização dos Eixos estruturantes

da Alfabetização Científica para o planejamento das aulas de ciências. São eles: 1) “compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos; 2) compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; 3) entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”.

Para este trabalho, os Eixos estruturantes da Alfabetização Científica foram interpretados e articulados com os pressupostos da concepção externalista das ciências (Santos, 2012). Em relação ao primeiro, considera-se que sua importância está em reconhecer que os conhecimentos específicos da ciência, e da física no caso deste trabalho, são “chaves”, irrenunciáveis, para a interpretação de aspectos da realidade. Quanto ao segundo, é tomado para evidenciar que o conhecimento científico seja compreendido como produto humano e em contexto social, portanto, político, econômico e histórico. Por fim, o último, reconhece-se sua importância por entender que a Ciência não pode ser entendida, de forma crítica, fora das suas relações com a Tecnologia, Sociedade e Ambiente, portanto se faz necessário entender as interrelações entre essas esferas para melhor compreender a construção do conhecimento científico e os efeitos de sua produção.

Os indicadores da Alfabetização Científica (Sasseron; Machado, 2017) são concebidos como orientadores das ações do professor e dos estudantes, mediadas pela investigação, no estudo do objeto de conhecimento. Estes estão intrinsecamente relacionados com o fazer científico. Os indicadores da alfabetização científica são: seriação de informações; organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional; levantamento de hipóteses; teste de hipóteses; justificativa; previsão e explicação (Sasseron; Machado, 2017). Neste trabalho, entende-se que a importância dos indicadores é dada por constituírem-se ações de apropriação de aspectos metodológicos da ciência, estes constituem-se meio de apropriação do conhecimento científico e, portanto, para apreensão da prática social.

Os fundamentos anteriormente articulados direcionam o planejamento de ensino para munir os estudantes do arcabouço necessário para que se alcance a catarse. Este momento refere-se a um estado a ser alcançado pelos estudantes.

Na catarse se chega à visão catártica, sintética, organizada da prática social, da totalidade contraditória, da estrutura do todo, contrariamente à visão caótica, sincrética que se tinha da prática social no início do processo pedagógico. O real é percebido em sua estrutura e em sua dialeticidade, em seu movimento.

Ao alcançar esta percepção do mundo, as situações, os fenômenos, as particularidades são entendidas em relação às suas determinações, em relação ao todo. O indivíduo que vê a realidade sob tal perspectiva também se vê nela, se percebe sujeito-objeto, determinado e determinante frente ao mundo.

Por isso, ao alcançar a catarse, os estudantes se percebem agentes, capazes de interferir, de provocar mudanças com base nos conhecimentos que se apropriaram. Assim, percebem a importância das ferramentas que se apropriaram na instrumentalização, visualizando-as em contexto, em relação à totalidade, por isso devem ser provocados a projetar, planejar ações para transformar a realidade. Por isso, o percurso que permite a catarse pode ser entendido como o movimento que parte do abstrato ao concreto (Saviani, 1999; Gasparin, 2005; Santos, 2012).

Para que o processo de ensino-aprendizagem fundamentado na PHC alcance a transfor-

mação social, a teoria deve se materializar na ação, na intervenção sobre prática social. A **prática social final**, portanto, ocorre após partir do empírico, do todo caótico, problematizá-lo, munir-se de ferramentas que permitam encontrar respostas aos problemas que o mundo impõe, percebê-lo de forma sintética, intencionar uma ação para transformá-lo com base nos conhecimentos científicos, assim, o estudante atuando sobre a realidade a transforma (Saviani, 1999; Gasparin, 2005).

III. METODOLOGIA DE ENSINO

De modo geral, objetivou-se com o processo de ensino aprendizagem, guiando-se pelos pressupostos da PHC (Saviani, 1999), captar o movimento dialético estabelecido pelas relações entre ciência, tecnologia e técnica (Bunge, 1980).

Por entender que tais relações não podem ser desvinculadas do contexto social em que ocorrem, buscou-se evidenciar determinantes da esfera econômica e política historicamente situados. Tal objetivo mantém intrínseca relação com objeto de estudo: a fotografia e com o contexto educacional e a prática social dos estudantes.

Neste sentido, sem perder de vista todo o disposto anteriormente, recorreu-se ao desenvolvimento histórico da fotografia e das técnicas fotográficas dialeticamente com a prática social dos estudantes fundamentando-se em Eder (1945), Dubois (1993), Frizot (1998), Kossoy (2001; 2002) e Sontag (2004).

A apropriação de conhecimentos da óptica e habilidades de investigação (Sasseron; Machado, 2017) constituem ferramentas para captar tais movimentos, tomando como suporte bibliográfico conceitual de física: GREF (2015), Hecht (2002) e Souza, Neves e Muramatsu (2007).

Com a pretensão de estabelecer relações entre essas ferramentas com a prática social dos estudantes e o objeto de estudo, busca-se contribuir para a formação de uma concepção de ciências que desmistifica o pressuposto positivista que a atividade científica é e deve ser desvinculada de aspectos sociais e da subjetividade de quem está envolvido com sua construção.

Por fim, os estudantes serão motivados a pensar uma ação com base nos conhecimentos e experiências escolares proporcionadas pelo processo pedagógico, a serem executadas por eles, que intencionasse mudanças sociais.

O quadro 1, na página seguinte, apresenta uma esquematização da instrumentalização a ser empregada no decorrer da aplicação do plano didático. Nele são apresentados os objetivos, conteúdos, dimensões, ações e recursos para cada encontro.

Tabela 1: Instrumentalização

Encontro	Objetivos	Conteúdos	Dimensões	Ações	Recursos
1º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> Evidenciar experiências e conhecimentos dos estudantes para identificação da prática social inicial; Proporcionar a apropriação de conteúdos da óptica; Desenvolver habilidades correlatas à alfabetização científica; Introduzir a percepção sobre as diferenças e relações entre ciência, tecnologia e técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> Princípio da propagação retilínea; Conceito de imagem e objeto; Interação da luz com lentes; Formação de imagens em câmaras escuras. 	<ul style="list-style-type: none"> Conceitual científica; Conceitual tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação do professor e da pesquisa aos estudantes; Apresentação do objeto de estudo e da metodologia de ensino-aprendizagem; Discussão inicial para evidenciar práticas sociais iniciais; Realização da atividade experimental com a câmara escura e com a câmara clara; Diálogo de instrumentalização teórica dos conteúdos de óptica. 	<ul style="list-style-type: none"> Experimentação com uma câmara escura e uma câmara clara; Projeto e slides.
2º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo geral: Desenvolver uma visão crítica de ciência, tecnologia e suas relações na sociedade. Evidenciar aspectos científicos, tecnológicos e técnicos da fotografia e suas relações; Discutir sobre o aspecto subjetivo da ação de agentes sociais no ato de fotografar; Problematizar o papel da subjetividade e objetividade na atividade científica. 	<ul style="list-style-type: none"> Fotossensibilidade; Formação de imagem em câmaras escuras; Conceitos de ciência básica, ciência aplicada e técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> Conceitual científica e técnica; Conceitual CTS. 	<ul style="list-style-type: none"> Breve contextualização histórica quanto ao emprego da câmara escura; Atividade experimental de registro de imagens em papel fotográfico; Revelação das fotografias; Diálogo guiado por um texto; Retomada à prática social. 	<ul style="list-style-type: none"> Câmaras escuras; Materiais para registro e revelação de fotografias; Texto sobre escolhas no ato de fotografar.
3º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver uma concepção da natureza da ciência evidenciando determinações históricas, econômicas e políticas do desenvolvimento das tecnologias e técnicas fotográficas e dos conhecimentos científicos correlatos a estas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ciência e tecnologia em contexto histórico, econômico e político. 	<ul style="list-style-type: none"> Econômica, política e social; Histórico, científico e social; Tecnológica, científica e social. 	<ul style="list-style-type: none"> Exposição dialogada quanto a aspectos históricos, econômicos e políticos do desenvolvimento da fotografia; Retomada à prática social. 	<ul style="list-style-type: none"> Projeto e slides.

Fonte: próprio autor

Guiando-se pelos pressupostos teóricos educacionais que fundamentam esta prática escolar e pelos objetivos de aprendizagem, os problemas apresentados no Quadro 1 foram elaborados para a problematização dos conteúdos a serem tratados na aula 1.

Tabela 2: *Problemas de investigação aula 1*

No.	Conteúdos	Dimensão	Enunciado
1	Princípio da propagação retilínea (PPR); Imagem e objeto (IO); Formação de imagem (FI)	Conceitual científica	Quais as características da imagem formada na câmara escura?
2	PPR; OI; FI	Conceitual científica	Como a imagem é formada na câmara escura?
3	PPR; OI; FI	Conceitual científica	Por que a imagem formada na câmara escura é invertida?
4	PPR; OI; FI	Conceitual científica	Como podemos descrever o trajeto da luz para que a imagem seja formada na câmara escura? Faça um desenho para ilustrar sua descrição.
5	PPR; OI; FI; Interação da luz com lentes	Conceitual científica e tecnológica	Do que depende a nitidez e o brilho da imagem formada na câmara escura?
6	Relação entre CT	Conceitual científica e tecnológica	Como a tecnologia utilizada pode interferir na imagem formada?
7	Relação entre CT	Conceitual científica e tecnológica	Em relação a fotografia, como a tecnologia influencia na imagem obtida?

Fonte: próprio autor

Quanto aos problemas de dimensão conceitual, busca-se a apropriação de conteúdos da física e das relações CTS. Para tanto, a ferramenta metodológica adotada foi o ensino por investigação, esta propicia o desenvolvimento de habilidades típicas do fazer científico, que se propõem à transformação do olhar do estudante e da capacidade de tomada de decisão frente à realidade. Nesse sentido, os indicadores da alfabetização científica também foram mobilizados para a formulação dos problemas que, entre seus objetivos, se propõem a conduzir e, portanto, investigar os processos que propiciam a alfabetização científica (Sasseron, 2008).

No levantamento da prática social inicial, ressalta-se a necessidade de provocar os estudantes para que manifestem suas experiências, conhecimentos sobre o conteúdo, necessidades e interesses e que surjam novas questões (Gasparin, 2005).

Para tanto, no primeiro contato com os estudantes o professor deve apresentar os conteúdos a serem trabalhados e o tema a ser abordado. Em seguida, guiado pelos problemas: “O que é fotografia?”; “A fotografia faz parte do seu cotidiano?”; e “Como a fotografia e sociedade se relacionam?” um diálogo será estabelecido para a identificação da prática social dos estudantes. Neste momento, o foco está na percepção do estudante, então, o professor deve atuar como mediador, fazendo novas perguntas e evidenciando as falas de indivíduos para o restante da turma de modo a motivar o debate ou a exposição de outros pontos de vista (Gasparin, 2005).

Dado a formulação prévia dos problemas explicitados no Quadro 1, o diálogo com os estudantes neste primeiro encontro é fundamental para orientar a prática educativa para os próximos encontros.

As questões de dimensão conceitual do primeiro encontro, apresentadas no Quadro 2, objetivam conduzir a investigação para apropriação dos conhecimentos científicos necessários à análise do experimento e introduzir a discussão sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e assim conduzir ao alcance dos objetivos centrais do plano.

Os indicadores de alfabetização científica que guiaram a elaboração destes problemas para conduzir a apropriação dos conhecimentos e habilidades foram: elaboração de hipóteses, organização de informações, teste de hipóteses, previsão, explicação e raciocínio proporcional.

Para este encontro coloca-se como fundamental a apreensão dos seguintes conteúdos: conceito de imagem e objeto, princípio da propagação retilínea e formação de imagem. As questões de 1 a 5 foram planejadas para conduzir à apropriação destes conhecimentos.

A resolução dos problemas são mediadas pelos conteúdos de aprendizagem, pela ação docente e discente coletivamente, levando-se em conta os pressupostos teóricos da perspectiva histórico-cultural de Vigotski apresentados por Gaspari (2005). Além disso, um experimento utilizando uma câmara escura e uma câmara clara contribuirá, associado a pressupostos do ensino por investigação (Sasseron; Machado, 2017), para a mediação do conteúdo e das ações e interações estabelecidas no processo de instrumentalização.

Serão utilizadas duas montagens experimentais para realização da atividade e resolução dos problemas. A primeira é uma câmara escura de orifício que tem aproximadamente 1 mm de diâmetro. A segunda possui uma abertura de 50 mm e nela é acoplada uma lente convergente, esta é chamada de câmara clara. Nas duas montagens as câmaras possuem duas regulagens, uma que permite afastar ou aproximar a abertura da câmara, para entrada de luz, do anteparo, em que forma a imagem e a outra permite o afastamento ou aproximação do anteparo em relação a abertura da câmara. A Figura 1 apresenta os aparatos experimentais a serem utilizados.

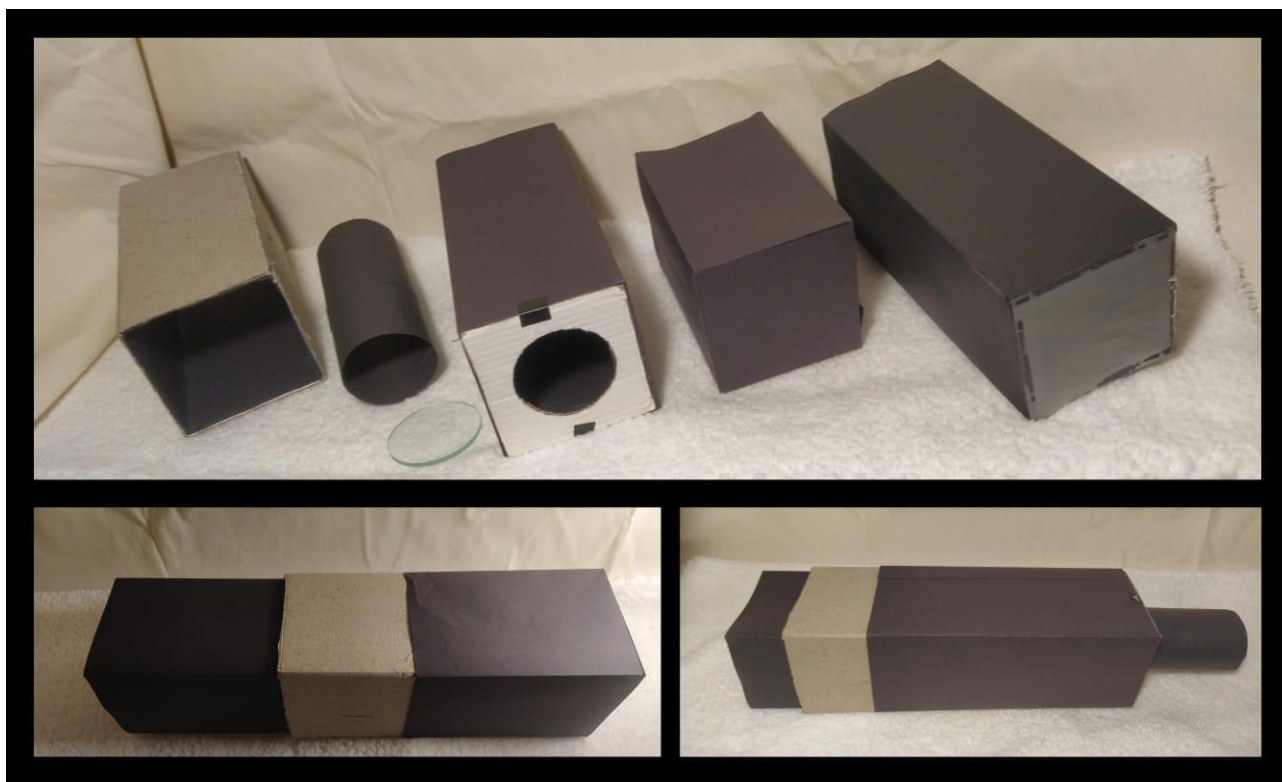
As diferentes montagens permitem observar e caracterizar diferentes qualidades da formação de imagem, como a nitidez, tamanho da imagem formada e sua inversão. Assim, pretende-se motivar a análise do fenômeno observado com base no princípio da propagação retilínea e da interação da luz com lentes convergentes.

Além do disposto, a experimentação, na qual se vale dos dois aparatos citados, permite a comparação entre duas tecnologias, a câmara escura e a câmara clara. Dessa forma, correlacionando-as com o desenvolvimento histórico dos conhecimentos da óptica, da ciência e de técnicas empregadas com estas ferramentas para diferentes fins, pretende-se discutir a relação entre conhecimento científico, técnica e tecnologia.

Quanto à possibilidade de variar a distância entre a abertura e o anteparo em que a imagem é formada dá a oportunidade de estudar relações de proporcionalidade entre as dimensões da câmara e da imagem formada.

Ressalta-se que a elaboração dos aparatos experimentais tiveram como inspiração as diferentes tecnologias de câmara escura utilizadas ao longo da história evidenciado a partir dos seguintes referenciais: Eder (1945) e Frizot (1998) e referenciais teóricos da óptica: GREF (2015) e Hecht (2002). Imagens das câmeras utilizadas por Talbot e Daguerre inspiraram a montagem experimental.

A questão 1, ao questionar sobre as características da imagem, encaminha o levantamento de informações acerca do resultado do experimento, além disso, a partir das respostas dos

Figura 1: *Câmara escura e câmara clara*

Fonte: próprio autor

estudantes pretende-se avaliar como essas informações são organizadas.

As questões 2, 3 e 4 buscam a correlação entre as informações coletadas e a teoria, ao instigar uma reflexão sobre o conceito de imagem com a possibilidade de formação de uma imagem em uma câmara escura, isto é, correlacionar a montagem experimental com o resultado obtido. Nesse sentido, espera-se que os estudantes também levem em conta informações sobre a montagem experimental, relacioná-las com as informações coletadas sobre a imagem formada e explicá-las. Além disso, essas questões conduzem a reflexão sobre a trajetória da luz ao chamar atenção para o fato de a imagem observada ser invertida, deste modo conduzem a apropriação do princípio da propagação retilínea da luz.

As questões 5, 6 e 7 direcionam o olhar do estudante para as relação entre a tecnologia fotográfica e os conhecimentos da óptica geométrica. Nesse sentido, objetiva-se introduzir uma discussão em nível conceitual da relação entre conhecimento científico e tecnologia. Para tanto, pretende-se evidenciar que a característica borrada da imagem formada, ou seja, a nitidez, e o brilho da imagem está condicionada a tecnologia empregada, portanto, às características da câmera escura, como abertura e distância da abertura ao anteparo. Portanto, espera-se que os estudantes relacionem informações sobre o aparato instrumental e seu funcionamento com as informações sobre as características da imagem formada e conceitos físicos para elaborar seus argumentos.

As aulas 2 e 3 buscam evidenciar as articulações entre conhecimento científico, tecnologia e técnica. Além disso, pretende-se explicitar a correlação entre estas dimensões e o papel dos

indivíduos como agentes sociais que tomam decisões. Tais relações serão feitas a partir do estudo do desenvolvimento das tecnologias e técnicas fotográficas e dos aspectos econômicos e políticos em que tal desenvolvimento se insere na história.

Pretende-se contribuir para o desenvolvimento de uma concepção de ciência histórica e socialmente construída, evidenciar a sua não neutralidade a partir das mútuas influências entre ciência, tecnologia, técnicas e aspectos econômicos e políticos.

Dado o objetivo de partir do empírico e proporcionar a apropriação de conhecimentos científicos para a transformação das práticas sociais, ao tratar os conhecimentos da óptica geométrica e suas relações com a fotografia, esta como motivador para desvendar a realidade social, optou-se por desenvolver uma abordagem acerca da natureza da ciência e das relações entre ciência, tecnologia e sociedade que permeiam o conteúdo abordado e a fotografia. Nesse sentido, busca-se compreender tanto a ciência como a tecnologia como produto social e histórico e, portanto, que sua construção é permeada por condicionantes políticos e econômicos.

Neste sentido, a abordagem empregada nas aulas se inspirou na visão externalista de ciências (Santos, 2012).

Em um primeiro momento, aborda-se o desenvolvimento das primeiras tecnologias fotográficas no século XIX, situando-o nas disputas industriais entre Inglaterra e França. A vista disso, aborda-se o caráter de desenvolvimento coletivo do conhecimento que sob interesses políticos pode ser deturpado. Para tanto, considera-se importante diferenciar ciência básica, da ciência aplicada e da técnica, além disso, evidenciar as relações entre elas e com questões políticas e econômicas (Bunge, 1980), de modo a proporcionar uma melhor compreensão sobre o desenvolvimento da fotografia em seu contexto e sua produção social (Frizot, 1998).

As influências políticas na história do desenvolvimento da fotografia podem ser percebidas na disputa entre Inglaterra e França pelo mérito da criação da tecnologia de registro de imagens, a fotografia.

O desenvolvimento da fotografia também foi motivado por interesses econômicos materializados na tecnologia desenvolvida pela empresa Kodak que inaugurou uma lógica industrial aplicada à fotografia que visa a obtenção de lucro. Como destacado, por um lado, o consumo crescente de máquinas fotográficas e fotografias produziu o enriquecimento de uma classe empresarial da época, por outro, influenciou o dispêndio de capital para o desenvolvimento tecnológico e científico de materiais fotossensíveis (Kossoy, 2001).

Em sequência, objetiva-se evidenciar como a subjetividade está presente no desenvolvimento da fotografia, na prática fotográfica e científica. Para tanto, pretende-se investigar as características das ideias positivistas que negam a subjetividade e a influência do contexto social na construção do conhecimento científico e a extensão dessas ideias no desenvolvimento da fotografia e nas práticas fotográficas. E, a partir de textos sobre a prática fotográfica e seu emprego social, pretende-se ressaltar o caráter subjetivo de sua prática contrapondo-o à pretensão de neutralidade/imparcialidade empregada em comunicações com intenção de “expressão da verdade” (Kossoy, 2001; Sontag, 2004)

O Quadro 2 apresenta os problemas a serem mobilizados ao longo das aulas 2 e 3.

A aula 2 terá os problemas 1, 2 e 3 do Quadro 2 como desafio inicial. No início da aula os problemas serão enunciados para que os estudantes elaborem hipóteses. Em seguida, será

Tabela 3: *Problemas de investigação aula 2*

No.	Conteúdo	Dimensão	Enunciado
1	Fotossensibilidade, técnica, reações químicas	Conceitual científica e técnica	O que é necessário para que a imagem formada na câmara escura seja gravada?
2	Definição de ciência básica (CB) e ciência aplicada (CA)	Conceitual CTS	Qual a diferença entre conhecimento tecnológico e científico? Como eles se relacionam com a fotografia?
3	Definição de CB e técnica	Conceitual CTS	Qual a diferença entre conhecimento científico e técnico?
4	CT em contexto da revolução industrial e iluminismo	Econômica, política e social	Ao analisar o desenvolvimento da fotografia é possível perceber que interesses políticos o motivou? Existem interesses sociais, econômicos e políticos relacionados à fotografia (e as mídias audiovisuais) na atualidade?
5	CT em contexto da revolução industrial e iluminismo	Histórico, científico e social	Como o contexto histórico e científico da época influenciou a fotografia no início de seu desenvolvimento e utilização social?
6	CT em contexto econômico e político, CT como determinante social	Tecnológica, científica e social	Quais mudanças tecnológicas, na ciência e na sociedade levaram a ampliação do acesso à fotografia e ao ato de fotografar? Tais mudanças produziram impactos positivos ou negativos, quais?
7	CT como determinante social	Social	Como a evolução das tecnologias fotográficas impactou a sociedade em termos de comunicação e registro histórico?
8	CT como determinante social	Social	Você acha que o acesso à fotografia amplia o acesso à arte?
9	CT como determinante social	Social	Quais são as implicações éticas do uso de tecnologias fotográficas em termos de privacidade e consentimento?
10	CT como determinante social	Social	Podemos utilizar a fotografia para provocar mudanças na sociedade?

Fonte: próprio autor

feita uma introdução do desenvolvimento e emprego histórico da câmara escura e câmara clara de modo a articular os estudos da aula anterior com os que serão desenvolvidos nas aulas 2 e 3. Este momento introdutório finda com a apresentação do experimento a ser realizado para buscar evidências para respondê-la.

Quanto ao desenvolvimento histórico da câmara escura e do seu emprego social objetiva-se explicitar que este não segue uma lógica linear que culmina na câmara fotográfica. Para tanto, serão tratados os estudos do eclipse solar por Ibn al-Haytham (Martins, 2021), o uso da câmara escura por Leonardo da Vinci para a produção de obras de arte e de outros artistas no século XV e XVI na produção de obras realistas. Por fim, a utilização das câmaras escuras para o registro de imagem a partir da luz, sem dar detalhes sobre as técnicas de registros de imagem.

O experimento a ser realizado na aula 2 consiste no registro e revelação de fotos utilizando uma câmara escura equipada com um filme fotográfico. Para tanto os estudantes serão levados para um ambiente bem iluminado e serão dadas as instruções para realização da fotografia e revelação da foto. Os estudantes deverão escolher o tempo de exposição, a

posição da câmara escura, o assunto e o enquadramento. Após o registro das fotos os estudantes farão a revelação com auxílio do professor.

Após a realização do experimento os estudantes serão motivados a responder ao problema inicial e, por fim, um diálogo será guiado pelo texto *A Imagem Fotográfica: Sua Trama, Suas Realidades* de Boris Kossoy (2002) para tratar das escolhas dos estudantes ao longo do experimento, a dimensão do indivíduo como agente social e a influência de aspectos técnicos, científicos e sociais. Ao longo da discussão os problemas do quadro 2 serão mobilizados. Ao fim do diálogo os estudantes serão motivados a exporem possibilidades de ações para responder ao problema 10.

A aula 3 tratará especificamente do desenvolvimento histórico das tecnologias e técnicas fotográficas articulando-o com aspectos econômicos e políticos e com os conhecimentos abordados nas aulas anteriores.

Para tanto, será retomada às discussões sobre técnica de registro de imagens guiada pelo desenvolvimento histórico apresentado em Frizot (1998) em articulação com questões econômicas e políticas do contexto de desenvolvimento dos primeiros registros fotográficos. Ao longo desta aula as questões do quadro 2 serão retomadas.

IV. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada com uma turma composta por cinco estudantes do curso de Técnico em Produção Audiovisual do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (Proeja) de uma unidade do Instituto Federal de Brasília (IFB).

A aplicação ocorreu em um ambiente de pouca familiaridade do professor, que limitou o conhecimento do contexto de aplicação e do público-alvo.

O trabalho consiste em uma pesquisa de campo de caráter qualitativa descritiva. Para a coleta de dados foram empregadas a observação participante, diário de campo, gravação de áudio e questionário aberto.

Destaca-se que a “observação participante é uma técnica de pesquisa na qual a tarefa científica de observar se dá sem mediações, portanto, ancora-se no estabelecimento de uma relação direta entre o pesquisador e o seu objeto de pesquisa” (Magalhães Junior; Batista, 2023)

Foi mobilizado Chizzotti (2006) para orientar a coleta de dados e como manter a fidedignidade da pesquisa a partir da observação participante, dado o contexto em que há “grande envolvimento do pesquisador na situação estudada.” (Chizzotti, 2006, p. 28).

De acordo com a classificação de Buford Junker (1971, apud Chizzotti, 2006, p. 28), quanto ao nível de explicitação do papel do pesquisador frente aos sujeitos da pesquisa, considera-se que a postura tomada está mais próxima do “observador participante”, papel em que “a identidade do pesquisador e os objetivos do estudo são revelados ao grupo pesquisado desde o início” (Chizzotti, 2006, p. 28). No primeiro encontro com os sujeitos da pesquisa, o pesquisador evidenciou que o contexto da pesquisa, e, portanto, das aulas, está inserido em um curso de formação de professores, evidenciando a importância dessa pesquisa para esse fim. Além disso, foi explicitado como as informações seriam coletadas e que tipo de análise seria realizada.

No diário de campo foram registrados momentos da interação entre professor-estudantes e estudante-estudante mediadas pelas atividades educacionais e com os objetos de conhecimento que mereciam destaque na descrição e análise, por evidenciarem aproximações das ações observadas com os objetivos de pesquisa. Dado o papel do pesquisador, que atuava como professor no momento da observação, a maioria das anotações foram feitas após a aula, no mesmo dia e no dia posterior.

A gravação dos áudios das aulas foram utilizados para registrar os relatos dos estudantes, da interação professor-estudante e a interações dos estudantes com as atividades. Sua importância está relacionada ao registro e coleta de informações acerca das comunicações que evidenciaram práticas sociais, na comunicação de hipóteses, informações coletadas nos experimentos, novos problemas e argumentos empregados ao longo das aulas em respostas aos problemas propostos.

Para identificação das falas dos estudantes e para referir-se a eles na realização da análise e produção deste trabalho, os estudantes participantes da pesquisa foram nomeados de E1, E2, E3, E4 e E5.

Os questionários tiveram como objetivo analisar os argumentos por escrito dos estudantes aos problemas propostos e a apropriação dos conhecimentos científicos e concepção de ciências veiculadas em suas produções. Além disso, os argumentos orais realizados ao longo das aulas foram confrontados com os argumentos postos nos questionários.

As questões do Quadro 1 compõem o Questionário 1, que foi entregue aos quatro estudantes presentes no primeiro encontro (E1, E2, E3 e E4) e seria recolhido no segundo encontro. Apesar dos estudantes terem começado a respondê-lo em sala, nenhum estudante entregou o questionário no segundo encontro.

O Questionário 2 foi composto com as questões do Quadro 2 e foi entregue aos estudantes presentes no segundo encontro: E1, E3, E4 e E5. Alguns estudantes responderam o questionário ao longo da aula, o questionário foi recolhido no terceiro encontro, apenas dois estudantes entregaram: E1 e E3.

Busca-se com os registros evidências da apropriação dos conhecimentos e a transformação da percepção dos estudantes em relação à prática social ao longo do processo. Além disso, pretende-se evidenciar possibilidades que não foram exploradas pelo professor e que contribuíram para o alcance dos objetivos de aprendizagem e uma implementação mais coerente com os fundamentos teóricos.

De modo geral, com o relato de experiência pretende-se evidenciar êxitos, equívocos e possibilidades pouco aproveitadas em relação aos momentos educacionais, confrontando a prática com os fundamentos teóricos-metodológicos que sustentam o olhar do pesquisador.

Assim, a experiência pedagógica será relatada buscando evidenciar como foi estabelecida a relação entre professor e estudantes mediados pelos conteúdos (conhecimentos e aspectos do método científico) e destes com a prática social, de modo a tentar captar as relações entre:

1. Empírico evidenciado pelos estudantes e prática social;
2. Prática social inicial e problematização;
3. Conteúdo e prática social;
4. Ações de ensino-aprendizagem (instrumentalização) e análise da realidade;

- (a) Informações e dados
- (b) Descrição e análise/explicação

5. Análise do real e transformação da prática social.

A partir do confronto entre dados coletados na aplicação, as perspectivas do professor-pesquisador postas no planejamento didático e as bases teóricas, buscou-se compreender como desenvolver uma postura crítica, catártica, dos estudantes para transformação das suas práticas sociais.

V. RELATO DE EXPERIÊNCIA

Em primeiro lugar ressalta-se que a pesquisa apresenta resultados dos trabalhos realizados no curso de especialização Ciência é 10! (C10) ofertado pela Universidade de Brasília (UnB), que teve como foco a formação para planejamento e aplicações de planos didáticos que utilizem o ensino por investigação como ferramenta pedagógica.

A proposta didática foi aplicada em uma unidade IFB em uma turma do Proeja, mediante a autorização do professor regente de física da instituição. O planejamento didático e da pesquisa passou por reformulações para se adequar ao contexto educacional e de pesquisa.

A parceria com a instituição ampliou as possibilidades didáticas, em decorrência da turma em que o plano didático foi aplicado ser do curso Técnico em Audiovisual. Além disso, professores da instituição contribuíram com ideias para a abordagem do tema, com o estreitamento das relações entre os discentes e o professor-pesquisador, cederam materiais para realização de atividades experimentais e todo o apoio necessário para execução didática e da pesquisa.

Antes da aplicação do plano, o professor-pesquisador se reuniu remotamente com o professor regente da turma de aplicação para apresentar o plano didático e de pesquisa. Neste diálogo o professor regente contribuiu com a contextualização da turma e do curso, sobre seu planejamento para a disciplina de física, as atividades já realizadas com a turma e os conteúdos ministrados. A partir deste diálogo foi possível elaborar uma nova atividade para aplicação e adequar o plano didático da pesquisa ao plano do professor regente.

O primeiro contato entre professor-pesquisador e os estudantes foi na primeira aula. Dos cinco estudantes participantes da pesquisa, apenas três participaram de todos os encontros, os outros dois participaram de apenas um.

I. Primeiro encontro

O primeiro encontro foi realizado em duas aulas de 45 minutos e pode ser dividido em cinco momentos: apresentação do professor-pesquisador e da pesquisa aos estudantes; apresentação do objeto de estudo e da metodologia de ensino-aprendizagem; discussão inicial para evidenciar práticas sociais iniciais; realização da atividade experimental com a câmara escura e com a câmara clara; diálogo de instrumentalização teórica dos conteúdos de óptica.

Em relação à discussão, buscou-se levantar relatos sobre a prática social dos estudantes a partir das relações que eles possuem com a fotografia e como eles enxergam a relação da

fotografia com a sociedade. Além disso, também foram investigados os conhecimentos prévios dos estudantes em relação a óptica, a fotografia e outros conhecimentos que permeiam este tema.

A atividade experimental do primeiro encontro consistiu na observação e estudo da formação de imagens em uma câmara escura e em uma câmara clara. Esta atividade objetivou a investigação e apropriação do princípio da propagação retilíneas, do conceito de imagem e objeto, da interação da luz com lentes e da formação de imagens em câmaras escuras guiados pelos problemas do Quadro 1.

O diálogo inicial foi guiado pelo professor com foco na explicitação das experiências e conhecimentos dos estudantes para, a partir desses, evidenciar a prática social inicial.

Como orienta Gasparin (2005), em um primeiro momento o docente expôs o tema das aulas e uma pergunta para guiar o diálogo. Ao longo do diálogo as intervenções do professor se deu de modo a direcionar a conversa com novas perguntas, a partir do que estava sendo exposto pelos estudantes, e para saber a percepção dos estudantes sobre a comunicação de seus colegas.

A pergunta escolhida para iniciar o diálogo para identificação das práticas sociais foi: “O que é fotografia?”, ao longo do diálogo duas outras perguntas foram postas: “A fotografia faz parte do seu cotidiano?” e “Como a fotografia e sociedade se relacionam?”. Além destas perguntas, o professor fez novas perguntas a partir das comunicações dos estudantes.

Ressalta-se que a identificação da prática social dos estudantes não se findou no primeiro encontro, mas esta foi retomada em todas as aulas de acordo com os objetivos e conteúdos de cada momento e considerando o que já havia sido exposto pelos estudantes e identificado pelo professor.

A seguir são apresentadas sínteses que relacionam as experiências e conhecimentos explicitados pelos estudantes com suas participações na atividade investigativa e com a apropriação dos conteúdos. Esta síntese foi elaborada a partir de observações no momento de aplicação, do diário de campo e de uma análise dos áudios das aulas e suas transcrição. Tais percepções orientaram o olhar do pesquisador para as informações coletadas e contribuem para análises.

O estudante E1 relatou ter outras experiências profissionais e em curso de fotografia. É perceptível na participação deste estudante a apropriação de significados e conceitos correlatos a física e a fotografia que auxiliaram na interpretação do experimento, na elaboração de hipóteses e explicações. Além disso, as comunicações deste estudante durante a aula contribuíram para direcionar a dinâmica das atividades e para a aprendizagem de outros estudantes. Em diversos momentos ele demonstrou interesse em contribuir com informações, perspectivas e análise para auxiliar os seus colegas na realização da atividade e na aprendizagem. Ressalta-se que este estudante participou de todas as aulas e foi muito comunicativo durante os encontros e apresentou facilidade de se expressar.

E2 relatou ter uma experiência profissional com a fotografia, em sua profissão a fotografia tinha uma função técnica, voltada a escanear documentos e gerar PDF's. Além disso, em seus relatos, demonstrou que a fotografia tinha papel importante para se comunicar em redes sociais, relatando que “postava” várias fotos durante o dia. Explicitou uma visão sobre fotografia voltado a estética, ao belo, e que ela estava presente no cotidiano, que coisas inusitadas ou simples para outras, para ela merecia um registro fotográfico e preservam

certa beleza. Esta estudante participou apenas da primeira aula e foi bastante comunicativa nas atividades. Interagiu bastante com os colegas e com o professor, demonstrou curiosidade e certa inquietação em relação aos estudos realizados ao longo do encontro que participou.

A estudante E3 explicitou experiências mais subjetivas com a fotografia ao falar sobre álbuns fotográficos de sua família, de tirar fotos de momentos comemorativos e registrar fotos do seu filho de modo a preservar memórias em relação a ele. As participações desta estudante foram mais pontuais e geralmente tinha que ser estimulada. Também ficou explícita certa facilidade em captar informações a partir das atividades experimentais, demonstrava certa timidez em se comunicar oralmente, mas escrevia bem, demonstrando impressões sobre a sociedade em seus textos. Esta estudante participou de todas as aulas.

A discente E4 demonstrou interesse por tirar fotos da natureza, disse que gostava de tirar fotos de plantas, flores, de cachoeiras e que comumente tirava fotos do pôr do Sol visto do campus da unidade escolar. Nas atividades didáticas esta estudante interagiu mais com os colegas, quando o professor se comunicava diretamente com ela, a estudante dava respostas curtas e demonstrou certa insegurança em alguns momentos. Esta estudante também participou de todos os encontros.

A realização da atividade experimental e diálogo de instrumentalização teórica foram orientados pelos preceitos da instrumentalização da PHC (Gasparin, 2005; Santos, 2012) e das atividades investigativas (Sasseron; Machado, 2017), estes momentos são analisados na seção: Ações coletivas e mediações para aprendizagem.

II. Segundo encontro

O segundo encontro contou com quatro aulas de 45 minutos pode ser visto como composto por cinco momentos: retomada da discussão da aula anterior contextualizando-a historicamente e relacionando-a com os estudos que foram realizado no primeiro encontro; atividade experimental para registrar imagens em papel fotográfico utilizando uma câmara escura; revelação das fotografias; diálogo guiado por um texto do Boris Kossoy; retomada a prática social.

Este encontro buscou alcançar o objetivo geral de introduzir o desenvolver uma visão crítica de ciência e tecnologia a partir dos seguintes objetivos: de evidenciar aspectos científicos, tecnológicos e técnicos da fotografia e suas relações, discutir sobre o aspecto subjetivo da ação de agentes sociais no ato de fotografar e problematizar o papel da subjetividade e objetividade na atividade científica.

No início do encontro foi realizada uma exposição sobre aplicações da câmara escura e câmara clara ao longo da história. Os problemas 2 e 3 foram postos no início da aula e em seguida foi explicitado aos estudantes que estas tecnologias foram desenvolvidas e adaptadas para o exercício de funções diversas.

Entre estas funções está o emprego para produção de conhecimento científico, como nos estudos de Ibn al-Haytham no século XI (Martins, 2021), para a produção de obras de arte realistas como empregado por Leonardo da Vinci e outros artista no século XV e XVI e para o registro de imagens, associada ao uso de materiais fotossensíveis e técnicas de revelação e fixação destas imagens a partir do século XIX (Frizot, 1998; Eder, 1945).

Ao fim do diálogo foi explicitado o objetivo da atividade experimental a ser realizada na

aula e o problema 1 foi posto para que eles expusessem suas hipóteses. Em seguida eles foram direcionados para o local em que seria realizada a atividade de registro e revelação de fotografias.

A atividade experimental ocorreu no auditório da instituição, o local reservado para posicionar os objetos a serem fotografados foi iluminado com equipamentos da própria instituição próprios para trabalhos audiovisuais, um técnico da instituição auxiliou na montagem e posicionamento deste equipamentos. Uma sala ao fundo do auditório foi preparada antecipadamente para realização da revelação das fotos de modo que ficasse isolado de qualquer fonte de luz.

Para iniciar a atividade, os materiais a serem utilizados foram apresentados aos estudantes.

1. Quatro câmaras escura , uma para cada estudantes, com formato cúbico de dimensão de 10 cm x 10 cm x 10 cm e abertura de aproximadamente 1 mm;
2. Papel fotográfico, que foi cortado em tamanho de 8 cm x 8cm;
3. Substâncias químicas: Revelador, interruptor e fixador.;
4. Quatro vasilhas de plásticos, para colocar as substâncias químicas e uma para colocar água;
5. Um lâmpada que emite luz vermelha, específica para usar em estúdios de revelação de fotos;
6. Três holofotes para iluminação dos objetos a serem fotografados;
7. Uma cadeira, uma armário com rodas e um vaso de flor para serem utilizados como assunto.

Os problemas investigativos foram postos logo na apresentação dos procedimentos experimentais e dos materiais para revelação. No início da aula as seguintes perguntas foram postas aos estudantes: O que era necessário para que a imagem fosse registrada na câmara escura? Qual a função de cada substância a ser utilizada para revelação? Por que a revelação deve ser feita em ambiente escuro? Por que devemos utilizar uma luz vermelha no ambiente de revelação? Ao longo da atividade estes problemas foram retomados.

Os estudantes demonstram já ter conhecimentos sobre o processo a ser realizado, mesmo tendo explicitado que nunca tinham realizado esse tipo de processo. A partir das respostas dos estudantes foram explicitados os procedimentos experimentais. Souza, Neves e Muramatsu (2007) fundamentaram as orientações docentes para realização dos procedimentos experimentais.

Após este diálogo o professor preparou as substâncias químicas nos recipientes colocando uma quantidade suficiente para que as fotografias pudessem ser submersas nos líquidos. Todo este processo foi narrado para os estudantes.

Em sequência os estudantes cortaram o papel fotográfico e prepararam as câmaras escuras, colocando os papeis fotográficos nela e vedando-as corretamente, sob orientação docente quando necessário.

Para o registro fotográfico os estudantes foram orientados a escolher os objetos a serem fotografados, a posição da câmara escura, o tempo de exposição e que eles explicassem os motivos das suas escolhas.

Após os registros, os estudantes se direcionaram a sala de revelação e manipularam as fotografias para realização do processo de revelação. Foi solicitado que observassem como o papel fotográfico se encontrava antes de serem submersos nas substâncias e as mudanças que ocorreram ao longo do processo.

Após a atividade experimental, o professor conduziu um diálogo, para tanto, enunciou o problema: “O que é necessário para que a imagem formada na câmara escura seja gravada?”. A partir das respostas dos estudantes, o professor guiou o diálogo de modo a motivar interações discursivas e uma aproximação dialógica à visão sintética sobre a utilização de materiais fotossensíveis para o registro de imagens.

Coletivamente os estudantes conseguiram descrever as mudanças que ocorrem no papel fotográfico na sua interação com a luz e ao longo do processo de revelação, relatando que quanto maior a intensidade da luz que chega ao papel fotográfico e quanto mais tempo o papel fica exposto a luz, mais escuro se torna a região em que a luz incidiu. Além disso, concluíram que é necessário a utilização de um material fotossensível e que ele seja exposto à luz, que existe um tempo de exposição ideal e que a intensidade de luz do ambiente deve ser regulada para alcançar maior nitidez da imagem.

Após a realização do diálogo acerca do experimento, um novo diálogo foi estabelecido com os estudantes, guiado pelo texto do Boris Kossoy e pelos problemas 4, 5, 6, 7, 8 e 9 do Quadro 2, com o objetivo geral, de dar continuidade ao desenvolvimento de uma concepção sobre a natureza da ciência.

A partir do texto foi discutido o papel da subjetividade nas escolhas concernentes ao processo de fotografar relacionando-a com a subjetividade e objetividade na ciência e para compreender e contrapor a concepção positivista da ciência e sua influência na fotografia (Kossoy, 2001; Sontag, 2004). Além disso, o texto possibilitou a discussão das relações da fotografia com a ciência, tecnologia e técnica, assim compondo a visão sobre ciência com base nas diferenças entre ciência básica e aplicada e estas da técnica (Bunge, 1980).

Ao perguntar sobre as escolhas realizadas pelos estudantes no momento da atividade, o estudante E1 citou que se guiou por critérios técnicos. A estudante E5 citou que na prática de um fotógrafo, as escolhas estão relacionadas com o fim daquela fotografia, se o fim é publicitário, por exemplo, a escolha do assunto é determinada pelo produto a ser divulgado em uma propaganda. Além disso, E5 falou que ao longo do curso de audiovisual eles estudam técnicas fotográficas que contribuem com a tomada de decisões em práticas fotográficas profissionais.

O texto também motivou a discussão sobre as relações entre a tecnologia utilizada e as escolhas do fotógrafo. O estudante E1 mencionou que a escolha da câmera fotográfica e da objetiva a ser utilizada, por exemplo, influenciam no enquadramento e depende do tipo de fotografia e do destaque a ser dado ao assunto. Segundo o estudante, essas escolhas levam em consideração critérios tanto estéticos quanto técnicos. Além disso, E1 explicitou que tais escolhas dependem de condições naturais, como a luminosidade do ambiente.

Ao fim da leitura e discussão do texto, o professor guiou um diálogo para diferenciar conhecimentos da ciência básica, tecnologia e técnica correlacionando com as ações realizadas

ao longo da atividade.

Para finalizar o diálogo o problema 10 do Quadro 2 foi posto para uma retomada a prática social inicial. A partir de um convite do professor para planejar ações que alcançassem a comunidade escolar da instituição e a comunidade do território em que a instituição se localiza. O diálogo objetivou motivar o planejamento de ações para transformação da prática social.

Ao fim do encontro foi solicitado que os estudantes respondessem em casa o questionário com as questões do Quadro 2 e entregassem no próximo encontro. Dos quatro estudantes presentes neste encontro, apenas dois entregaram o questionário respondido. As respostas dos estudantes ao Questionário 2 foram colocadas na íntegra no Anexo 1.

As respostas dos estudantes ao questionário explicitam elementos referentes aos três eixos da Alfabetização Científica. Apesar disso, demonstram que a percepção do real se manteve em um nível sincrético. Estes resultados apontam para que este questionário possa ser utilizado para um retorno à prática social e verificação das mediações ainda necessárias para que se alcance a catarse e depois, retomado para verificar se ocorreram transformações das visões dos estudantes a partir da nova mediação teórica.

III. Terceiro encontro

O terceiro encontro foi composto por dois momentos, que ocorreram em uma aula de 45 minutos: instrumentalização quanto a aspectos históricos, econômicos e políticos do desenvolvimento da fotografia; retomada à prática social.

O principal objeto deste encontro foi dar continuidade ao desenvolvimento de uma concepção da natureza da ciência evidenciando determinações históricas, econômicas e políticas do desenvolvimento das tecnologias e técnicas fotográficas e dos conhecimentos científicos que contribuíram para estes (Eder, 1945; Frizot, 1998; Kossoy, 2001).

Foi destacado que o desenvolvimento tecnológico e dos conhecimentos correlatos às práticas apresentadas não possuem um eixo direcionador comum. O próprio desenvolvimento dos registros de imagens a partir da câmara escura e materiais fotossensíveis se deram a partir de diferentes motivações, entre elas foram evidenciado algumas motivações políticas e econômicas associadas às disputas industriais, e em diferentes direções e não guiada por uma única intenção e em direção ao desenvolvimento do que entendemos hoje por fotografia (Frizot, 1998; Eder, 1945). Portanto, buscou-se evidenciar aspectos externalistas do desenvolvimento científico e tecnológico (Santos, 2012).

A aula iniciou com uma retomada das discussões realizadas no final do segundo encontro. Para tanto, foram lembradas as diferenças e relações entre ciência básica, conhecimento aplicado e técnica. O início desta aula voltou-se a análise dos conhecimentos científicos, tecnologias e técnicas correlatas ao desenvolvimento da câmara escura e da fotografia.

Em primeiro lugar, retomou-se os estudos de Ibn al-Haytham utilizando a câmara escura. A partir do trabalho de Martins (2021) foi exposto aos estudantes que Ibn al-Haytham publicou um trabalho em que ele utilizou a câmara escura para estudar o eclipse solar. Apesar do foco voltar-se para o eclipse, neste trabalho o cientista árabe traz uma análise óptica da formação de imagem na câmara escura.

Em sequência, tendo como referência Eder (1945) e Silva (2015), foi explicitado aos

estudantes que o desenvolvimento e os estudos sobre lentes ocorrem em diversos sentidos, com diferentes finalidades, e foi destacada as contribuições de Girolamo Cardano para o desenvolvimento de conhecimentos sobre a câmara escura e para o emprego de lentes com a intenção de melhorar a nitidez das imagens formadas por elas, que dá origem a denominada câmara clara. Também foi evidenciado o uso da câmara escura e câmara clara como ferramenta na produção artística, com destaque para a produção de obras realistas por Leonardo da Vinci e popularização desta técnica no século XVI.

Neste momento, foi retomada a atividade experimental realizada na primeira aula, foi solicitado que os estudantes lembrassem das diferenças entre as imagens formadas pela câmara escura e câmara clara. Os estudantes relataram que a imagem formada pela câmara clara era mais nítida, que as cores eram mais “vivas” e que com a câmara escura só foi possível visualizar objetos que emitem luz, como a luminária utilizada na aula e as lâmpadas da sala, e com a câmara clara era possível ver pessoas e objetos que refletem luz.

A vista do disposto, o professor chamou a atenção para a diferença de abertura entre os dois aparatos. Foi apresentado aos estudantes a relação entre abertura, nitidez e brilho. Neste sentido, também foi apresentada a função da lente para a formação de imagens mais nítidas e com mais brilho (GREF, 2015). Além disso, foi mencionado que Ibn al-Haytham já havia relatado o estudo das relações entre abertura, nitidez e brilho da imagem formada em câmaras escuras (Martins, 2021).

Em seguida, foi retomado o experimento realizado na aula anterior para tratar sobre o uso de materiais fotossensíveis para o registro de imagens. Foi evidenciado que os estudos sobre materiais fotossensíveis ocorreram de forma independente dos estudos e emprego da câmara escura. Para tanto, as contribuições de Johann Heinrich Schulze, no início do século XVII, acerca dos materiais fotossensíveis (Eder, 1945) foram relatadas.

Após a exposição destes estudos e empregos da câmara escura, o professor juntamente com os estudantes, demarcaram estas contribuições em ciência básica, ciência aplicada e técnica (Bunge, 1980). Os usos da câmara escura por Ibn al-Haytham foi classificado como técnica para produção de conhecimentos da ciência básica, os estudos dos sais de prata por Johann Heinrich Schulze à ciência básica, os estudos para associação de lentes à câmara escura por Girolamo Cardano à ciência aplicada e o emprego da câmara escura nas artes por Leonardo da Vinci a um emprego técnico artístico. Posteriormente são explicitadas as articulações entre conhecimentos e empregos técnicos ao desenvolvimento da fotografia no século XIX.

Neste momento o ponto central da aula é atingido. É explicitado que em diferentes direções, motivados por finalidades distintas e imersos em contexto das disputas tecnológicas industriais entre Inglaterra e França, os trabalhos de Niépce, Daguerre e Talbot articulam os conhecimentos e técnicas desenvolvidos historicamente, alcançando avanços tecnológicos e técnicos correlatos a captação e fixação de imagens a partir da luz (Frizot, 1998).

A vista do disposto, foi explicitado detalhes das técnicas empregadas pelos três inventores para demonstrar suas particularidades e que seus estudos ocorreram em diferentes sentidos. Além disso, foi evidenciado a disputa acerca do mérito da invenção da fotografia em que os três foram envolvidos, inclusive o acordo de cooperação firmado entre Niépce e Daguerre para aperfeiçoamento das técnicas desenvolvidas por Niépce que foi oficializado juridicamente (Eder, 1945). Tais aspectos motivou a discussão de aspectos políticos do

contexto histórico destas invenções e suas correlações com uma visão sobre desenvolvimento científico e tecnológico.

Para tanto, partiu-se da reportagem de François que publicou a invenção do Daguerreótipo. Assim, foi explicitado que esta reportagem traz uma narrativa de desenvolvimento linear da tecnologia e da ciência com o intuito de reivindicar certa genialidade a Daguerre e dar visibilidade à França em meio a disputas tecnológicas com a Inglaterra (Frizot, 1998). Então, foi evidenciado que por trás da reportagem e do mérito atribuído a Daguerre, havia negociações entre Daguerre e o governo francês que explicitam interesses políticos e controvérsias quanto à autoria da invenção envolvendo Niepce e sua família e Talbot em torno das disputas entre Inglaterra e França (Eder, 1945; Frizot, 1998).

Para tratar de aspectos econômicos em torno da fotografia foi exposto que a princípio o Daguerreótipo e outras invenções posteriores ainda não tinham sido adaptadas a lógica de produção industrial, mantendo uma forte dependência do trabalho manufaturado. Neste sentido, a câmara fotográfica produzida pela Kodak e inaugurada em 1888 explicita o investimento em laboratórios industriais para desenvolvimento tecnológico e técnico com o intuito de gerar capital (Kossoy, 2001). A tecnologia da Kodak populariza a fotografia e introduz a lógica capitalista industrial associada a ela.

Por fim, foi estabelecida uma discussão com os estudantes da relação entre fotografia, redes sociais, smartphones e monetização de materiais audiovisuais na atualidade. Em seguida, para estabelecer uma conexão com a prática social dos estudantes, eles foram motivados a expor suas percepções sobre as relações entre as discussões e estudos estabelecidos ao longo das aulas e a realidade que eles vivenciam.

Como resultado da retomada à prática social e o planejamento de ações para sua transformação no final da discussão, os estudantes reconheceram a importância de ações com a comunidade que evidencie o desenvolvimento histórico da fotografia e que estabeleça conexões com as relações atuais com as mídias de audiovisual principalmente quanto às estabelecidas nas redes sociais. Os estudantes frisaram que este tipo de ação seria importante principalmente para atingir um público mais jovem que talvez não tenha acesso a estes conhecimentos

VI. ANÁLISE

I. Ações coletivas e mediações para aprendizagem

Esta categoria foi extraída a partir da análise dos diálogos entre professor e estudantes e entre os estudantes, registrados em áudio e transcritos, além das anotações do diário de campo correlatas as interações entre os indivíduos para apropriação do conteúdo e desenvolvimento das habilidades de Alfabetização Científica.

Para a análise, recorreu-se a uma mediação teórica a partir do disposto sobre o momento de identificação da prática social inicial e instrumentalização em Gasparin (2005) e Santos (2012), sobre os indicadores da Alfabetização Científica e sobre a aprendizagem como experiência coletiva de interação (Sasseron; Machado, 2017).

Além do mais, nesta análise, foi possível relacionar a partir das falas dos estudantes, os indicadores da Alfabetização Científica com a apropriação dos conteúdos. A vista disso será apresentada uma análise quanto a articulação entre o desenvolvimento de habilidades associadas aos indicadores da Alfabetização Científica (Sasseron; Machado, 2017) e a apropriação do conteúdo considerando que esta pode modificar e reestruturar o desenvolvimento e para além disso, pode superá-lo (Gasparin, 2005).

Ao se defrontar com os diálogos evidenciou-se ações e comunicações coletivas entre os estudantes e deste com o professor que se constituíram um processo dialético de modo a propiciar apropriações sucessivas para a construção dos conceitos científicos. As ações do professor e estudantes demonstraram grande importância neste processo, assim como as experiências e conhecimentos evidenciados pelos estudantes (Gasparin, 2005). Os diálogos apresentados a seguir buscam demonstrar isso.

Para iniciar as discussões sobre experiências e conhecimentos correlatos a fotografia e a óptica, o professor fez a seguinte pergunta: “Como uma câmera é capaz de captar a imagem de um objeto?”. Esta pergunta foi elaborada para se relacionar diretamente ao problema 2 do Quadro 1.

E1 foi o primeiro a responder:

Tabela 4: *Diálogo 1*

E1: *“Na verdade, a fotografia é captura de luz, está relacionada a luz. Então a câmera tem um sensor que abre e fecha, na verdade é o obturador. O obturador abre, a luz chega no sensor, grava essa imagem e o obturador fecha. Naquele tempo em que o sensor está exposto é gravada a imagem.”*

Fonte: próprio autor

Após a fala de E1 o professor, se direcionando a turma, perguntou: “Vocês entenderam? Todos sabem o que é um obturador?”. Alguns estudantes sinalizaram com a cabeça que não entenderam, o silêncio dos demais expressou o desconhecimento em relação ao expressado por E1. Após a pergunta do professor e a reação dos colegas, E1 disse que estava com uma câmera e podia mostrar este funcionamento, o professor demonstrou interesse em ver o que o estudante tinha para mostrar e pediu para que ele mostrasse para seus colegas.

O estudante (E1), com uma câmera digital em mãos, tirou a lente de modo que o obturador ficasse visível, no interior da câmera, e mostrou para o professor e seus colegas que ao clicar para tirar fotos o obturador abria, uma peça espelhada girava, deixando a luz passar para o sensor que captura a imagem. Em sua demonstração E1 explicou que o obturador possui uma velocidade e que a depender dessa velocidade mais ou menos luz entra na câmera.

Os discentes demonstraram interesse, fizeram algumas perguntas para E1 e ficaram atentos às explicitações sobre o funcionamento da câmera.

As contribuições de E1 foi a deixa para que o professor apresentasse a câmara escura. A explicação sobre o funcionamento da câmera feita por E1 poderia ser correlacionada com a câmara escura de modo a facilitar a compreensão da sua montagem e funcionamento.

Antes de apresentar a câmara escura aos educandos, o professor explicitou que um dos objetivos da atividade era responder aos problemas: “Como uma imagem é formada na câmara escura?” e “Quais as características dessa imagem?”.

Com a câmara em mãos o professor especificou os materiais utilizados para sua confecção e cada detalhe da montagem, que sua parte interna é preta, a posição da abertura e sua dimensão e que o anteparo é móvel, mostrando como regular sua posição. Em seguida foi mostrada a câmara clara, que a abertura dela é maior e possui uma lente. Então, o professor entregou a câmara escura para que os estudantes pudessem observar com detalhes.

Enquanto os estudantes manipulam a câmara escura ocorreu o seguinte diálogo.

Tabela 5: *Diálogo 2*

E1: “Esse movimento aqui, no caso, regula o tamanho que a imagem está sendo convertida?”
(Sobre o movimento de regulação da distância do anteparo à abertura da imagem)

O professor devolve a pergunta: “O que vocês acham?”

E2: “Isso aqui é o zoom, né?”

Segurando a câmera e regulando a distância do anteparo à abertura, E1 fez a seguinte colocação: “Está chegando mais perto do objeto, afastando do objeto. A luz entra por este burquinho aqui, oh.”

E2: “A luz entra por onde?”

E1: “No burquinho aí da frente, do outro lado.”

Ao falarem da abertura da câmara escura, o professor direciona o diálogo com a seguinte pergunta: “Pessoal, tem como formar imagem, na câmara, sem ter luz?”

E1: “Sem luz nenhuma, não.”

Os outros estudantes ficaram em silêncio, logo o professor fez outra pergunta: “Como enxergamos os objetos?”

E1: “Porque a luz bate no objeto e reflete. E, aí, essa luz bate em mim e vai em você, você me viu. É o reflexo da luz.”

Professor: “A luz refletida precisa chegar onde para que eu possa enxergar?”

E2: “ela precisa chegar no seu olho.”

Professor: “Então, precisa chegar luz na câmera para formar a imagem?”

E1: “A luz vai passar por aquele buraco e vai ser refletida naquele papel lá no fundo.”

Professor: “Além da luz, o que é necessário para formar a imagem na câmara escura?”

E2: “Luz, tem que ter uma imagem também né?”

Professor: Onde vai estar essa imagem? Qual a diferença entre imagem e objeto?

E2: “O objeto, por exemplo, eu tiro uma foto dessa cadeira, aqui eu tenho uma imagem (apontando para o celular) e aqui tem o objeto (apontando para a cadeira). Para formar a imagem tem que ter os dois.”

Fonte: próprio autor

Os diálogos do momento anterior explicitam o levantamento de hipóteses (Sasseron; Machado, 2017) pelos estudantes sobre a formação de imagens na câmara escura. Além disso, este momento contribui para uma identificação inicial da zona de desenvolvimento imediato (Gasparin, 2005) dos estudantes quanto à formação de imagem na câmara escura, aos conceitos de imagem e objeto e da interação da luz com a matéria.

Em seguida são apresentados diálogos correlatos ao momento de investigação que partiram dos problemas 1, 2 e 3 do Quadro 1 e que iniciaram as observações e estudos sobre a formação de imagem na câmara escura.

A princípio o professor descreveu e apresentou a montagem do aparato que servirá de objeto: uma luminária, com uma lâmpada que emite luz branca. Na frente da lâmpada foi colocado um papel vegetal e na frente dele uma cartolina com um corte no centro, no formato de um triângulo retângulo, como mostra a Figura 2. Uma fonte de luz adaptada como objeto foi utilizada por conta da baixa luminosidade da sala no momento da aplicação, que ocorreu durante a noite.

Figura 2: *Objeto emissor de luz*



Fonte: próprio autor

Tabela 6: *Diálogo 3*

Professor: “Agora eu gostaria que cada um observe e descreva com o máximo de detalhes possível o que vocês observaram. Vocês podem descrever o que vocês fizeram com a câmera e o que foi acontecendo.”

Professor: “O que vocês observaram na câmara?”

E3: “Aqui tem um triângulo bem pequenininho e quando puxa ele aumenta.” (se referindo a regulagem que permite afastar e aproximar o anteparo da abertura.)

E2: “Eu observei que ele tava assim, e quando eu olhava ali ele tava de cabeça para baixo” (apontando para o anteparo da câmara escura). “Mexendo ali , ele vai para longe. Mas, eu não sei, quero saber porquê. Eu virei o negócio da câmara e a imagem não virou” (Mostrando a regulagem da distância do aparato).

E1: “Eu vi que a imagem se forma no fundo da câmara, mas ela fica invertida, devido ao raio de luz que se cruza, na hora que ele passa pelo buraco. Então, o que a gente está vendo em cima fica em baixo e o que a gente está vendo em baixo fica em cima.”

Professor: “Vocês conseguiram visualizar isso que ele falou?”

E2: “Só não a luz cruzando.”

Fonte: próprio autor

Neste momento a fala de E2 explicita sua zona de desenvolvimento imediato, de onde o professor deve partir e para onde deve ir para contribuir com o desenvolvimento da estudante. Fica evidente a necessidade de mediação teórica, em específico do princípio da

propagação retilínea para que E2 alcance uma percepção sintética da formação da imagem na câmara escura.

Tabela 7: Diálogo 4

O professor pergunta: “Vocês perceberam algo além da inversão vertical?”

E2: “Ela tá assim e assim.” (Indicando com as mão que a imagem está invertida vertical e horizontalmente)

E3: “Isso.” (Concorda com a colega.)

Professor: “Então, tem uma inversão vertical. . .”

E2: “. . . e horizontal.”

E4: “Eu vi assim.”

Fonte: próprio autor

Os diálogos proporcionados pela solicitação do professor para que os estudantes descrevessem suas observações contribuíram para o levantamento de informações, **organização de informações** guiada pela interação entre os estudantes e deste com o professor. Além disso, neste momento também ocorreu o **levantamento de hipóteses** a partir das informações evidenciadas pelos estudantes por parte de E1: “*Eu vi que a imagem se forma no fundo da câmara, mas ela fica invertida, devido ao raio de luz que se cruza, na hora que ele passa pelo buraco.*”

A interação discursiva estabelecida no momento em que o E1 apresenta o funcionamento de sua câmera, os conhecimentos e significados atribuídos por cada um ao longo da atividade demonstram uma intrínseca relação entre as experiências vividas e suas comunicações (Sasseron; Machado, 2017).

Sasseron e Machado (2017) trazem a importância das interações discursivas para a aprendizagem de conceitos científicos e para desenvolvimento de aspectos da Alfabetização Científica. Os diálogos apresentados até então demonstram a importância das comunicações entre o coletivo dos estudantes e as mediações entre professor e as atividades para a construção de significados associados à cultura científica e o desenvolvimento da habilidade de explicar e argumentar. Além disso, é importante destacar que as habilidade explicativas e argumentativas são distintas e estão diretamente relacionadas à apropriação dos conceitos (Sasseron; Machado, 2017).

Em determinado momento da aula E2 disse: “*Vou responder o que vi, só não vou responder o porquê*”. A estudante demonstra certa limitação para explicar o que observava. Entretanto, ao conseguir comunicar informações obtidas ao longo da experimentação foram estabelecidas interações dela com o professor e com os colegas que contribuíram para a significação das informações com base em conceitos e na linguagem científica.

A fala de E2 evidenciada no parágrafo anterior ocorreu logo após E1 dizer: “*Eu vi que a imagem se forma no fundo da câmara, mas ela fica invertida, devido ao raio de luz que se cruza, na hora que ele passa pelo buraco.*” Aqui fica evidente uma comunicação explicativa e que a aplicação do princípio da propagação retilínea contribuiria para o desenvolvimento da capacidade de argumentação do discente.

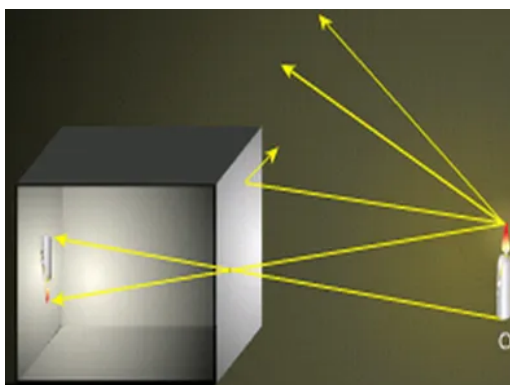
A análise dos diálogos estabelecidos neste encontro mostrou uma pequena participação de E3 e E4. Há necessidade de ações, por parte do professor, para motivar os estudantes que se comunicam menos de modo a incluí-los efetivamente nas interações discursivas, julgando

que está é importante para o processo de apropriação dos conteúdos científicos e para o desenvolvimento de habilidades que promovam a Alfabetização Científica.

Em relato do diário de campo é evidenciado que as comunicações explicitadas e analisadas anteriormente foram importantes para iniciar a intervenção didática expositiva do professor. As falas dos estudantes evidenciaram seus conhecimentos e experiências, deram pistas para que o professor se aproximasse da identificação da Zona de Desenvolvimento Imediato dos estudantes, assim indicando ênfases necessárias ao longo da exposição e correlações potenciais entre conteúdo e as explicitações dos estudantes.

Para a instrumentalização, slides com imagens e pequenos textos foram utilizados para as exposições e estabelecimento dos diálogos com os estudantes. A Figura 3 foi utilizada para iniciar as explicações sobre a formação de imagem na câmara escura, o modelo de raio de luz e o princípio da propagação.

Figura 3: *Formação de imagem em câmaras escuras*



Fonte: Brasil Escola; Acesso em: 02 de mar. de 2025

O diálogo apresentado a seguir refere-se ao começo do momento da exposição didática.

Tabela 8: *Diálogo 5*

Professor: E aí, esses raios de luz aqui (mostrando os raios que não passam pelo orifício), eles vão formar uma imagem dentro da câmara escura?

E1: esses de cima não.

Professor: Não, né? Aí, aqui, para que formem uma imagem, para onde tem que ir o raio de luz?

E1: para o orifício.

Professor: Então, esse raio aqui é especial? (Apontando para os raios de luz que passam pelo orifício).

E2: Sim. Ele que faz acontecer.

Professor: O raio de cima, que sai da... (o professor dá uma pequena pausa para interação das estudantes)

E2: Aham, ele está cruzando (...) (inaudível)

E3: aham.

Fonte: próprio autor

No Quadro 5: Diálogo 3, E2 responde à fala de E1 dizendo: “Só não a luz cruzando.” A fala evidencia que E2 não associava a inversão da imagem à propagação da luz. Após a mediação a partir da Figura 3 a estudantes demonstra se aproximar da interpretação do fenômeno de formação de imagem na câmara escura a partir do modelo do raio de luz e do princípio da propagação retilínea. Entretanto, E2 apresentava ainda certo desconforto em relação às explicitações sobre a interpretação física sobre a formação de imagem na câmara escura, aparentemente a estudante ainda não havia se apropriado de tais mediações teóricas.

Em seguida, o professor explica que esta forma de representar a luz é um modelo, que interpreta a propagação da luz como um raio. O professor frisa que essa é apenas uma representação, uma interpretação, mas que é importante para estudar a trajetória da luz, algumas interações com a matéria, como a reflexão e para estudar a formação de imagens, como na câmara escura. Posteriormente, o professor apresenta o princípio da propagação retilínea da luz e explica que o fenômeno de formação de imagem em câmaras escuras configura uma evidência deste princípio.

Ressalta-se que o alcance da visão sintética do real é um processo dialético, que ocorre por um conjunto de mudanças quantitativas até que alcance uma mudança qualitativa da interpretação do real para que se chegue a catarse (Gasparin, 2005; Santos, 2012). As comunicações de E2 possibilitam perceber que a estudante está em processo de apropriação dos conhecimentos científicos. Tal diagnóstico não foi possível em relação a E3 e E4 e chama a atenção para a importância de buscar meios para promover a participação dos estudantes que possuem mais dificuldade em se comunicar. Quanto a E1, suas falas demonstraram apropriação dos conhecimentos científicos e de habilidade de explicação e argumentação.

II. Análise e ponderação crítica quanto à metodologia e prática educacional

A análise do primeiro encontro demonstra a necessidade de algumas adaptações para o alcance dos objetivos didáticos e a superação da dimensão do cotidiano, das experiências e conhecimentos em prática social. Tais encaminhamentos visam aproximar-se da superação da visão relativamente sintética do professor quanto à prática social dos estudantes no início do processo de ensino-aprendizagem (Saviani, 1999).

A primeira adaptação refere-se a necessidade de análise das explicitações dos estudantes no momento da identificação da prática social inicial realizada no primeiro contato com os estudantes. Compreende-se a necessidade da mediação teórica em relação ao empírico para aproximar-se da prática social inicial.

Desta forma, visualiza-se a necessidade de dividir a primeira aula em dois encontros. No primeiro encontro realiza-se o diálogo com os estudantes para explicitação do empírico correlato ao tema e aos problemas iniciais. A partir dos registros deste encontro, o professor deve realizar uma análise do empírico, recorrendo aos fundamentos teóricos necessários, para superá-lo e alcançar a prática social inicial.

A nova visão acerca do empírico possibilita ao professor identificar encaminhamentos para dar continuidade a identificação da prática social, formular novos problemas e adaptar o planejamento da instrumentalização para proporcionar maior dialeticidade entre prática social, problemas, conteúdos e as atividades didáticas a serem realizadas.

Quanto à análise do desenvolvimento de habilidades associadas à Alfabetização Científica

e sua relação com a apropriação dos conhecimentos científicos aponta-se para a importância da análise das produções escritas dos estudantes, que não foi realizada neste trabalho pelo fato do questionário referente ao primeiro encontro não ter sido recolhido pelo professor-pesquisador.

Além disso, as produções escritas podem ajudar a avaliar a apropriação dos conhecimento dos estudantes que se comunicaram menos ao longo das atividade, possibilita uma análise mais sistemática quanto aos indicadores da Alfabetização Científica, pode possibilitar uma maior articulação da análise das ações comunicativas, da aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes e da aproximação dos estudantes à visão catártica.

Os resultados obtidos a partir das respostas ao Questionário 2, associado a análise das interações discursivas do primeiro encontram apontam para necessidade da recursividade ao longo do processo de ensino-aprendizagem para o desenvolvimento das habilidades da Alfabetização Científica e para se alcançar a catarse. Neste sentido, a condução do processo pedagógico considerando a dialeticidade da PHC (Saviani, 1999; Santos, 2012) e que a recursividade pode contribuir para superações sucessivas da visão caótica do real.

Quanto ao terceiro encontro, sua importância está em explicitar a construção sócio-histórica do conhecimento científico e suas múltiplas dimensões, social, histórica, da filosofia da ciência e das dimensão artística na prática social. Neste sentido, aponta-se para a fragilidade no tratamento da dimensão cultural, que se demonstrou relevante na prática social dos estudantes.

Considera-se que tratar os conteúdos científicos e a realidade em suas múltiplas dimensões é um caminho para alcançar a visão sintética do real. Além disso, as orientações ao planejamento didático garantido pelos eixos estruturantes da Alfabetização Científica contribuíram nesta direção.

A perspectiva trazida para concepção de ciência neste encontro coadunando com os preceitos da PHC postos por Gasparin (2005) e da sua articulação com o ensino de ciências, principalmente articulado com a perspectiva externalista do desenvolvimento da ciência trazido por Santos (2012).

A análise desta aula e da sua articulação com as atividade realizadas nos encontros que a antecederam demonstram uma preocupação em torno de aprender sobre ciências e o desenvolvimento de uma visão sobre ela que considera seu desenvolvimento histórico e o contexto social, político e econômico, assim como apontada na revisão bibliográfica de Strieder e Watanabe (2018) sobre atividades investigativas.

Analisa-se também que neste encontro houve uma participação reduzida dos estudantes, as falas dos estudantes centrou-se nas correlações entre o que estava sendo apresentado pelo professor, o que foi estudado nas outras aulas e os conhecimentos dos estudantes sobre fotografia que têm forte correlação com os estudos dos estudantes em outras disciplinas ministradas no curso ofertado pela instituição.

Neste sentido, há a necessidade de buscar uma estratégia para promover uma participação mais ativa dos estudantes. Para tanto, visualiza-se como possibilidade a identificação e formulação de uma Questão Sociocientífica (QSC) de modo a promover interações discursivas a evidenciar contradições históricas e atuais em relação a autoria do inventos e contribuições correlatas a fotografia e em torno das relações que envolvem aspectos econômicos, políticos e culturais.

Segundo Santos e Mallmann (2024) as QSC são amplamente articuladas aos estudos das relações entre ciência, tecnologia e sociedade e podem ser utilizadas para colocar em análise questões que se situam na fronteira do conhecimento científico. Tais problemas exigem discussões que envolvem questões éticas, morais e jurídicas, além disso as QSC contribuem para evidenciar as contradições presentes na sociedade e que envolve a ciência. Assim, entende-se ser pertinente a utilização de uma QSC para discussões engendradas nesta aula de modo a contribuir de forma mais efetiva para a participação ativa dos estudantes e para sua formação crítica.

VII. CONCLUSÃO

Em primeiro lugar, aponta-se para os resultados obtidos a partir da análise das interações discursivas estabelecidas ao longo das aulas e das atividades investigativas. Considera-se que o planejamento das problemas guiando-se pelos indicadores da Alfabetização foi um importante mediador para ações que envolveram a apropriação dos conteúdos. Neste sentido, foi possível perceber que ao longo da atividade os estudantes se inseriram em processos de desenvolvimento das habilidades explicativas e argumentativas, habilidade correlatas à Alfabetização Científica. Foi possível evidenciar relações entre a apropriação dos conteúdos e o desenvolvimento destas habilidades e que estas se inserem em um movimento em direção a percepção da realidade de forma catártica.

A articulação entre os eixos estruturantes da Alfabetização Científica à concepção de ciências externalista contribuíram para tratar os conhecimentos científicos e a prática social em suas múltiplas dimensões. As comunicações dos estudantes e as respostas dos questionários evidenciaram que as aulas conseguiram que aspectos científicos, sociais, econômicos, políticos, éticos e artísticos da prática social emergissem ao longo do processo educacional. Entretanto, a articulação entre estes aspectos e a visão dos estudantes acerca dela se manteve sincrética indicando a necessidade de retornos aos ciclos da PHC para estabelecer as mediações necessárias para a superação da visão caótica do real.

Tratar o desenvolvimento da fotografia e dos conhecimentos científicos demonstrou férteis correlações com a ciência e tecnologia para alcançar uma perspectiva do desenvolvimento científico e tecnológico como construção social e histórica e evidenciar determinantes econômicos e políticos deste processo. Além disso, o tema possibilitou a apropriação de conhecimento científico e evidenciou relevantes elementos da prática social em que os estudantes estão inseridos.

O trabalho de Dall'olio (2025) trás uma leitura relevante para tratar as relações da fotografia com a ciência. Este tange questões como materialidade, objetividade e subjetividade e relações sociais e filosóficas quanto ao conceito de imagem e objeto.

Em determinado sentido Dall'olio (2025) aponta que a materialidade na fotografia está associada às tecnologias empregadas no processo fotográfico, que envolvem técnica, tecnologia e ciências, e as relações sociais mediadas pela fotografia (Sontag, 1977 apud Dall'olio, 2025). Tais relações envolvem a capacidade democrática e o caráter manipulador associados à fotografia (Freund, 1980 apud Dall'olio, 2025).

Um novo olhar para a continuidade deste plano didático, quanto às relações entre fotografia, ciência e relações sociais, parece suscitar uma incursão nas contradições entre

objetividade e subjetividade e entre imagem e objeto.

Um desafio central percebido no processo de pesquisa está relacionado à capacidade de manter o caráter dialético da PHC no planejamento didático, na prática educacional e na pesquisa. O desenvolvimento desta pesquisa demonstrou a importância deste aspecto da PHC para que se alcance os objetivos educacionais de alcançar uma perspectiva da realidade em seu movimento, totalidade e contradições. Além disso, este desafio se estende à pesquisa, em como analisar a prática educacional fundamentada na PHC.

Considera-se que o plano não foi eficaz na identificação e retomada à prática social, este aspecto interfere diretamente no processo conduzido ao longo das aplicações. Uma possível forma de melhorar a identificação da prática social é a partir de uma análise e produção de uma síntese de cada aula e antes de realizar a aula seguinte. Considera-se que tal síntese pode ajudar o professor a visualizar as lacunas na identificação da prática social, na problematização, na instrumentalização, fazer diagnósticos sobre o alcance da catarse e orientar sucessivos retornos à prática social de modo a orientar ações para sua transformação. Além do disposto é necessário considerar a necessidade de recursividade entre os momentos da PHC ao longo da execução do plano de modo a contribuir para o alcance da dialeticidade do processo e a superação da visão sincrética do real.

Considera-se que a relevância deste trabalho está na tentativa de aproximação do ensino de física a uma perspectiva crítica de educação. Entende-se que este é um movimento necessário ao campo de ensino de física na atualidade, em que desigualdades educacionais encontram-se em amplificações sucessivas, engendradas no movimento de desvalorização da educação, da ciência e dos profissionais destas áreas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 13, p. 121-138, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172013130109>. Acesso em: 01 mar. 2025
- BUNGE, M. *Ciência e Desenvolvimento*. Belo Horizonte; São Paulo: Editora Itatiaia; Editora da Universidade de São Paulo, 1980.
- CHIZZOTTI, A. *Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais*. São Paulo: Vozes, 2006.
- DALL'OLIO, Rafael Luis dos Santos. O desenvolvimento da fotografia como um instrumento científico no século XIX. *Khronos*, São Paulo, Brasil, n. 18, p. 1-28, 2025. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/khronos/article/view/230897>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- EDER, Josef Maria. *History of Photography*. Trans. Edward Epstean. New York: Dover, 1945
- FRIZOT, Michel. Os continentes primitivos da fotografia. *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, Brasília, n. 27, p. 37-43, 1998. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/RevPat27.pdf> Acesso em: 10 nov. 2024.
- GASPARIN, João Luiz. *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica*. 3ª Ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2020.
- GRF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física*

2: Física Térmica/ Óptica. 5. ed. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2015. KOSSOY, Boris. Fotografia e História. 3ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial. 2001 KOSSOY, Boris. Realidade e Ficção na Trama Fotográfica. 3ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial. 2002 MARTINS, Roberto de Andrade. Ensaio sobre História e Filosofia das Ciências I. Extrema: Quamcumque Editum, 2021. MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci. Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências. 2. ed. Maringá: Gráfica e Editora Massini, 2023. E-book MASSI, Luciana; SOUZA, Bruno Novais de; SGARBOSA, Evilin Caroline; COLTURATO, Adriel Rodrigo. Incorporação da Pedagogia Histórico-Crítica na Educação em Ciências: Uma Análise Crítica Dialética de uma Revisão Bibliográfica Sistemática. Investigações em Ensino de Ciências, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 212–255, 2019. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1378>. Acesso em: 10 de dez. 2024 SANTOS, César Sátiro. Ensino de Ciências: Abordagem Histórico-Crítica. 2ª Ed. Campinas: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2012 SANTOS, Paulo Gabriel Franco; MALLMANN, Gabriel; SOUZA, Rodrigo Diego. Notas para um debate materialista histórico e dialético das questões sociocientíficas: da controvérsia à contradição. ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec., v. 17, p. 1-27, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e97207> Acesso em: 01 de mar. de 2025 SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. SASSERON, Lucia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. Alfabetização científica na prática: Inovando a forma de ensinar física. 1ª Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017. SAVIANI, Dermeval. Escola e Democracia. 32. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 1999 SILVA, Milene Dutra da. Ciência e arte na sala de aula: mediações possíveis entre arte urbana, Joseph Wright e o ensino de óptica geométrica. 2015. 154 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. SONTAG, Susan. Sobre fotografia. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2004. E-book SOUZA, Carlos Eduardo Rossati de ; NEVES, J. R. ; MURAMATSU, M . Fotografando com a câmara escura de orifício: a óptica e o processo fotográfico na sala de aula. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 6, p. 19-22, 2007. Disponível em: www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol08-Num2/v08n02a051.pdf . Acesso em: 07 abr. 2025. STRIEDER, Roseline Beatriz; WATANABE, Graciella. Atividades Investigativas na Educação Científica: Dimensões e Perspectivas em Diálogos com o ENCI. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 819–849, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4737> . Acesso em: 5 mar. 2025.