



Método para o ensino significativo de óptica por analogia a pedagogia histórico-crítica

Alcides Antônio Marmentini^{1*}, Ricardo de Sousa Costa²

¹Professor, Escola Estadual Senador Petrônio Portella/SEDUC-AM,

² Professor, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *alcidesmarmentini@hotmail.com

Recebido em: 01/04/2022

Aceito em: 17/07/2022

Publicado em: 07/09/2022

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.4.1-3>

RESUMO

A aprendizagem partindo de situações vivenciadas, pode propiciar para o ensino de física uma forma de aprendizagem mais significativa para o estudante, pois estabelecerá um vínculo com algo com que o estudante já tenha familiaridade, facilitando a construção do conhecimento e efetivando assim o processo ensino-aprendizagem. No contexto do presente estudo, teve como objetivo adaptar os cinco passos da pedagogia histórico-crítica, de Demerval Saviani, e a aprendizagem significativa de David Ausubel, ao ensino do conteúdo de óptica geométrica, refração e lentes delgadas, de forma multidisciplinar principalmente com conteúdo de química sobre efeito Tyndal, levando em consideração o conceito de aprendizagem significativa relacionando os conteúdos com experimentos práticos e de baixo custo, propondo a utilização de elementos que façam parte do cotidiano dos alunos. Para tal ação, foi empregado metodologia que leva em conta os passos da pedagogia histórico-crítica, que se inicia com a Prática Social Inicial, que são os conhecimentos prévios do aluno, a Problematização, que é levantar questionamentos e hipóteses para explicação da realidade e dos fenômenos, através de experimentos simples, em seguida é feito a instrumentalização, através de estudos em livros, sobre a parte teórica de física, a última parte da aula é a catarse, que se define com a exposição do conteúdo através de desenhos e resolução de exercícios e a Prática Social Final que é despertar no educando uma nova visão para os fenômenos físicos que envolva óptica geométrica para situações futuras.

Palavras-chave: Ensino de óptica geométrica. Pedagogia histórico-crítica. Experimentos didáticos.

Method for the meaningful teaching of optics by analogy to historical-critical pedagogy

ABSTRACT

Learning from experienced situations can provide physics teaching with a more meaningful way of learning, as it will establish a link with something they are already familiar with, facilitating the construction of knowledge and thus effecting the teaching-learning process. In the context of this study, it aimed to adapt the five steps of historical-critical pedagogy, by Demerval Saviani, and the meaningful learning of David Ausubel, to the teaching of geometric optics, refraction and thin lenses, in a multidisciplinary way, mainly with content of chemistry on the Tyndal effect, taking into account the concept of meaningful learning relating the contents with practical and low-cost experiments. Proposing the use of elements that are part of students' daily lives. For such action, a methodology was used that takes into account the steps of the historical-critical pedagogy, which begins with the Initial Social Practice, which is the student's prior knowledge, the Problematization, which is to raise questions and hypotheses to explain reality and of the phenomena, through simple experiments, after the Instrumentalization is done, through studies in books, on the theoretical part of physics, the last part of the class is the Catharsis, which is defined with the exposure of the content through drawings and resolution of exercises and the Final Social Practice, which is to awaken in the student a new vision for physical phenomena involving geometric optics for future situations.

Keywords: Teaching geometric optics. Historical-critical pedagogy. Didactic experiments.

INTRODUÇÃO

Frequentemente os professores ouvem os alunos perguntar, “porque vou estudar esse conteúdo da disciplina de Física”, “onde eu vou utilizar esse conteúdo da disciplina de Física”. Tendo uma visão que os conteúdos são desconexos da sua realidade, não trazem acréscimos para o seu dia a dia, eles apenas estão estudando equações e algo que não faz parte diretamente da sua realidade. Para que ele deve estudar aquilo? Qual é o significado no seu dia a dia? Qual o significado na sua vida? Para que que ele realmente deve estudar física? Muitos não compreendem os fenômenos físicos do seu próprio cotidiano e muitas vezes, não sabe identificar a onde estes fenômenos são utilizados. Em nosso dia a dia existe física em quase tudo, desde andar de bicicleta, andar no carro, se deslocar da casa até a escola, a luz do Sol que nos ilumina, basicamente tudo o que nos rodeia. A física está presente no dia a dia de todos, apenas temos que aprender a ter um olhar mais apurado entendendo os conceitos físicos a nossa volta. Segundo o PCN + Ensino Médio – Física:

A física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (BRASIL, 2006, p. 02)

Algumas metodologias utilizadas em sala de aula ou pelo professor tem pouco a ver com a realidade do aluno, temos muitas teorias da educação, mas algumas não abrangem de forma completa o ensino, algumas falam apenas de como o aluno aprende, outra de alguns métodos para introduzir aprendizagem por exemplo.

Portanto, há uma necessidade de estabelecer novas metodologias para que o ensino de física de forma interdisciplinar, que assegurem a função social e política da escola, através de trabalho com conhecimentos sistematizados, a fim de colocar as classes populares em condições efetivas de participação nas lutas sociais. Entende-se que não basta formar o sujeito técnico, especialista em determinado conteúdo ou serviço, temos que desenvolver o conhecimento científico, para que o mesmo não sirva apenas para um vestibular ou uma prova. Que esse conhecimento científico possa, também, ser aplicado no dia-a-dia, propiciando o entendimento dos fenômenos da natureza. Ou seja, no simples fato de levantar um peso, tirar uma fotografia e observar um copo de água. Entendendo como os fenômenos da natureza que são estudados pela disciplina de Física podem ser aplicados no cotidiano. Segundo os PCN+ (BRASIL, 2006), ato de construir uma visão

física voltada para a formação do cidadão contemporâneo, atuante, solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade de conhecimento da física, deixar constituir-se em um objetivo em si mesmo, mas passar a ser compreendido como um instrumento para compreensão do mundo. É neste contexto que se insere este trabalho.

A proposta da pedagogia histórico-crítica, detém o ensino centrado na prática social, levando em conta, o professor e aluno, como agentes do ensino, valorizando o diálogo com a cultura historicamente adquirida, levando em conta o ritmo de desenvolvimento psicológico e de aprendizagem dos alunos, sem deixar de lado a “sistematização lógica dos conhecimentos e a sua ordenação e gradação para efeitos de processo de transmissão e assimilação dos conteúdos cognitivos” (SAVIANI; DEMERVAL, 2003, p. 69)

Essa abordagem histórico-crítica, de Saviani, será utilizada como base para a metodologia desse trabalho. Esse método, visa a transformação do caráter social do aluno em relação a interpretação da realidade, a visão de mundo, a práxis e a organização dos homens em sociedades para produção de transformação da vida. Tendo sua psicologia embasada na teoria histórico-cultural de Vygotsky (2000), onde o homem é compreendido como um ser histórico, construído através das suas relações com o mundo natural e social, capaz de transformar a natureza através do seu trabalho e instrumentos criados e aperfeiçoados ao longo do desenvolvimento histórico humano.

A pedagogia histórico-crítica, tem como base cinco passos para aprendizagem: Prática Social Inicial do Conteúdo, Problematização, Instrumentalização, Catarse e Prática Social Final do Conteúdo, indo do conhecimento prévio do aluno até o retorno dele a sociedade, com conhecimento e aprendizagem suficiente para resolver e entender os seus problemas e situações diárias, sendo que essas práticas para aprendizagem foram adaptadas da pedagogia para uma didática, por Gasparin, (2013).

A prática social do conteúdo, parte das práticas cotidianas do aluno, onde já tem alguns conhecimentos de vivência, pois o mundo a sua volta já lhe proporcionou muitas experiências que ele já traz consigo para sala de aula, podemos usar isso como subsunçores para aprendizagem, como podemos observar em Gasparin:

Uma das formas para motivar os alunos reconhecer sua prática social imediata a respeito do conteúdo curricular proposto. Como também ouvi-los sobre a prática social Inicial mediata, aquela prática que não depende diretamente do indivíduo, e sim das relações sociais como um todo. Conhecer suas dimensões

do conteúdo constitui uma forma básica de criar interesse por aprendizagem significativa do aluno é uma prática docente também significativa (GASPARIN, 2013, p. 13).

O aluno tem acumulado ao longo de sua vida muitas práticas, que podem ser utilizadas para o início de um processo de ensino-aprendizagem, essas práticas são muito importantes, pois elas já trazem a partir de suas vivências, algum conhecimento, conceitos, símbolos, valores, hábitos, atitudes, habilidades e produção de ideias, compartilhadas pela sociedade.

Segundo Saviani (2003) “o homem não se faz naturalmente ele não nasce sabendo ser homem, vale dizer que ele não nasce sabendo sentir pensar avaliar agir para saber pensar e sentir para saber querer agir ou avaliar é preciso aprender”. E como diz Moreira:

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual a nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. Ou seja, nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceitos subsunçores ou, simplesmente subsunçores (subsomers), existem na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 1982. p. 4).

A Prática Social de Saviani, que tem como base o conhecimento prévio do aluno, as práticas realizadas pelo aluno no seu dia a dia, o conhecimento adquirido durante a sua vida, objetos que ele já utiliza e fazem parte da sua prática social. Essa parte da teoria tem uma ligação com Ausubel, e considera que esses conceitos pré-existentes como subsunçores, são essenciais para a ancoragem de uma nova informação (MOREIRA, 1982). Algumas palavras ou sentidos de palavras que o aluno já utiliza, como imagem, lente, lupas, objeto, projeção, entre outras, podem servir como base, para ensino de óptica, esses subsunçores e as vivências do aluno podem ser problematizadas e servir de ancoragem para um novo. Note o que diz Moreira:

É importante reiterar que, a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2012, p. 2).

Segundo PCN + FÍSICA (BRASIL, 2006), tem-se que capacitar o aprendiz dando-lhe competências para perceber e lidar com fenômenos naturais presentes no seu cotidiano, tanto no momento presente, quanto num momento futuro, capacitando o

indivíduo, para que possa resolver suas situações diárias que envolvam conceitos físicos, transformando em um indivíduo autônomo e competente.

A problematização, portanto, é a fase em que o professor faz indagações, questionando quanto ao funcionamento, ou o que acontece com determinados objetos e fenômenos, encontrar problemas que eles possam ter vivenciado ou visualizado, possíveis soluções para esses problemas. Despertando assim, a curiosidade do aluno para que ele queira realmente aprender pelo menos aquilo que é sua necessidade básica ou a curiosidade de saber o que aconteceu em algumas experiências vivenciadas. Nota-se que Gasparin pondera:

A problematização tem como finalidade selecionar as principais interrogações levantadas na prática social a respeito de determinado conteúdo. Essas questões, em consonância com objetivo de ensino, orienta todo o trabalho a ser desenvolvido pelo professor e pelos alunos.

Essa frase consiste, na verdade, em solucionar e discutir problemas que têm a sua origem na prática social, [...]. São, portanto, grandes questões sociais, porém inseridas e especificadas no conteúdo da unidade que está sendo desenvolvida pelo professor (GASPARIN, 2013, p. 35).

Essa fase, também pode ser utilizada para fazer demonstrações de alguns fenômenos físicos, com objetos que o aluno tem contato, na sua prática social, como por exemplo, lâmpadas, lupa, recorde de vidro, apontadores a laser, espelhos, a interação da luz na água, glicerina, outros materiais e fundamentos que o aluno tem contato ou conhecimento.

A aprendizagem em sala de aula pode ser estimulada apresentando experimentos aos alunos, que comprovem a teoria e que permitam o desenvolvimento de uma visão crítica, o que proporciona um ganho na percepção física dos acontecimentos, podendo maximizar aprendizagem.

Esses experimentos servem como subsunçores, pois já fazem parte da vida diária do aluno, ou mesmo que não seja tão presente, o próprio experimento pode despertar no aluno, a vontade de saber como funciona ou por que determinado fenômeno acontece. Na etapa da problematização, é interessante estar questionando constantemente sobre os fenômenos, para que os alunos despertem a vontade de descobrir o funcionamento ou o que é responsável pela produção do fenômeno.

Não é bom que esses experimentos sejam de caráter laboratorial mais complexo, pois, raramente um aluno já teve contato com materiais de laboratório, principalmente nas escolas públicas, sabemos que na maioria das vezes as escolas não têm laboratório e

quando tem faltam insumos e equipamentos, e mesmo as escolas que tenham isso, não faz muito sentido na vida do aluno após ter aprendido. O que se aprende em sala de aula tem de ser algo que seja mais do que apenas para vestibulares, concursos ou provas elaboradas para alguns cargos, ou universidade, mas sim, que sirva para suas práticas diárias e futuros problemas ele possa encontrar na sua rotina e também compreender fenômenos naturais e artificiais que o rodeia.

A utilização de experimentos em sala de aula pode ser classificada como uma forma de aprendizagem ativa. O conceito de aprendizagem ativa é amplo e envolve basicamente técnicas de ensino não tradicionais e que normalmente utilizam tarefas curtas e objetivas, que juntas podem até constituir um projeto mais extenso. A aprendizagem ativa implica em um processo no qual os alunos estejam descobrindo, processando e aplicando informações e não apenas ouvindo o professor ou lendo slides projetados na sala de aula. As técnicas utilizadas num processo de aprendizagem ativa podem ser bastante diversificadas e é importante que tentem alcançar o maior número de alunos. Para tal é fundamental conhecer também o estilo de aprendizagem dos alunos, de forma a estabelecer uma conexão efetiva entre professor e alunos. (D'ANGELO; ZEMP, 2014).

Conforme Gasparin, a fase da instrumentalização acontece quando o educando e o conteúdo são postos em recíproca relação, tendo o professor como mediador nesse processo.

[...] realiza-se atos docentes e discentes necessários para construção do conhecimento científico. Os educandos e o educador agem no sentido da efetiva elaboração interpessoal da aprendizagem, através da apresentação sistemática do conteúdo por parte do professor e por meio da ação intencional dos alunos de se apropriarem desse conhecimento.

Os sujeitos aprendentes e o objeto da sua aprendizagem são postos em recíproca relação através da mediação do professor. É sempre uma relação e triádica, marcada pelas determinações sociais e individuais que caracterizam o aluno o professor e o conteúdo.

Nenhum dos três elementos do processo pedagógico é neutro, todos são condicionados por aspectos subjetivos, objetivos, culturais, políticos, econômicos, de classe, do meio em que se encontram ou de onde provém (GASPARIN, 2013, p. 49).

Uma parceria entre aluno e o professor pela busca do conhecimento, é proposto ao professor fornecer as teorias necessárias para o estudo dos problemas, e os educandos possam pesquisar para demonstrar os problemas levantados na fase da problematização, demonstrando a parte teórica dando instrumentos para que os alunos possam produzir um novo conceito.

A instrumentalização pode ocorrer juntamente ou posterior ao experimento, após ter indagado, problematizado, demonstra-se o conteúdo que deve ser aprendido, esse conteúdo e o aluno são postos em recíproca relação, tendo o professor apenas como

mediador, esse é o momento em que o professor passa todo o conteúdo a ser pesquisado, demonstrando como a física tem a ver com os fenômenos apresentados nos experimentos, podendo utilizar os próprios experimentos para fazer cálculos, demonstrações, elaborar exercícios. Nesta fase os educandos podem estar praticando diretamente com os objetos, experimentos demonstrados e explicando cada acontecimento diretamente de maneira física ou elaborando cálculos demonstrativos, transformando assim, em uma aprendizagem prazerosa divertida atraindo atenção do aluno para o conteúdo a ser explicado.

Segundo Vigotski, (2000) essa é a parte da construção do conhecimento científico, aproveitando a fase em que os alunos estão propensos a aprendizagem. Aprendizagem é natural, pois os seres humanos aprendem em todos os momentos, em cada vivência que se passa ou por observar outros indivíduos, sempre estando propenso a ter uma aprendizagem, e neste contexto a aprendizagem escolar faz parte desse conceito de aprender.

[...] o desenvolvimento dos conceitos científicos na mente da criança-alvo do processo de ensino escolar em nada difere essencialmente do desenvolvimento de todos os demais conceitos que se formam no processo da experiência propriamente dita da criança; conseqüentemente, a própria delimitação de ambos os processos é inconsistente (VIGOTSKI, 2000, p. 251).

Ao instrumentalizar os conceitos pré-existentes no aluno, tende-se uma melhor fixação do conteúdo a ser aprendido, essa instrumentalização pode ser feita com transmissão direta de conteúdo, podendo ser utilizado os próprios experimentos como base para a visualização e ligação entre a parte teórica e a prática, sendo também interessante, na medida do possível, que o aluno se utilize de outros meios de adquirir conhecimento podendo ser em livros, revistas ou até mesmo na internet.

Essa fase, também prepara o aluno para que ele aprenda a buscar informações sobre situações que possa se deparar no futuro, pois o objetivo também é ensinar o aluno, aprender a aprender.

Aluno marca sua nova posição em relação prática social inicial, sintetizando o conteúdo aprendido, com sua prática social marcando sua nova posição na construção do todo social.

Segundo Saviani, a fase da catarse se caracteriza como:

Adquirido os instrumentos básicos ainda que parcialmente é chegado o momento da expressão elaborada de entendimento da prática social que se

acendeu [...] trata-se da efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação. (SAVIANI, 2003 p. 72).

Saviani tinha uma visão política da educação, pois essa servia como instrumento de libertação do povo oprimido. No contexto das décadas de 1970 e 1980 o Brasil passava por um regime militar, onde, quem se opunha a ele era veemente reprimido, portanto, a educação seria uma porta para que o povo se levantasse, instrumentalizar-se com um conhecimento adequado e pudesse mudar a situação, mas no contexto didático a Catarse é a exteriorização, o pôr para fora todo o conhecimento adquirido, externar, mudar a sua realidade, o seu conhecimento, a sua maneira de pensar, e com isso, mudar para a sua prática social final, onde, ele terá uma nova visão sobre a prática social inicial, observando seu cotidiano de uma forma diferenciada.

Nesse momento, os alunos podem expressar o que foi problematizado no início, de uma forma a comparar com o objeto da instrumentalização. Percebendo uma nova maneira de ver a sua prática social, podendo produzir trabalhos, experimentos, elaboração de exercícios ou até mesmo expressando oralmente, pois a aprendizagem e avaliação são contínuas, o professor pode estar avaliando o que cada aluno aprendeu, através do seu contato com as experiências e trabalhos produzidos por eles.

Toda parte de problematização, instrumentalização, e catarse, resultam em um indivíduo que retorna a sua vivência com uma nova visão de mundo, dos acontecimentos e fenômenos do seu dia a dia. Tendo uma percepção mais científica esta abordagem permite modificar a forma como o aluno encara os problemas ao seu redor e o próprio futuro.

A prática social final é a nova maneira de compreender a realidade e de posicionar-se nela, não apenas em relação ao fenômeno, mas a essência do real, do concreto. É a manifestação da nova postura prática, da nova atitude, da nova visão do conteúdo do cotidiano. É, ao mesmo tempo, o momento da ação consciente, na Perspectiva da transformação social, retornando à prática social inicial, agora modificada pela aprendizagem (GASPARIN, 2013, p. 143).

Essa é parte da essência do ensino, pois forma-se os indivíduos para a sociedade, tornando-os novos agentes, mudando a sua prática pré-existente para uma prática mais elaborada e científica, dando uma visão de mundo mais completa. Esses indivíduos podem mudar a sua realidade e a realidade a sua volta, pois deixam de ver o mundo apenas a partir de sua vivência, mas também com olhar científico sobre os objetos do seu cotidiano, fazendo com que se comporte de forma diferente diante de situações, que antes

de passar pelo ensino e adquirir conhecimento científico, não dava muita importância. No caso do ensino de óptica, vai poder ter uma visão diferenciada, identificando os tipos de lentes nos óculos, o porquê um Datashow projeta imagem, onde se localiza um objeto no fundo de uma piscina e outros fenômenos envolvendo a luz em nosso dia a dia.

As aulas foram ministradas nas três turmas do 3^o ano do Ensino Médio utilizando a mesma metodologia, levando em consideração algumas situações problemas que possam ter sido vivenciadas de forma diferentes pelos alunos. Buscando igualar essas experiências utilizou-se os mesmos experimentos.

O trabalho, visa buscar uma interação entre as características epistemológicas e didáticas para o ensino de física, propondo uma metodologia capaz de desmistificar a tarefa do docente buscando uma forma de interação entre a teoria e a práxis, fazendo uma alusão pedagógica histórico-crítica, adaptado do livro de Joao Luiz Gasparin (2013), “Uma Didática Para a Pedagogia Histórico-Crítica”, intercalando com outros métodos, utilizando uma parte de metodologias ativas e conceitos da aprendizagem significativa de David Ausubel (1982). Foram utilizados na problematização e introdução do conteúdo experimentos práticos utilizados na vivência social do educando. Tendo como enfoque o ensino de física no contexto do conteúdo de óptica, no segundo ano do ensino médio, bem como buscar uma metodologia de ensino capaz de dar aos conteúdos de física melhor compreensão, a partir de uma discussão contextualizada, prática e interdisciplinar, buscando a transformação do cotidiano do aluno, no que diz respeito sua vivência diária, dando uma visão mais consciente e humana.

METODOLOGIA

Planejamento I: Refração da luz

Na primeira parte da aula, explicou-se os procedimentos da execução da pesquisa para os alunos, demonstrando a importância das pesquisas e a necessidade de mudar o método de ensino tradicional e tecnicista que ainda existem nas escolas, e a necessidade de da formação para a sua prática social e resolução e entendimento de situações simples que existem em seu cotidiano.

A segunda parte da aula inicia com a investigação da prática social inicial em uma conversa com os alunos sobre o conhecimento existente por parte dos alunos, de alguns fenômenos sobre refração da luz e identificando objetos que tem essas propriedades

como, Datashow, óculos, binóculos, copos com água, câmera fotográfica, vidro de uma janela ou porta e outros materiais que provoquem o desvio da luz e modifiquem a imagem.

Após a conversa, demonstrou-se alguns dos fenômenos que fazem parte do dia a dia dos alunos, como a inversão de uma imagem colocada passada por traz de um copo d'água transparente (ver figura 1), que já pode ter sido presenciada pelos alunos, indagando o que poderia ser a causa daquele efeito visual sofrido pela imagem. Um canudo que aparenta estar quebrado quando introduzido no copo com água (ver figura 2), em que o aluno provavelmente já tenha percebido um canudo ou colher que tenha esse efeito, indagando se os alunos já presenciaram alguns fenômenos ocorridos pela refração da luz.

Figura 1 - Copo com água e uma seta atrás

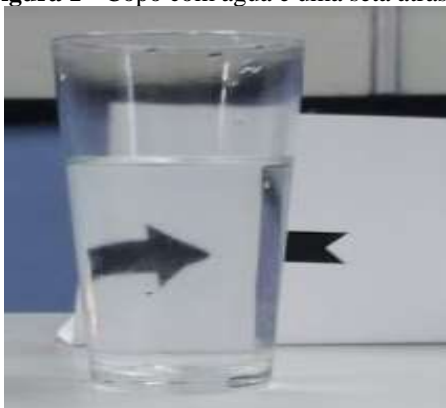


Figura 2 - Copo com água e canudo.

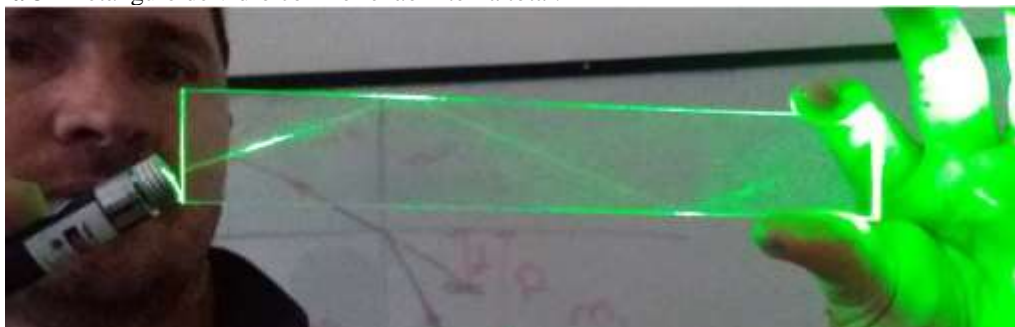


Fonte: próprio autor

Na terceira parte da aula inicia-se a problematização, utilizando-se de alguns experimentos simples para demonstrar o índice de refração como por exemplo: um copo com glicerina, e um retângulo de vidro plano de 4mm de espessura, 20cm de comprimento e 3cm de largura, introduzindo o vidro na glicerina demonstrando que o vidro acaba por “desaparecer” dentro da glicerina, pois o índice de refração da glicerina e do vidro são muito próximos. Demonstrando o desvio ocorrido por uma luz de laser, quando atinge a água e num quadrado de vidro de aproximadamente 6 mm de espessura e 10cm² de área, mostrando que a luz pode se desviar quando atingir determinados objetos. Outra maneira de demonstrar é, utilizando o mesmo quadrado de vidro e fazendo com que os alunos olhem, pela sua linha da espessura, objetos do outro lado do vidro, vendo assim, que eles mudam a sua posição dependendo do ângulo que se observa. Demonstrando também a refração que acontece na passagem da luz pela água, demonstrado através de um copo com

água que foi adicionado açúcar, para aumentar as partículas do material facilitando a visualização do trajeto da luz pelo efeito Tyndall, onde há espalhamento da luz pelas partículas do material. Podendo demonstrar a reflexão total (ao atingir-se o ângulo limite) com um retângulo de vidro, dependendo do ângulo, a luz reflete totalmente seguindo em zig-zag por dentro do vidro (ver figura 3), demonstrando o efeito realizado pela fibra óptica e a transferência de informações através da luz. Juntamente, sempre indagando os alunos, como pode acontecer, o porquê que a luz está desviando. Levando o aluno a despertar a curiosidade em aprender o conteúdo e desvendar o mistério que está acontecendo nesse processo. Assim, realizando a etapa da problematização ancorada na prática social de alguns fenômenos que acontecem no cotidiano dos alunos criando subsunçores para introdução de novos conhecimentos.

Figura 3 - Retângulo de vidro com reflexão interna total.



Fonte: próprio autor

A quarta parte da aula, fez-se instrumentalização através da introdução e demonstração do conteúdo da Lei da Refração, que explica os ângulos de refração a ser estudado, sendo o índice de refração sempre fazendo relação com a experimentação e utilizando os experimentos para demonstrar e desenhar no quadro ou no caderno (ver figura 4). Deixando os alunos manipularem os experimentos observando de perto os fenômenos, sendo o momento que se desperta a curiosidade, problematizando cada parte e indagando as possíveis causas, reproduzindo em forma de desenho nos seus cadernos, como mostra a figura 4, demonstrando o que ocorreu em cada uma das experiências, identificando os ângulos de incidência e refração, e através destes ângulos encontrar o índice de refração. Observando também que ao sair do vidro o ângulo refletido é igual ao ângulo de incidência. Também foi coletado a trajetória da luz no copo com água,

observando duas trajetórias diferentes. Também foi coletado a trajetória da luz no copo com água, observando duas trajetórias diferentes.

Figura 4 – Utilizando o experimento para desenhar no quadro.



Fonte: próprio autor

A quinta etapa, que é Catarse os alunos fizeram a exposição do que aprenderam, onde cada aluno demonstrou o que aprendeu sobre o conteúdo, através da elaboração de questões sobre os experimentos apresentados, questões sobre situações vivenciadas, expondo os desenhos realizados, e os cálculos elaborados, repassando para outros alunos responderem e assim os alunos dispõem de um aprendizado prático por meio da interação com outros estudantes.

Os alunos desenharam a trajetória da luz pelo vidro, identificando os ângulos de incidência e de refração, que foram utilizados para determinar o índice de refração do vidro utilizado. Isso foi feito com o desvio sofrido pela luz no copo, coletando dados para realizarem os cálculos.

Já a prática social final, sexta e última etapa, não se dá exatamente na sala de aula, e sim, uma nova visão sobre o conteúdo aprendido, em sua prática do dia a dia, assim quando o aluno se deparar com determinado fenômeno que envolva refração da luz, ele poderá identificar e saberá o que está acontecendo por uma visão científica, levando assim, para sua vida além de um conhecimento para vestibulares e ENEM, também conhecimento científico para compreender situações de problemas do seu cotidiano.

Planejamento II: Lentes delgadas

A primeira parte da aula começa na prática social inicial, com uma conversa com os alunos partindo do princípio que, os alunos têm conhecimento do Datashow, que professor utiliza para projeção de slides ou de vídeos em sala de aula, também que alguns

alunos utilizam óculos, e que às vezes, quando ele olha no fundo de um copo com água, os objetos aparentam ser menores do que realmente são, e que muitos alunos têm conhecimento da utilização de lupas. Assim foram discutidas algumas experiências vivenciadas pelos alunos.

Na segunda parte, a problematização, começou-se desligando as luzes da sala, que deve ficar levemente escura, com auxílio de cortinas ou papel nas janelas, utilizando uma lupa e um celular com brilho no máximo, foi feita a projeção da imagem de um celular numa lupa projetando a imagem resultante na parede e no teto da sala, demonstrando assim que as imagens podem ser projetadas. Foi utilizado também, uma lâmpada com uma extensão e a lupa demonstrando sua projeção na parede. Utilizou-se a lâmpada posicionada na posição maior que $2f$ (foco), produzindo assim uma imagem menor que o lâmpada, posicionou-se entre f e $2f$ produzindo uma imagem maior que a lâmpada (ver figura 5).

Figura 5 - Projeção da imagem da lâmpada maior.



Fonte: próprio autor

Após a demonstração, os alunos puderam manusear a lupa observando objetos próximos e distantes, e verificando as várias imagens produzidas pela lupa, em posições diferentes. Sempre estimulando os alunos a observarem objetos próximos e distantes. Também utilizaram para a projeção de imagens utilizando seus celulares, projetando no teto e na parede.

Todos os alunos já tinham visto o Datashow em sala de aula e tinham conhecimento de que ele projetava a imagem, mas quando foram questionados de como ocorria a projeção nenhum aluno tinha conhecimento, de como se dava a projeção. Alguns equipamentos podem ser difíceis de encontrar, como a lente divergente, tem a possibilidade de se mandar fabricar uma lente em uma óptica, que não custa muito caro,

mas também pode ser utilizado um copo de vidro em que o fundo seja côncavo e transparente para ser utilizado como uma lente convergente.

Com a lente divergente, primeiramente foi passado o copo para os alunos manusearem e observarem as imagens formadas por ele, tanto de objetos próximos como de objetos distante, eles puderam ter contato direto com a lente observando as imagens formadas pela lente, sendo que muitos já tinham percebido em algumas situações que esse fenômeno acontecia, ao serem indagados se sabiam as causas do fenômeno, relataram não ter conhecimento acerca do fenômeno.

Depois dos alunos manusearem o copo e a lupa, foi feita a demonstração da trajetória da luz pelas lentes, utilizando um laser, a lupa, o copo e um desodorante aerossol e também aromatizador de ambiente aerossol (ver figuras 6 e 7). Com o auxílio dos estudantes, foi borrifado o desodorante e/ou aromatizador no ar para visualizar o trajeto que o laser percorreria, pois, as partículas do aerossol provocam o espalhamento da luz por efeito Tyndall, melhorando a visualização da luz e ao atravessar pela lupa, observa-se o desvio do raio refratado ao passar pela lente.

Figura 6 - Visualização da trajetória da luz em lente convergente.



Fonte: próprio autor

Figura 7 - Visualização da trajetória da luz em lente divergente.



Fonte: próprio autor

Da mesma maneira que foi utilizado a lupa, foi utilizado o copo fazendo comparações da trajetória da luz, demonstrando que na lupa os raios convergem e no copo divergem. Os alunos sempre que tinham curiosidade em manusear os experimentos, tirando suas dúvidas e observando de perto os fenômenos.

Com utilização de uma lâmpada, sendo a mesma o objeto que forma a imagem, e uma régua demonstrou-se as diferentes posições da projeção de uma imagem, tanto de uma imagem ampliada, quanto de uma reduzida. Os alunos puderam perceber o motivo de fazer na lente do Datashow, para melhorar a qualidade da imagem projetada na parede ou no quadro da sala de aula.

Os alunos utilizaram o conjunto: régua de um metro, lâmpada e lupa, para coletar dados das medidas de distância do objeto até a lente e da lente até a imagem, para imagem

reduzida. Foram medidos os dados também do tamanho da lâmpada e da imagem, para posteriormente realizar cálculos: foco, centro de curvatura da lente e distâncias. Manuseando e projetando a imagem ampliada, fazendo a coleta de dados das distâncias e das dimensões da imagem ampliada e reduzida da lâmpada para efeitos de utilização em cálculos posteriores. Durante a aula, algumas turmas tiveram a oportunidade de aproveitar o dia ensolarado e saíram da sala para manusear as lupas, utilizando a concentração dos raios solares para tentar queimar objetos como pequenos pedaços de papel e grama seca, colocadas em cima da calçada, um aluno gravou a letra inicial em uma régua de madeira utilizando a lupa como pirogravo. Foram coletados dados das distâncias focais das lentes, ao focalizar a luz solar em determinados objetos.

Durante toda parte da demonstração, é importante estar sempre problematizando, indagando os alunos do que causa o fenômeno, porque do desvio da luz, porque quando ela passa por determinados objetos ela muda sua direção, o que explicaria mudar a posição ou ângulo de incidência também mudaria ângulo de reflexão, levando em conta algumas situações vivenciadas pelos alunos. Na aula surgiram indagações diferentes, cada aluno já vivenciou coisas diferentes, assim a aula se tornou dinâmica. O professor tem de estar atento, sabendo aproveitar cada uma delas, pois em algumas salas são muitas as curiosidades que podem ser respondidas, e que pode mudar a percepção sobre os fenômenos físicos envolvidos no cotidiano.

Após as demonstrações, foi feita a instrumentalização através da introdução e demonstração do conteúdo de refração da luz, que explica o funcionamento das lentes e equipamentos que a utilizam, utilizando os experimentos como base para as explicações, deixando os alunos tirarem suas conclusões sobre os fenômenos apresentados, dando exemplos de como cada um daqueles fenômenos aconteceu, a maneira física de resolver essas situações e o porquê elas acontecem.

Na última parte da aula que é a parte da catarse, os alunos manusearam os experimentos desenhando em folhas de papel A4 ou no caderno utilizando os experimentos projetando a luz pela lupa marcando a trajetória da luz e com auxílio de uma régua traçaram o caminho percorrido por ela coletando as medidas.

Após a coleta de dados pelos alunos, que foram divididos em grupos com quatro alunos, eles encontraram os ângulos determinando o ponto focal, formulando questões e resolvendo no quadro e no caderno. Utilizando da régua de 1 m foi projetado a imagem da lâmpada através da lente medindo suas distâncias, tamanho do objeto e da imagem,

também a distância do objeto até a lupa e da lupa até a parede, utilizando posições diferentes do objeto e da lupa. O objeto foi colocado na posição maior que $2f$ produzindo uma imagem menor que o objeto. Posicionando o objeto entre f e $2f$ produzindo uma imagem maior que o objeto.

Para determinar o ponto focal, foi feita uma comparação utilizando as medidas coletadas no sol, o desenho obtido pela projeção da luz pela lente, e os cálculos realizados pelos dados da projeção de imagens com a lâmpada entre f e $2f$.

Através dos cálculos realizados, obtiveram-se resultados aproximados com o medido, lembrando os alunos que, durante a coleta das medidas não se teve grande precisão, pois os equipamentos não tinham grandes resoluções e o diâmetro da lâmpada influenciava na focalização, mesmo assim os resultados foram bem próximos. Os alunos conseguiram diferenciar com clareza o objeto da imagem, pois objeto é real (físico) e a imagem não.

Para a imagem reduzida também se realizou cálculos, para se obter o tamanho da imagem com a lâmpada posicionada em uma distância maior que $2f$, partindo dos dados coletados, encontrou-se um resultado bem aproximado do obtido por medição, também levando em conta a imprecisão das medidas. Os alunos realizaram os cálculos para identificação do foco da lente com a lâmpada posicionada entre f e $2f$, e os dados foram aproximados dos obtidos na medição feita com a lupa focalizando os raios solares. Realizando também o cálculo da distância focal, para efeito de comparação com a lâmpada posicionada a uma distância maior que $2f$, produzindo uma imagem reduzida, que ao comparar com os demais cálculos e a medição realizada pela focalização no sol, chegaram também a um resultado bem aproximado aos anteriores.

Os alunos fizeram várias experimentações, com várias distâncias e cada uma delas produzindo uma atividade e/ou exercícios que foi respondido por outros alunos, interagindo assim com os experimentos durante a aula podendo tirar suas próprias conclusões e respondendo algumas perguntas sobre projeção de imagem e de lentes dos óculos de alguns alunos, apenas pela observação.

Os alunos produziram um Datashow com uma lupa, uma caixa de sapato e o próprio celular deles (ver figura 8), perfurando um dos lados da caixa para encaixar a lupa e posicionando o celular com a luminosidade regulada no máximo, fechando a caixa e posicionando a uma distância que foi calculada por eles levando em conta a profundidade da caixa. Após as montagens os alunos escureceram a sala e fizeram projeções da imagem com o aparelho montado.

Figura 8 – Datashow de caixa de sapato.



Fonte: próprio autor

Na parte da prática social final, o aluno leva estas experiências vivenciadas nestas atividades para sua vida futura pois vão compreender os fenômenos da projeção de um Datashow, passaram a identificar apenas pela formação da imagem dos óculos se o mesmo é composto por uma lente convergente ou divergente, reconhecer as imagens formadas no fundo de um copo com água. Pois são situações que já fazem parte do cotidiano de alguns alunos, tendo assim um conhecimento mais aprofundado do que acontece a sua volta, mudando a percepção dos fenômenos em situações futuras, mesmo depois de ter passado algum tempo.

CONCLUSÃO

A proposta didática alcançou os resultados almejados, ao despertar o interesse do aluno para o aprendizado e realmente se ter aprendizagem significativa. Percebeu-se, por meio de observação e de forma quantitativa, a transformação na maneira em que os alunos passaram a observar os experimentos, demonstrando assim, que há possibilidade do uso de experimentos simples durante a aula, sem que isso tome um grande tempo do professor na preparação ou na execução do experimento, sem a necessidade de laboratórios modernos ou equipamentos avançados para o estudo de casos.

Demonstrou-se uma metodologia de ensino, que tem por base, passos específicos de uma abordagem metódica dos conteúdos, diferenciando-se das metodologias tradicionais desmotivante com apenas professor, quadro e livro, despertando assim um maior interesse do aluno pelo aprendizado.

Entende-se que o processo ensino-aprendizagem, leva em conta o contexto social onde o aluno está inserido, para assim tornar um aluno autônomo, solidário e competente,

não só nos conteúdos relacionados a vestibulares, fazendo com que possa utilizar a física no seu dia a dia e que faça a diferença no seu contexto social.

No contexto do ensino de física, os passos da pedagogia histórico-crítica, torna-se uma metodologia excelente para que os alunos compreendam o conteúdo, pois esses passos, quando adaptados no contexto do ensino-aprendizagem, facilitando a aprendizagem e transformando a sua maneira de ver o mundo físico.

Portanto, a utilização da pedagogia histórico-crítica juntamente com aprendizagem significativa e algumas metodologias ativas pela utilização da experimentação durante a aula, tem uma boa aceitação por parte dos alunos e muitos passaram a ter uma visão diferenciada dos fenômenos apresentados. A aula foi produtiva com uma grande participação dos alunos, que interagem a todo o momento, sempre indagando, muitas vezes ficando admirados com fenômenos apresentados, pois sabiam da existência de muitos fenômenos, mas não faziam ideia de como aquilo acontecia ou os princípios físicos por trás do fenômeno.

Tornando-se assim, um bom método de se utilizar durante as aulas de física, podendo também ser adaptado em outros conteúdos, pois essa metodologia tem como ser utilizada com praticamente todos os conteúdos de física que tem relação com o dia a dia do aluno.

Os experimentos foram criados a partir da observação de fenômenos cotidianos que tem relação com conteúdo, buscando sempre a forma mais barata e prática de se demonstrar, pois sabe-se que na maioria das escolas, não há recursos financeiros para obtenção de materiais, e muitas vezes é o próprio professor que tem que arcar com os custos dos experimentos para aula. Por isso, a utilização de materiais simples, que façam parte do cotidiano, tem grande vantagem pois, muitas vezes não necessitam ser comprados ou podem ser adquiridos com preços baixos ou até mesmo serem doados.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) polo UNIR/Ji-Paraná e ao Departamento de Física UNIR, Campus de Ji-Paraná (DEFIJI).

REFERÊNCIAS

D'ANGELO, J. V. H.; ZEMP, R. J. Experimentos em sala de aula para estimular a aprendizagem de conceitos fundamentais em cursos de engenharia: **Ensino Superior**, v. 5, n. 13, p. 6-17, 2014.
BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais PCN + Ensino Médio – FÍSICA**: Brasília: MEC, 2006.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir, Relatório para a Unesco da comissão Sobre Internacional Educação para o Século XXI**. Brasília, DF: MEC/UNESCO, 2010. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001095/109590por.pdf>. Acesso em 16 out.2021.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Espanha: Currículum La Laguna, 2012.

CARLOS, A. C. G. da C. **Pedagogia da presença: da solidão ao encontro**. Belo Horizonte: Modus Faciendi, 1997.

DE BONI, L. A. B. **Introdução Clássica à Química Geral**. Porto Alegre: Editora Tchê. 2007.

GASPARIN, J. L. **Uma Didática Para a Pedagogia Histórico-Crítica**: 5. ed. rev. Campinas: Autores Associados. 2013.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa, a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia: teoria da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação**. 36. ed. Revista, (polêmicas do nosso tempo, vol. 5.) Campinas: Autores Associados, 2003.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 8. ed. revisada e ampliada - Campinas: Autores Associados, 2003.

SHAW, D. J. **Introdução à química dos coloides e de superfícies; tradução**: São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1975.

VIGOTSKI, L. S. E. **1869-1934. A construção do pensamento e da linguagem** / L. S. Vigotski; tradução Paulo Bezerra: São Paulo: Martins Fontes, 2000.

SILVA, S. **Aprendizagem ativa ensino superior**, 15 de julho de 2013. Disponível em <http://www.revistaeducacao.com.br/aprendizagem-ativa/>. Acesso em: 05 nov. 2018.f