



ANÁLISE DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE LUZ E COR COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO DE ORDEM SUPERIOR

ANALYSIS OF A DIDACTIC SEQUENCE FOR THE TEACHING OF
LIGHT AND COLOR WITH A FOCUS ON THE DEVELOPMENT OF
HIGHER ORDER THINKING

JOSÉLIA MARGARIDA DE PAIVA BECHTLUFFT¹, PAULO HENRIQUE DIAS
MENEZES²

¹Colégio Tiradentes da PMMG - Juiz de Fora.

²Faculdade de Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora.

Resumo

Ensinar física sempre foi um desafio, principalmente quando se trata de alunos do Ensino Médio. Este artigo surgiu do questionamento de como transformar uma aula de física para alunos secundaristas numa atividade mais prazerosa, mais interativa e de fácil compreensão. Para isso, elaboramos uma sequência didática, baseada nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, para abordar o conteúdo de luz e cor. A sequência foi aplicada em uma turma do 2º ano do ensino médio a partir de duas questões norteadoras que inquiriam os alunos sobre o porquê de enxergarmos os objetos e suas cores. O estudo foi conduzido na forma de uma pesquisa-ação e a análise envolveu dados qualitativos, coletados por meio de questionários com questões fechadas e abertas, e observações realizadas em sala de aula. Os resultados indicam que houve uma apropriação significativa dos conteúdos de ensino por parte dos alunos e que também foram estimuladas habilidades que podem contribuir para o desenvolvimento do Pensamento de Ordem Superior, proposto por Mathew Lipman.

Palavras-chave: ensino de física. luz e cor, aprendizagem significativa crítica. pensamento de ordem superior.

Abstract

Teaching physics has always been a challenge, especially for high school students. This paper arises from the question of how to transform a physics class for high school students into a more enjoyable, more interactive and easy-to-understand activity. For this, we developed a didactic sequence, based on the principles of the Meaningful Learning Theory, to address the content of light and color. The sequence was applied to a 2nd year high school class based on two guiding questions that asked students about why we see objects and their colors. The study was conducted in the form of an action research and the analysis involved qualitative data, collected through questionnaires with closed and open questions, and observations carried out in the classroom. The results indicate that there was a significant learning of the teaching content by the students and that skills that can contribute to the development of Higher Order Thought, proposed by Mathew Lipman, were also stimulated.

Keywords: *physics teaching. light and color, critical meaningful learning. higher order thinking.*

I. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta a análise da aplicação de uma sequência didática, elaborada para explorar os conceitos de luz e cor, desenvolvida no âmbito do programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como proposta de introdução do conteúdo de ótica nas aulas de física do Ensino Médio (BECHTLUFFT, 2020).

Um dos desafios do ensino de física na Educação Básica é prover ao aluno a capacidade de compreender que esta ciência é muito mais do que uma sobreposição de fórmulas e de teorias. Consideramos que a compreensão dos fenômenos físicos fica mais fácil quando o estudante tem a oportunidade de experimentar, de forma prática e contextualizada, aquilo que é ensinado nos livros didáticos.

Para este estudo, escolhemos a ótica como tema norteador de uma proposta de ensino baseada nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2017) e na perspectiva do desenvolvimento do Pensamento de Ordem Superior proposto por Mathew Lipman (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018; SILVA FILHO et al., 2021), visando a uma compreensão mais adequada dos fenômenos que envolvem a relação entre luz e cor no ensino de física.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Medeiros e Lima (2017), o professor possui um importante papel, na perspectiva de um ensino problematizador, pois é ele quem irá propor as situações que deverão ser resolvidas pelos alunos, dando a estes uma maior liberdade para descobrirem novas possibilidades de ação, mesmo que ainda se configurem como meras especulações.

É buscando essa interação com o aluno, que se espera romper com o paradigma do ensino de física tradicional baseado na transmissão de conceitos e fórmulas, do certo e do errado que cerceia a capacidade exploratória, a curiosidade e a criatividade natural dos jovens. Daí a relevância da construção de um modelo alternativo de ensino que propicie aos alunos a liberdade de elaboração de hipóteses e de experimentações que, independentemente de sua validade, sirvam de estímulo pela busca por respostas originais para os problemas que lhes são apresentados. Entendemos que esse processo de busca colabora para o desenvolvimento cognitivo e social dos jovens, que estão sempre reorganizando as informações recebidas a partir de um repertório de conhecimentos construídos nas experiências e vivências do dia a dia. Para isso, é necessário que o estudante deixe de ser um mero espectador em sala de aula para assumir o papel de protagonista da sua aprendizagem.

Neste trabalho, nos amparamos na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2017), com o aporte da Teoria Educacional de Matthew Lipman, descrita por Silva Filho e Ferreira (2018) e Silva Filho et al. (2021), para propor uma sequência didática para o ensino dos conceitos de luz e cor, visando uma apreensão crítica desse conhecimento por parte dos estudantes.

Uma das críticas que se faz à Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel é o fato de ela ter sido construída há mais de 40 anos, e que se baseia em processos psicológicos abstratos, que não fazem conexão com a prática de sala de aula. Em resposta a esta crítica, Moreira (2017) propõe uma revisão dessa teoria, que ele passa a denominar de Aprendizagem Significativa Crítica, à qual deve possibilitar ao educando fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela.

Completando a visão anterior, Silva Filho e Ferreira (2018) e Silva Filho et al. (2021) observam que nessa perspectiva crítica de aprendizagem "o indivíduo torna-se participativo na construção do conhecimento na medida em que faz a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora e identifica as semelhanças e diferenças para reorganizar o novo conhecimento"(SILVA FILHO; FERREIRA, 2018, p. 110). Esse é o grande desafio que se coloca aos educadores: Como viabilizar uma perspectiva crítica de educação nos processos de ensino e de aprendizagem? Para superação desse desafio, Silva Filho e Ferreira (2018, p. 112) entendem que "as noções de aprendizagem significativa crítica de Moreira estabelecem uma conexão entre as ideias de David Ausubel e Teoria de Educação de Mathew Lipman".

De acordo com Cardona, Uva e Piscalho (2015, p. 253), a educação de base filosófica proposta por Lipman "permite, desde cedo, preparar as crianças e os/as jovens para uma participação competente na sociedade, sustentada na promoção e na valorização de um pensamento crítico, criativo e eticamente responsável".

Segundo Silva Filho e Ferreira (2018, p. 112), na teoria educacional de Lipman o pensar crítico "se relaciona mais imediatamente com nossa capacidade de julgar, ou seja, contribui com a solução de problemas, a tomada de decisões e a aprendizagem de novos conceitos". Contudo, o pensar crítico por si só não é capaz de atingir o que Lipman chama de Pensar Superior. Por isso, ele define outros dois tipos de pensar: o Criativo, que tem caráter assimilativo e manipulativo das sensações e invenções vivenciadas pelo indivíduo; e o Cuidadoso, que se antepõe às ações executadas e tem relação com os valores individuais que ajudam na construção do raciocínio. O somatório desses três modos de pensar: crítico, criativo e cuidadoso, forma o que Lipman define como Pensamento de Ordem Superior,

rico em conceitos, bem estruturado e de caráter investigativo, podendo ser, dessa forma, articulado à concepção de uma aprendizagem significativa (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018; SILVA FILHO et al., 2021).

Entendendo a educação como processo dialógico, cabe ao professor o papel de direcionar as ações dos estudantes, de tal forma que eles alcancem o Pensamento de Ordem Superior. Para isso, sua participação deve priorizar o que acontece dentro da comunidade de investigação, ou seja, àquilo que os alunos conseguem construir com base nos referenciais apresentados e nos conceitos que eles reestruturaram, a partir das atividades propostas, não cabendo ao professor intervenções de ordem subjetiva. De acordo com Silva Filho e Ferreira (2018, p. 114), nesse contexto, "o papel do professor é o de construir, na diacronia dialógica, os necessários organizadores prévios, em linguagem Ausubeliana".

A partir desse novo tipo de intervenção, é natural que se espere dos alunos níveis de interação e de envolvimento emocional maiores do que aqueles alcançados nas aulas expositivas tradicionais. A ação pedagógica, no contexto de uma aprendizagem reflexiva crítica, demanda a articulação de estratégias de capacitação dos alunos sem situações de confrontação de ideias, questionamentos e inconformidades diante dos fatos. A ampliação de sua visão de mundo e do universo de suas experiências deve ocorrer por meio de um processo dialógico-reflexivo.

Segundo Silva Filho e Ferreira (2018), para que esse processo dialógico aconteça de maneira eficaz, o conhecimento deve ser transformado de modo a adaptar-se aos objetos de ensino, num processo de transposição didática. Ainda segundo esses autores, em termos práticos, a transposição didática deve ser o resultado de duas convenções ordenadas do conhecimento:

- (a) a primeira deriva de uma reflexão mais abrangente, sobre que tipo de sujeito se deseja formar a partir de determinado saber e, para além disso, a partir de quais parâmetros e calçado em quais visões formativas se busca delinear um saber a ser ensinado (tal como concebe Lipman, por exemplo, ao propor o "pensar crítico" como ortodoxia educacional);
- (b) já a segunda, pressupõe um conjunto de processos suficientemente delimitados e direcionados a tipologias específicas de ensino aprendizagem em termos mais simples, como, a partir de determinada concepção educacional, se formulam, desenvolvem e avaliam práticas muito concretas sobre o ensinar e visando ao aprender (é o caso, por exemplo, da prescrição ausubeliana sobre a aprendizagem significativa) (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018, p. 120).

Nessa perspectiva, temos que o processo de ensino e aprendizagem que se deseja alcançar deve articular necessariamente dois pontos: o domínio do saber não apenas o factual, o academicista e a aplicação de teorias de aprendizagem, como a da Aprendizagem Significativa, levando-a à concretude do entendimento e não apenas do saber, mas também dos processos que levam a este saber.

Com base nesses pressupostos, elaboramos uma sequência didática (SD) para o ensino de luz e cor que busca desenvolver o Pensamento de Ordem Superior, descrito por Lipman,

entendido como a potencialização das habilidades e conceitos natos ou desenvolvidos pelos alunos, com o acréscimo do rigor crítico e investigativo (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018; SILVA FILHO et al., 2021).

III. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido como uma pesquisa-ação em que a professora de Física de uma turma do 2º ano do Ensino Médio se desafiou a construir e avaliar uma sequência didática (SD) para introdução do conteúdo de óptica a partir do desenvolvimento dos conceitos de luz e cor. Esse tipo de pesquisa costuma sofrer críticas em função do alto grau de envolvimento do pesquisador com o objeto de estudo. Segundo Gil (2007, p. 55)

[...] a pesquisa-ação tem sido alvo de controvérsia devido ao envolvimento ativo do pesquisador e à ação por parte das pessoas ou grupos envolvidos no problema. Apesar das críticas, essa modalidade de pesquisa tem sido usada por pesquisadores identificados pelas ideologias reformistas e participativas.

Apesar das críticas, entendemos que a pesquisa-ação possibilita ao professor investigar sua prática de forma crítica e reflexiva. Essa abordagem também é coerente com o referencial teórico adotado neste estudo, em que a proposta didática utilizada na elaboração da SD surge da problematização da prática da própria professora regente da turma. Tem-se a convicção de que a interação professor-pesquisador-aluno é relevante e necessária, visto que, o objeto da pesquisa é também o objetivo do próprio trabalho, ou seja, apresentar uma proposta didática que promova mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem da Física na Escola Básica.

Para organização da sequência didática foram utilizados os princípios básicos da aprendizagem significativa crítica, descritos por Moreira (2017), associados aos pressupostos da Teoria Educacional de Mathew Lipman, relativos às habilidades necessárias ao desenvolvimento do Pensamento de Ordem Superior, conforme proposto por Silva Filho e Ferreira (2018) e Silva Filho et al. (2021).

III.1. Sequência didática para o ensino de luz e cor

A Sequência Didática (SD) apresentada a seguir visa explorar os conceitos de luz e cor e foi pensada como introdução ao conteúdo de óptica no Ensino Médio, podendo ser adaptada para outros conteúdos de Física. De um modo geral, os fenômenos que envolvem as relações entre luz e cor, no dia a dia dos alunos, são pouco explorados no ensino de óptica, cuja ênfase maior se concentra, quase sempre, no estudo da formação de imagens em lentes e espelhos.

No tocante às cores, poucos livros de Física apresentam uma diferenciação entre cor pigmento e cor luz. De acordo com Curcio (2013, p. 67), a cor pigmento pode ser considerada como um "conjunto de partículas sólidas, orgânicas ou inorgânicas, que não seja solúvel na substância que for acrescentada, e que não reaja fisicamente ou quimicamente com a

mesma."Os pigmentos são, em parte, responsáveis pelas cores que enxergamos a partir da reflexão da luz sobre os objetos e ambientes. É essa percepção que procuramos desenvolver a partir da SD proposta.

Com base no referencial teórico adotado, a estrutura da SD procurou privilegiar a autonomia e a centralidade do estudante como arquiteto da sua própria aprendizagem. Na perspectiva da aprendizagem significativa, os conhecimentos prévios configuram-se como ponto de partida para a aquisição de novos conhecimentos. São eles que servirão de base para a formulação de novos conceitos a partir de uma diferenciação progressiva. Além disso, a investigação torna-se a base estruturante dessa aprendizagem.

Para elaboração da SD, inicialmente, procuramos identificar experimentos e atividades sobre luz e cor, propostos em livros didáticos, que fossem de fácil execução em sala de aula e que possibilitassem a participação efetiva dos alunos, numa perspectiva investigativa. Escolhidos os experimentos, deu-se início à fase de organização e estruturação da SD apresentada na Tabela 1.

As etapas de 1 a 7 foram pensadas para promover um desenvolvimento orgânico da compreensão dos processos físicos que envolvem as percepções de luz e cor, no dia a dia dos alunos, por meio de questionamentos e atividades experimentais que colocam em xeque a compreensão sensorial desses fenômenos, no sentido de uma aprendizagem significativa crítica.

A SD começa com duas perguntas norteadoras que foram pensadas para explorar as concepções de luz e cor que os estudantes possuíam antes da aplicação das atividades experimentais: 1) Descreva, com a maior quantidade de detalhes possíveis, o processo que lhe permite enxergar os objetos; 2) Por que os objetos possuem cores?

Também foi elaborado um teste composto por questões de ótica recorrentes em livros didáticos e exames vestibulares, que não será objeto deste trabalho, para avaliar como os alunos fazem a transposição do conhecimento que eles expressam para a formalidade do conhecimento escolar.

A segunda etapa procura explorar os possíveis efeitos da interação da luz com os objetos. Para isso os alunos foram estimulados a classificar diferentes objetos em relação à propagação da luz, com o objetivo de identificar as propriedades e particularidades de cada um deles.

A terceira etapa da SD envolveu a construção do Disco Newton. O objetivo dessa atividade foi propiciar aos estudantes condições para analisar e avaliar a relação entre luz e cor, procurando identificar as diferenças dos diversos tipos de pigmentação na composição das cores. A proposta de construção de vários discos, com diferentes tipos de pigmentação, visou atingir os processos da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, propostos por Moreira (2017) como forma de construir a consolidação do conhecimento pelos alunos.

As etapas seguintes: Explorando o Disco de Newton, Decomposição da luz branca em um prisma e a Problematização das cores dos objetos, também seguem o processo de diferenciação e reconciliação no sentido de uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2017). Todas as atividades foram trabalhadas em torno de situações-problema que procuravam aferir sentido aos novos conhecimentos e foram pensadas para despertar a intencionalidade do aluno no processo de apreensão dos objetos de conhecimento.

ETAPA	ATIVIDADE	MATERIAL UTILIZADO	OBJETIVOS	RESULTADOS ESPERADOS
1	Levantamento das concepções prévias dos alunos: aplicação do questionário.	Papel, lápis e caneta	Conhecer os conceitos prévios dos alunos a respeito do tema de estudo.	Reconhecer o nível de entendimento dos alunos sobre o conteúdo a ser estudado
2	Classificação dos meios de propagação da luz	Papelão, vidro, papel vegetal	Diferenciar meios transparentes, opacos e translúcidos	Identificar as propriedades de cada meio em relação à propagação da luz
3	Construção do disco Newton	CD, Disco de papel impresso com sete setores, lápis de cor, papel colorido, tinta guache, barbante	Construir Discos de Newton com vários tipos de pigmentação de cor.	Analisar as diferenças dos diversos tipos de pigmentação na composição das cores.
4	Explorando o Disco de Newton	Discos de Newton construídos pelos alunos	Explorar a composição de cores nos diversos discos	Problematizar a composição de cores no disco de Newton: A luz branca é, de fato, a mistura de todas as cores?
5	Decomposição da luz branca num prisma	Lanterna de celular, papel, prisma de calcita	Explorar a decomposição da luz branca através de um prisma	Problematizar os efeitos da decomposição e recomposição da luz branca.
6	Problematizando as cores dos objetos	Caixas de cores com lâmpadas coloridas, papeis coloridos	Explorar a variação das cores dos objetos a partir da luz que incide sobre eles.	Entender que a cor não é somente uma propriedade do objeto.
7	Tornando um objeto invisível e aplicação de um novo questionário	Glicerina, copo e recipiente de vidro transparente.	Explorar o papel da interação da luz com o objeto para torná-lo visível.	Entender que um objeto só se torna visível pelo efeito da luz sobre ele.

Tabela 1: Resumo da sequência didática sobre luz e cor
 fonte: Autoria própria

Por fim, a última etapa Tornando um objeto invisível foi pensada na mesma perspectiva de diferenciação e reconciliação. A partir do momento que o aluno compreende que as cores podem ser entendidas como um dos efeitos da interação da luz com os objetos, eles foram estimulados a pensar em que condições um objeto poderia se tornar invisível.

III.2. Aplicação da Sequência Didática

A sequência didática foi aplicada em sete aulas, no período de 09 de abril a 21 de maio de 2019. A aplicação ocorreu em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública, de um município do interior de Minas Gerais com características rural/urbana.

A turma era composta por 25 estudantes, 17 meninos e 8 meninas, com faixa etária entre 16 e 19 anos. Apesar de se tratar de uma turma bastante dispersa, a maioria dos alunos declarava ter interesse em dar continuidade aos estudos após o Ensino Médio, cursando uma universidade ou buscando uma formação técnica.

A disciplina de Física sempre foi um obstáculo para esses alunos, seja pela dificuldade de seu entendimento, pela falta de base matemática ou pelo simples desinteresse. Nesse sentido, a SD foi proposta como um desafio diferente, com uma estrutura que envolveria, principalmente, ações em torno de atividades práticas que eram estimuladas por questões norteadoras sobre o conteúdo de estudo. Também foi combinado que no decorrer da pesquisa não haveria outras atividades avaliativas, além daquelas praticadas em sala de aula.

Esse acordo estimulou a presença dos alunos, abrindo caminho para um trabalho diferenciado que pudesse aumentar o interesse deles pelos conteúdos de Física. Aos poucos, a ansiedade por aprender algo novo fez com que os alunos fossem, naturalmente, tornando-se mais assíduos e comprometidos com as aulas.

IV. RESULTADOS E ANÁLISE

A análise foi conduzida segundo os estudos de Lipman sobre o Pensamento de Ordem Superior. Conforme já explicitado anteriormente, o desenvolvimento dessa forma de pensamento tem grande importância no processo de aprendizagem pelo seu caráter investigativo que extrapola a perspectiva do ensino tradicional e está relacionado à criatividade humana (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018), caracterizando-se, assim, como uma forma de ensinar que valoriza o processo de aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, Lipman (1995¹ citado por SILVA FILHO; FERREIRA, 2018, p. 113) indica quatro habilidades necessárias à construção do Pensamento de Ordem Superior, são elas:

1. Habilidade de raciocínio: capacidade de haurir conclusões ou inferências a partir de conhecimentos prévios, de modo a garantir coerência e sistematicidade ao discurso;

¹LIPMAN, M. O pensar na educação. 2. ed. Tradução de Ann Mary Figueira Perpétuo. Petrópolis: Vozes, 1995.

2. Habilidade de formação de conceitos: capacidade de identificar vínculos conceituais e estabelecer relações entre conceitos, formando conceitos mais complexos;
3. Habilidade de investigação: capacidade de alcançar as soluções dos problemas postos pela realidade, estando fortemente relacionada com a capacidade de adotar o método científico;
4. Habilidade de tradução: capacidade de compreensão e reprodução, em sua própria linguagem, de discursos escritos ou falados. (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018, p. 113, destaques nossos)

O intuito principal da análise realizada foi avaliar a eficiência da SD enquanto ferramenta pedagógica capaz de promover uma aprendizagem significativa crítica dos conceitos de luz e cor, a partir da observância dessas quatro habilidades.

Durante o desenvolvimento da SD, nossa atenção em relação ao processo de aprendizagem dos alunos teve que ser ampliada. Conforme salientam Silva Filho e Ferreira (2018), precisamos estar atentos às conexões necessárias entre os resultados esperados e a base teórica que fundamenta as ações educativas para que os resultados de aprendizagem sejam alcançados.

Nesse sentido, apresentamos a seguir uma síntese dos resultados obtidos a partir da análise da aprendizagem proporcionada pela SD, com base nas quatro habilidades necessárias à construção do Pensamento de Ordem Superior, descritas por Silva Filho e Ferreira (2018)

1. Habilidades de raciocínio

Durante as atividades observamos que os alunos, aos poucos, foram liberando suas habilidades de raciocínio muito tolhidas pelas aulas expositivas tradicionais. Por exemplo: quando iniciamos o experimento da caixa de cores, na etapa seis, os alunos observaram que só havia três tipos de plástico celofane vermelho, verde e azul para explorar a interação da luz com os objetos que eram colocados dentro da caixa. No entanto, durante a aula, um dos alunos questionou: "por que não usar plásticos pretos ou brancos"? Essa proposição foi algo inédito que não havia sido cogitado para o experimento em questão. A partir desse questionamento passamos a utilizar um saco de lixo preto e uma sacola de plástico branco, para observar como seria enxergar as cores dos objetos através destes materiais.

2. Habilidades de formação de conceitos

Na classificação dos meios de propagação de luz, um aluno colocou a lanterna abaixo da palma de mão, e notou que era possível observar camadas internas da pele nos tecidos entre os dedos. Naquele momento o aluno afirmou que a "pele da nossa mão é um tecido transparente, pois conseguimos observar os dois lados". Isso provocou questionamentos sobre a classificação tradicional dos meios de propagação da luz. A pele seria transparente ou translúcida? Na verdade, o que se via era uma região mais clara no espaço entre os dedos, com uma cor avermelhada, que ressaltava pequenos vasos.

3. Habilidades de investigação

Essa habilidade foi estimulada em todas as fases da SD. Por exemplo, na etapa dois, quando construímos o disco de Newton, um dos alunos não se conformou com o fato de o seu disco não ter ficado branco quando era girado velozmente. Ele pediu para levar um disco de Newton para a casa para poder refazê-lo, porque queria encontrar a cor branca. Em casa, o aluno pintou novamente o disco usando três cores: vermelho, azul e verde. Ao girar encontrou uma cor mais próxima do branco, o que gerou novos questionamentos na aula seguinte. Outro aluno também testou o disco em casa, tentando fazê-lo girar mais rápido, com o auxílio de uma furadeira. Ele relatou que o resultado encontrado foi mais próximo do branco, porém ainda voltado para um tom de bege. Todas essas situações evidenciam esforços de investigação perante uma situação que contrariava, em tese, a teoria apresentada nos livros didáticos (que indica que o disco pintado com as sete cores do arco-íris, quando girado rapidamente, deveria se apresentar branco), mostrando que até mesmo o conhecimento sistematizado no livro é passível de questionamentos.

4. Habilidade de tradução

Verificamos que após cada experimento os alunos estavam mais empolgados e tentavam realizar outras experiências com materiais diferenciados, sempre questionando aquilo que era observado. Por exemplo, na atividade de classificação dos meios de propagação da luz os alunos começaram a iluminar com a lanterna outros objetos encontrados na sala. Na experiência do prisma uma aluna questionou se as cores observadas na bolinha de sabão também faziam parte do mesmo espectro de cores.

O desenvolvimento dessas habilidades exigiu que a professora ampliasse sua capacidade de lidar com a ansiedade dos alunos, e com sua própria ansiedade e desconforto, quando o resultado obtido não era o esperado. Para isso, foram feitas diversas reflexões e pesquisas para ajudar a interpretar esses resultados. No caso do disco de Newton, por exemplo, foi feita uma pesquisa sobre a cor branca em que se verificou que, além dos elementos utilizados, era preciso observar também a luminosidade da cor que está relacionada à intensidade de luz refletida, ou ao brilho da mesma. Nesse sentido, verificou-se a existência de uma escala acromática de Munsell que varia do preto absoluto (valor 0) ao branco absoluto (valor 10).

Também foi observado que na época de Newton o experimento do prisma foi realizado pela fenda de uma janela, com um feixe da luz do sol. Na sala de aula foram utilizadas luz de LED e luz fluorescente, cujos espectros interferem nos resultados obtidos.

Paralelamente à aplicação da SD, também foram feitos exercícios tradicionais, extraídos de livros didáticos e vestibulares, sobre o conteúdo aplicado nos experimentos. Com a aplicação da SD, os alunos demonstraram mais desenvoltura em transpor os conhecimentos adquiridos por meio das atividades experimentos para as situações hipotéticas dos exercícios, demonstrando uma apropriação mais consciente e crítica do conteúdo de ensino.

V. CONCLUSÃO

A participação mais ativa dos alunos aumentou o interesse pelo conteúdo de ensino e pelas aulas de física. Aos poucos, eles deixaram de ser meros espectadores e passaram a ser os protagonistas de sua própria aprendizagem em sala de aula. A busca pelas respostas aos questionamentos feitos durante as aulas deixou de ser a busca pela resposta certa e passou a considerar resultados múltiplos, que possibilitavam a discussão e a reflexão crítica sobre a construção do próprio conhecimento científico. Tudo Isso nos leva a considerar que a SD contribuiu para o desenvolvimento das habilidades necessárias à construção do Pensamento de Ordem Superior proposto por Mathew Lipman.

A sequência didática, desenvolvida para fins deste trabalho, mostrou-se eficaz na ampliação do aspecto motivacional da turma, bem como no que diz respeito à construção de significados para o conteúdo de ensino, alinhado às vivências dos alunos, a partir de um viés investigativo. Por isso, entendemos que a SD atingiu também o objetivo de promover uma aprendizagem significativa crítica dos conceitos de luz e cor, podendo servir de modelo didático/metodológico para a organização do ensino de outros conteúdos de Física.

O entusiasmo pelo novo e a busca pelas descobertas tornaram os alunos mais ativos, participativos e questionadores nas aulas de física. Com isso, a Física deixou de ser vista como um amontoado de conceitos e fórmulas decoradas e passou a ser entendida como parte de um conhecimento que ajuda a compreender os fenômenos do cotidiano.

Porém, toda experiência educativa apresenta benefícios e desafios que interferem diretamente na ação do professor em sala de aula, e que podem ser decisivos na adoção ou não de uma nova metodologia. Em relação à sequência didática analisada, destacamos como benefícios: o entusiasmo dos alunos; mais participação nas aulas; maior interesse pelos conteúdos de ensino; facilidade de aprendizagem, por meio de reflexões e trocas de conhecimentos; e o envolvimento dos alunos com as atividades experimentais.

Por outro lado, como desafios, enfrentamos dificuldades materiais e técnicas, como encontrar um prisma de vidro e a montagem da caixa de cores; dificuldades didáticas, como controlar o barulho produzido pelos alunos durante as aulas mais dinâmicas; a necessidade de transformar a sala de aula convencional no próprio laboratório de pesquisa; e a inadequação do local para realização de algumas atividades, como o fato de a sala possuir apenas uma tomada, dificultando a realização de experimentos que dependiam do uso de energia elétrica.

Além disso, as atividades práticas exigem do professor uma maior predisposição para lidar com o inesperado, tanto em relação às perguntas que podem surgir por parte dos alunos, quanto em relação aos resultados dos experimentos, quando estes contrariam as expectativas da teoria. Também foi possível perceber que nem todos os alunos gostam de aulas mais dinâmicas e experimentais. No entanto, com o passar do tempo, os resultados foram surgindo e o interesse e a expectativa da maioria dos estudantes pelos conteúdos de ensino aumentaram significativamente.

REFERÊNCIAS

- BECHTLUFFT, Josélia Margarida de Paiva. *Luzes e cores: uma proposta pedagógica para o ensino de Física*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora. 116f. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/11957/1/joseliamargaridadepaivabechtlufft.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2021.
- CARDONA, Maria João; UVA, Marta; PISCALHO, Isabel. O papel da filosofia para crianças no trabalho educativo em gênero e cidadania. In: DOMINGUEZ, Caroline (Org.). *Pensamento Crítico na Educação: desafios atuais*. Vila Real: UTAD, 2015, p. 251-258.
- CURCIO, Ítalo Francisco. *Cor luz-cor pigmento: a física e as artes*. Tese (Doutorado em Educação, Arte e História da Cultura) Programa de Pós-graduação da Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, SP, 252f. 2013. Disponível em: <<http://tede.mackenzie.br/jspui/bitstream/tede/2073/1/Italo%20Francisco%20Curcio.pdf>>. Acesso em: 3 maio. 2020.
- GIL, Antônio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- MEDEIROS, Katia Machado de; LIMA, Diego de Farias. A contribuição de Piaget e Vigotsky no desenvolvimento da aprendizagem. *RevCombrale. Congresso Brasileiro sobre Letramento e dificuldades de aprendizagem*. 2017, p. 1-8.
- MOREIRA, Marco Antônio. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. *Revista do Professor Física, Brasília*, v. 1, n. 1, 2017, p. 1-13.
- SILVA FILHO, Olavo Leopoldino; FERREIRA, Marcello. Teorias da aprendizagem e da educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman. *Revista do Professor de Física*, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018.
- SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; FERREIRA, Marcello; POLITO, Antony Marco Mota; COELHO, André Luís Miranda de Barcelos. Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. *Pesquisa e Debate em Educação, Juiz de Fora*, v. 11, n. 1, p. 133, 2021.
-