



ATIVIDADES PARA DISCUTIR A FORMAÇÃO DAS CORES: A PARTICIPAÇÃO E O CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ALUNOS COMO BASE DO DIÁLOGO

ACTIVITIES TO DEBATE THE FORMATION OF COLORS: THE PARTICIPATION AND PRIOR KNOWLEDGE OF STUDENTS AS A BASIS FOR DIALOGUE

ACTIVIDADES PARA DEBATIR LA FORMACIÓN DE COLORES: LA PARTICIPACIÓN Y EL SABER PREVIO DE LOS ALUMNOS COMO BASE AL DIÁLOGO

**Maria Cecília Leôncio
Alves**



Mestrado em Ensino de Ciências e
Matemática (IFSP)

Professora de Ensino Médio

ceciliamcla@gmail.com

José Paulo Cury Kirkorian



Doutorado em Educação (USP)

Professor no Instituto Federal de
São Paulo (IFSP)

Docente no Programa de Pós-
Graduação em Educação em
Ciências e Matemática

(ENCIMA/IFSP)

gircoreano@ifsp.edu.br

Resumo

Este trabalho descreve uma sequência de quatro atividades realizadas em sala de aula para estudar a visão e formação das cores. Com base nas teorias de Vigotsky, Bachelard e Ausubel, considera-se a relação social e o conhecimento prévio como fatores importantes para a aprendizagem. As atividades foram realizadas com um grupo de alunos do ensino médio da rede pública de São Paulo, com o objetivo de estudar o tema a partir da construção de um diálogo entre professor e alunos considerando suas próprias concepções sobre o conteúdo em estudo. A pesquisa é do tipo qualitativa (GIL, 2008) e os experimentos apresentados foram quatro: “caixa de cores”, “dispersão de luz por prisma”, “paleta de cores” e “técnica impressionista”. Os resultados mostram que foi possível trabalhar com as concepções prévias dos estudantes e abordar o conteúdo sobre visão e formação de cores de forma contextualizada e menos abstrata.

Palavras-chave: Mediação. Ensino de Física. Concepções Alternativas. Cor.

Recebido em: 9 de fevereiro de 2022.

Aprovado em: 10 de maio de 2022.

Como citar esse artigo (ABNT):

ALVES, Maria Cecília Leôncio; KIRKORIAN, José Paulo Cury. Atividades para discutir a formação das cores: a participação e o conhecimento prévio dos alunos como base do diálogo. *Revista Prática Docente*, v. 7, n. 2, e22041, 2022. <http://doi.org/10.23926/RPD.2022.v7.n2.e22041.id1465>



Abstract

This work describes a sequence of four activities carried out in the classroom to study vision and color formation. Based on the theories of Vygotsky, Bachelard and Ausubel, social relationships and prior knowledge are considered important factors for learning. The activities were carried out with a group from São Paulo government's high school students, with the objective of studying the topic from the construction of a dialogue between teacher and students considering their own conceptions about the content under study. The research is qualitative (GIL, 2008) and four experiments were presented: "color box", "light scattering by prism", "color palette" and "impressionist technique". The results show that it was possible to work with the students' previous conceptions and approach the content on vision and color formation in a contextualized and less abstract way.

Keywords: Mediation. Physics Teaching. Alternative Conceptions. Color.

Resumen

Este trabajo describe una secuencia de cuatro actividades realizadas en el aula para estudiar la visión y la formación del color. Con base en las teorías de Vigotsky, Bachelard y Ausubel, las relaciones sociales y los conocimientos previos se consideran factores importantes para el aprendizaje. Las actividades se realizaron con un grupo de estudiantes de secundaria de la red pública de São Paulo, con el objetivo de estudiar el tema a partir de la construcción de un diálogo entre profesor y estudiantes considerando sus propias concepciones sobre el contenido en estudio. La investigación es cualitativa (GIL, 2008) y se presentaron cuatro experimentos: "caja de colores", "dispersión de luz por prisma", "paleta de colores" y "técnica impresionista". Los resultados muestran que fue posible trabajar con las concepciones previas de los estudiantes y abordar los contenidos sobre la formación de la visión y el color de forma contextualizada y menos abstracta.

Palabras clave: Mediación. Enseñanza de la Física. Concepciones Alternativas. Color.



1 INTRODUÇÃO

Resultados de aprendizagem insuficientes e dificuldades de engajamento de estudantes de escolas públicas já foram motivo de diversos estudos (ver PAIVA *et al.*, 2018; OLIVEIRA, 2017; GUSMÃO, 2021). De fato, a prática de sala de aula pode ser desinteressante e desmotivante tanto para os alunos como para os professores. Assim, atividades que proporcionem oportunidades não só de engajamento, mas também da aprendizagem esperada dos alunos são essenciais.

Contudo, verifica-se muitas vezes que mesmo com o uso de recursos variados, muitos estudantes ainda repetem erros conceituais que já deveriam ter superado. O erro, muitas vezes, está ligado a modelos explicativos próprios que o aluno constrói em sua relação direta com o mundo para explicar as diversas situações que vivencia. Para Piaget (1979), o “erro” é um processo pelo qual o indivíduo exterioriza um procedimento de aprendizagem, em que se pode perceber como ocorreu a interação entre o que já conhecia e o que foi ensinado.

A sequência de atividades proposta pretende explorar as ideias que os alunos possuem sobre a formação e visão das cores, temas com grande potencial lúdico, que podem ser explorados para motivá-los e ensinar a abordagem dos conceitos científicos que constituem o conteúdo em estudo. A primeira atividade, a “caixa de cores”, foi proposta para favorecer a interação e a exposição das formas de explicação dos estudantes. As atividades seguintes objetivam aprofundar o conhecimento em questão, bem como dar oportunidade para discutir, sob novas perspectivas, os equívocos conceituais identificados no trabalho em sala de aula. Nesse sentido, o experimento da “dispersão de luz por prisma” coloca em discussão a composição da luz branca, a “paleta de cores” tem foco na formação de cores por adição de luzes (síntese aditiva) e a atividade da “técnica impressionista” discute a formação de cores por subtração (síntese subtrativa).

O trabalho apresenta, na sequência, o referencial teórico adotado, uma breve discussão sobre os processos de formação de cores, a preparação das atividades e sua realização na sala de aula. Por fim, apresenta-se uma análise dos resultados dentro da perspectiva teórica adotada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico desta pesquisa tem uma perspectiva de análise construtivista, que se fundamenta no respeito ao conhecimento prévio do aluno e na condução do diálogo efetivo na sala de aula, onde o professor mantém sua atenção nas ideias e discussões dos alunos, sem



perder seu objetivo final – o conteúdo científico desejado. Assim, consideram-se, principalmente, aspectos das teorias de aprendizagem de Vygotsky, Ausubel e Bachelard.

2.1. O CONHECIMENTO PRÉVIO

O conhecimento prévio é construído a partir da vivência pessoal diária com a intenção de explicar os diversos fenômenos observados. Por outro lado, a aprendizagem na escola pode estar, muitas vezes, considerando o aluno uma “tábula rasa”, quando, na verdade, ele já possui seus modelos explicativos, mesmo que incorretos ou inadequados para resolver os problemas. Por serem construções pessoais, o aluno pode ter dificuldades em abandonar tais modelos, podendo influenciar a aprendizagem futura (MORTIMER, 2000).

Vygotsky, em sua teoria sociointeracionista, destaca a importância não só de reconhecer o conhecimento já construído pelo indivíduo, mas também de perceber que em vários processos internos de desenvolvimento há a dependência de interação com outras pessoas (PACCA, 2015). Ao longo da vida, os indivíduos interagem constantemente entre si e com o meio, o que possibilita novas situações de aprendizagem e a criação de diferentes modelos interpretativos da realidade. Vygotsky define dois níveis de desenvolvimento, sendo um deles o real (ou zona de desenvolvimento real), ligado ao conhecimento já estruturado, dominado pelo indivíduo e envolvendo funções mentais já desenvolvidas, e o nível potencial (ou zona de desenvolvimento proximal), ligado ao conhecimento que o indivíduo pode desenvolver por meio da interação com outros indivíduos. Nesse sentido, o diálogo na sala de aula assume grande importância, pois com a mediação do professor e a interação com seus colegas, abre-se a possibilidade para o aluno (re)construir continuamente seu conhecimento.

A importância do conhecimento já construído pelos indivíduos na aprendizagem foi estudada por diferentes pesquisadores. Ausubel, por exemplo, destacou a importância do conhecimento anterior do indivíduo na sua aprendizagem ao tratar dos subsunçores. Sua teoria traz a ideia de aprendizagem significativa, um processo que ocorre quando novos saberes se ligam, são “ancorados” a subsunçores, ou seja, aos conhecimentos já elaborados e que fazem parte da estrutura cognitiva do indivíduo. Nesse sentido, o conhecimento prévio pode exercer o papel de subsunçor, pois é um saber que o aluno já desenvolveu e tem na sua estrutura cognitiva.

Outra possível resposta é que em crianças pequenas, conceitos são adquiridos através de um processo conhecido como formação de conceitos o qual envolve generalização de instâncias específicas. Porém ao atingir a idade escolar a maioria das crianças já



possui um conjunto adequado de conceitos que permite a ocorrência da aprendizagem significativa (MOREIRA, 1979, p. 278).

Por sua vez, Bachelard aponta o quanto as ideias prévias, se ignoradas, podem dificultar a aprendizagem correta dos conceitos científicos. Esse conhecimento anterior representa um dos “obstáculos epistemológicos”, conceito central na sua teoria.

[...] é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996, p. 17).

Bachelard refere-se explicitamente à dificuldade que tais construções podem representar nas atividades de sala de aula, destacando o fato de que o aluno chega à escola com um conhecimento já elaborado, que é ignorado pelos professores:

Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996, p.23).

Assim, o conhecimento das concepções prévias dos estudantes pode fornecer indícios sobre a sua forma de pensar, o que propicia ao professor identificar dificuldades de aprendizagem – conflito cognitivo para Piaget – em um determinado conceito científico. Com essa percepção, é possível ao professor elaborar atividades didáticas que façam o aluno refletir utilizando hipóteses próprias e verificar sua adequação ou necessidade de reelaboração, modificando, eventualmente, sua concepção na direção do conhecimento científico. As atividades apresentadas neste trabalho buscam respeitar os aspectos teóricos expostos acima.

3 DOIS PROCESSOS DE FORMAÇÃO DAS CORES

No ser humano, conforme a teoria tricromática de Young-Helmholtz (SILVEIRA; BARTHEM, 2016), a visão das cores estaria ligada à excitação de três tipos de células especializadas que se encontram na retina, chamadas cones. O nível de excitação de cada cone dependeria da frequência da luz visível que os atinge e é absorvida, produzindo um estímulo elétrico que seria interpretado pelo cérebro como uma determinada cor. Assim, para uma pessoa com o sistema visual plenamente funcional, a cor vista depende do conjunto de luzes que chega aos olhos. Tem-se duas formas para gerar cores, conhecidas como síntese aditiva e síntese subtrativa, que serão explicadas a seguir.

3.1. SÍNTESE ADITIVA

A formação de cores por adição, ou síntese aditiva, é obtida a partir da emissão de luzes de frequências diferentes por uma ou mais fontes luminosas e que chegam aos olhos. A cor observada resulta dos efeitos produzidos pela absorção da luz e correspondentes excitações dos cones (SILVA; MEDEIROS JR., 2016).

As cores primárias nesse processo são a vermelha, a verde e a azul, conhecido como sistema RGB (*Red, Green, Blue* em inglês), usado, por exemplo, em televisores e sistemas de projeção de imagens. Essas cores são chamadas de primárias, pois, a partir delas, obtém-se todas as outras, exceto o preto, que é obtido pela ausência de luz; o branco resulta da detecção de luz visível em muitas frequências. Importante destacar que o branco pode ser obtido se pelo menos as luzes vermelha, verde e azul, com uma intensidade aproximadamente uniforme, forem usadas.

Figura 1 - Representação da síntese aditiva de cores



Fonte: Albuquerque *et al.* (2015)

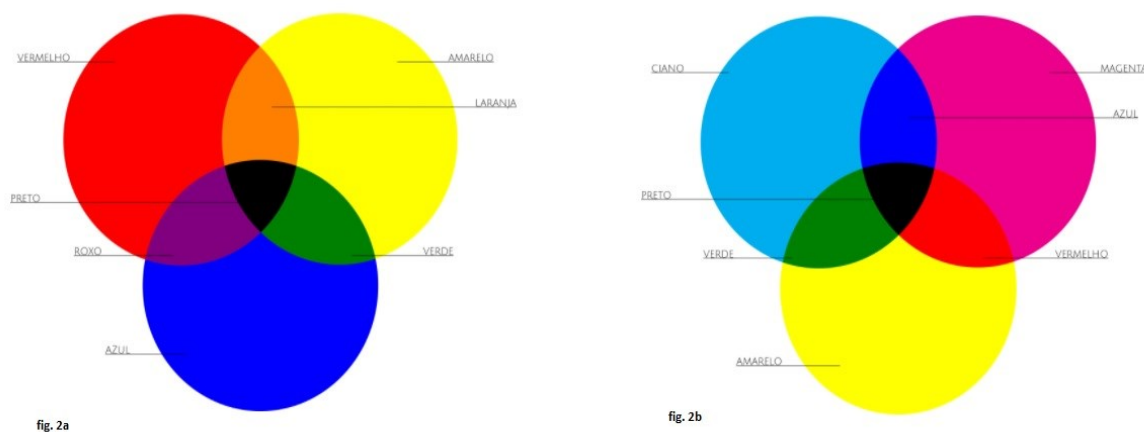
3.2. SÍNTESE SUBTRATIVA

A síntese subtrativa é conseguida com o uso de substâncias chamadas pigmentos (PINHO, 2012) que, ao serem iluminadas, absorvem luz de determinadas frequências e refletem luz de outras frequências, ou seja, funcionam como filtros. A cor vista resulta do conjunto de ondas refletidas que atinge a retina do observador.

Em Artes, as cores primárias são vermelho, amarelo e azul, conhecido como sistema RYB (*Red, Yellow, Blue*, em inglês), obtendo-se todas as demais, exceto o branco, por meio de misturas de duas ou três delas. Outro conjunto de cores primárias é composto pelo ciano, amarelo e magenta, conhecido como sistema CMY (*Cyan, Magenta, Yellow* em inglês). Os pigmentos feitos com base nesses sistemas absorvem luz de frequências específicas do espectro

visível. Na Figura 2a, têm-se as cores primárias e secundárias (resultante da mistura das cores primárias) do sistema RYB. Já a Figura 2b apresenta as cores primárias e secundárias do sistema CMY. Vê-se que, no primeiro sistema, misturando-se vermelho e amarelo, a cor resultante é laranja, enquanto no segundo sistema o vermelho é cor secundária, obtida pela mistura de magenta e amarelo.

Figura 2 - Representação da síntese subtrativa de cores nos sistemas RYB (2a) e CMY (2b)



Fonte: <https://cliqueacliqoeoficial.com/guia-sobre-cores-teoria-e-harmonia-das-cores>. Acesso em: 20 mar. 2022.

É interessante notar que a cor apresentada pelo objeto será influenciada pela fonte de luz que o ilumina; dependendo de seu material e funcionamento, o conjunto de comprimentos de onda/frequências emitidas pode ser diferente e, assim, determina a radiação luminosa presente que poderá ser refletida ou absorvida por tal objeto (Figura 3).

Figura 3 - Objetos vistos sob luz branca, vermelha e azul



Fonte: Experimento realizado pelos autores.

4 METODOLOGIA

A pesquisa é de caráter qualitativo, do tipo participativo (ESTEBAN, 2010). No caso deste trabalho, o pesquisador é a professora da turma que participa do curso. Ela atua na sala de aula questionando, oferecendo oportunidade para a transformação social e educacional, uma vez que permite apresentar um caráter de formar, educar e verificar o processo de ensino-aprendizagem.

A intervenção aqui descrita ocorreu em uma turma de 37 alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola estadual de São Paulo, em quatro aulas de cinquenta minutos cada



uma em que os alunos dividiram-se em seis grupos. Os dados foram obtidos a partir de anotações dos estudantes e de falas que a professora considerou relevantes registradas durante a realização das experimentações, com a identificação de dificuldades conceituais que eram abordadas na atividade seguinte.

A primeira dessas atividades ocorreu na sala de aula costumeira. Foi entregue um roteiro para os grupos com uma pergunta e sugestões de combinações de lâmpadas a serem acesas para que os alunos previssem a cor resultante (por exemplo, “vermelho e verde resulta...”, “vermelho e azul resulta...”). Em seguida, cada grupo deveria manipular a caixa de cores para testar suas hipóteses.

As demais atividades aconteceram na sala de projeção da escola, com a segunda e terceira atividades realizadas pela professora da turma (experimentos demonstrativos) e os dados obtidos essencialmente das anotações feitas por ela sobre as proposições dos alunos frente ao observado nos experimentos. A quarta atividade envolveu uma exposição teórica por parte da professora sobre a técnica impressionista e a manipulação de tintas do tipo guache pelos estudantes para fazer pinturas usando o conceito impressionista.

Na sequência, apresenta-se uma descrição dos experimentos e do desenvolvimento das atividades na sala de aula.

5 OS EXPERIMENTOS

Espera-se que a sequência elaborada favoreça a exposição de ideias e o aprofundamento dos conceitos durante as discussões e os diálogos orientados, bem como abordar dificuldades conceituais que sejam identificadas na condução da aula. Os experimentos realizados foram: Caixa de Cores; Dispersão de Luz por Prisma; Paleta de Cores; Técnica Impressionista.

5.1. CAIXA DE CORES

A caixa utilizada foi construída a partir do modelo descrito no GREF (1991). Fez-se a montagem adaptada da caixa ali sugerida (Figura 4), com materiais de baixo custo, de construção relativamente simples e segura para que os alunos pudessem manuseá-la com facilidade. As lâmpadas são de LED, de cores vermelha, verde e azul. Esse tipo de lâmpada é indicado, pois as frequências da luz por ela emitidas têm valores relativamente próximos, sendo possível considerá-la uma fonte monocromática. Pode-se colocar objetos no interior da caixa, como cartões coloridos, para verificar com que cores os mesmos seriam vistos sob efeito de combinações de lâmpadas ligadas ou não.

Figura 4 - Caixa de cores vista por fora



Fonte: Das atividades realizadas.

5.2. DISPERSÃO DA LUZ POR PRISMA

Essa atividade foi realizada na sala de projeção da escola. Utilizou-se um prisma de acrílico, um projetor e um *notebook* com o programa *PowerPoint*®. Na saída da lente, dois pedaços de fita crepe foram colocados para estreitar o feixe de luz, como mostra a Figura 5. Gerou-se uma tela em branco no *PowerPoint*® de modo a projetar luz branca. Posicionou-se o prisma de modo que fosse atravessado pela luz do projetor e o feixe emergente fosse a luz dispersada.

Figura 5 - Arranjo para dispersão da luz branca

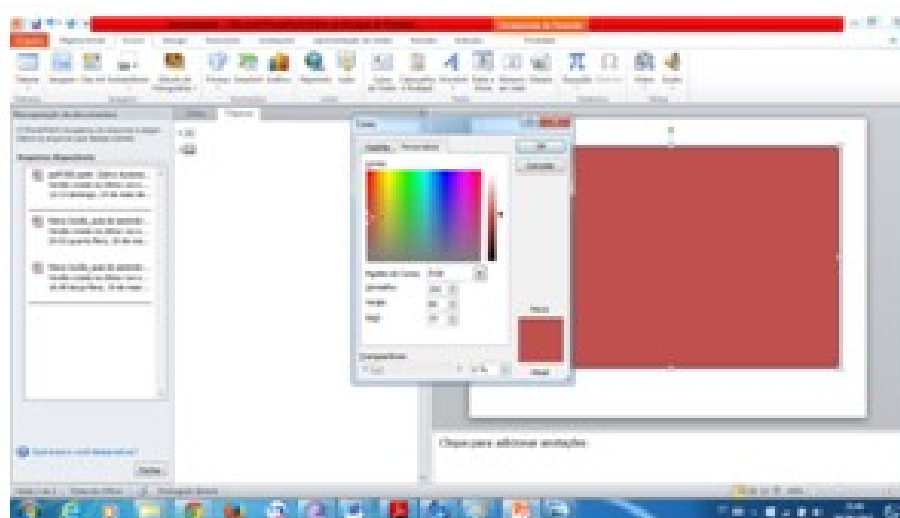


Fonte: Das atividades realizadas.

5.3. PALETA DE CORES

Essa atividade foi proposta com o objetivo de discutir como as diversas cores reveladas pelo prisma podem ser obtidas pelo processo de adição (apresentado na seção 3 deste trabalho) e destacar sua grande variedade. A paleta de cores é uma ferramenta do software *PowerPoint*® (Figura 6), por exemplo, que permite definir cores usando o sistema RGB. É possível fazer uma análise de como obter cores diversas por meio do processo aditivo nessa ferramenta e fazer uma analogia com o mesmo processo usando lâmpadas pela combinação de intensidade dos componentes vermelho, verde e azul (SILVEIRA; BARTHEM, 2016).

Figura 6 - Caixa de diálogo da paleta de cores



Fonte: Das atividades realizadas.

5.4. TÉCNICA IMPRESSIONISTA

Para discutir a formação de cores pelo processo subtrativo (também abordada na seção 3) e compará-lo com o aditivo, escolheu-se realizar uma atividade em que é discutida a técnica impressionista de pintura, que se utiliza das cores primárias vermelha, azul e amarela, com a mistura das tintas feita diretamente sobre a tela a ser pintada, com a influência da luminosidade no momento da execução da pintura.

6 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES E RESULTADOS

6.1. AULA 1 - A CAIXA DE CORES

A caixa de cores foi apresentada para a classe, explicando-se suas características. Em seu interior, foram colocados três cartões, um de cor verde, um de cor vermelha e outro de cor azul, que poderiam ser observados pela abertura superior da caixa. Em seguida os alunos foram divididos em cinco grupos de seis alunos e um com sete. Foi entregue a cada grupo um roteiro que indicava uma sequência de combinações de lâmpadas a serem acesas e um espaço para que os alunos indicassem que cores seriam vistas a partir de tais combinações. O roteiro também trazia uma questão-problema: “do que depende a cor de um objeto?”. Após fazerem uma discussão inicial e anotarem suas previsões sobre as cores que seriam observadas conforme o roteiro, cada grupo manuseou a caixa testando as combinações de lâmpadas, anotando os resultados e tentando explicá-los, comparando com a expectativa inicial. Houve surpresa entre eles, que perguntavam uns aos outros que cores haviam encontrado. Então, as anotações foram recolhidas para verificar as ideias que os alunos apresentaram.



Fez-se uma análise dos tipos de respostas e identificaram-se algumas ideias recorrentes: as previsões dos alunos sobre a cor dos cartões dividiram-se em três grupos:

- 1) A cor do cartão prevalece;
- 2) A luz da lâmpada prevalece;
- 3) Mistura-se a luz da lâmpada com a cor do cartão.

Notou-se também que alguns alunos se referiram à luz branca como uma cor com existência própria. Após o experimento houve dificuldade dos alunos com as explicações, pois em alguns casos os cartões ficavam pretos sob uma luz de cor diferente e, em outros, via-se uma cor não esperada.

Foi possível detectar outras concepções, como o “banho de luz” (GIRCOREANO, 1997), em que a luz é espalhada como se cobrisse os objetos (provavelmente pela associação com a cor vista nas paredes da caixa forrada com papel sulfite branco). Com base nesses resultados, as atividades seguintes foram preparadas para aprofundar a discussão dos pontos identificados.

6.2. AULA 2

A segunda aula foi dividida em duas partes, em que se discutiu a dispersão da luz branca e como é possível obter cores diversas pelo sistema aditivo.

Chamou a atenção da professora, nas anotações de alguns alunos na primeira atividade, o fato de que eles se referiram à luz branca como uma luz com existência própria, ou seja, como o azul ou o vermelho, seria mais uma cor. A linguagem cotidiana ajuda a entender essa construção, uma vez que são utilizadas lâmpadas “de luz branca” para a iluminação em geral e paredes são pintadas com cor branca assim como é possível o mesmo procedimento para utilização das tintas azul e vermelha. Essa ideia pôde ser aproveitada para discutir a dispersão da luz branca.

Outro fenômeno físico foi também considerado: quando ocorre refração, além da mudança de velocidade, a luz pode também sofrer desvio na sua trajetória dependendo de como atinge a superfície de separação dos meios físicos que ela atravessa. Ao incidir obliquamente em um prisma de acrílico (por exemplo), suas diversas componentes passam a se propagar com velocidades diferentes, sofrendo desvios diferentes, que são maiores para luzes de frequências mais altas (possuem índices de refração de valores maiores). Isso ocasiona sua separação de tal forma que é possível ver as diversas radiações que compõem a luz branca.

Foi montado o aparato como descrito no item 5.2 e os alunos acomodados na sala; as luzes foram apagadas e o projetor ligado. A imagem obtida é apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Linhas espectrais obtidas com o prisma



Fonte: Das atividades realizadas.

Ao observar essa imagem, as discussões dos estudantes voltaram-se para a quantidade de cores que podiam perceber. Apareceram opiniões de que havia sete cores, de que a imagem vista era igual ao arco-íris. Foi sugerido que eles se aproximassem e contassem quantas cores viam. Houve respostas com diferentes quantidades, como sete, nove e dez, por exemplo.

Analisando as falas, verificou-se que a maioria dos alunos percebia a existência de muitas faixas de cores, pois as regiões de transição não pareciam bem definidas e, dependendo da percepção, alguns deles identificaram mais, ou menos, faixas. Algo que também se destacou foram os comentários de alguns alunos que compararam a imagem da luz dispersa com o arco-íris e imaginaram que deveria haver apenas sete cores. Talvez essa ideia possa estar ligada não só ao senso comum, como também a informações encontradas em *sites de internet* e mesmo livros didáticos¹, que fazem referência ou associação às cores do arco-íris como sendo sete (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta).

Interessante notar que alguns estudantes, em suas explanações sobre o que viam, referiram-se ao desvio da luz no prisma como reflexão e não refração, havendo quem

¹ Para exemplificar: <https://novaescola.org.br/conteudo/1123/de-onde-vem-as-cores-do-arco-iris>. Acesso em: 10 jan. 2022); o livro didático *Conexões com a Física* associa a luz dispersa com o arco-íris. (v.2, 3ª. ed., pág. 195).



textualmente dissesse: “A luz reflete no prisma e reflete cores diferentes” (Aluno 1). Esse dado aponta que a diferenciação entre reflexão e refração precisaria ser retomada em outro momento.

Na atividade seguinte, procurou-se explorar a formação das cores pelo processo de adição e destacar sua diversidade. Pôde-se discutir as diferenças entre as cores vistas na dispersão e a forma de obter as cores pelo processo aditivo.

A caixa de diálogo (Figura 6) mostra o sistema RGB e os valores correspondentes para as cores verde, azul e vermelha, que podem variar independentemente de 0 a 255 unidades. Esses valores correspondem à intensidade da emissão de cada cor, sendo a maior intensidade para o 255 e não emissão com o valor zero.

Escolhendo a opção 255 em todas as caixas, obtém-se o branco; atribuindo valor zero a todas, obtém-se o preto. Valores diferentes, em diferentes proporções dessas cores, irão gerar outras inúmeras cores, de forma análoga ao efeito que luzes emitidas por uma fonte irão provocar no observador.

A professora notou que alguns alunos confundiram o processo de adição com o de subtração, esperando, talvez, que a mistura de cores no valor máximo deveria se aproximar do preto, como acontece quando se misturam, por exemplo, tintas vermelha, azul e amarela no processo subtrativo de formação de cores. A atividade continuou com os estudantes sugerindo valores para R, G e B na caixa de diálogo e verificando que cor era obtida. A questão da associação incorreta do processo de formação de cores por adição com o processo de subtração foi retomado na atividade seguinte.

6.3. AULAS 3 E 4 - A TÉCNICA IMPRESSIONISTA

Novamente na sala de projeção, foram apresentadas algumas obras impressionistas. Por meio de apresentação em *PowerPoint*®, discutiu-se o movimento impressionista, sua origem e técnica, de forma expositiva. Em seguida, apresentou-se uma obra de Monet, *O Passeio*, ou *A mulher com sombrinha*, apresentada na Figura 8.

Figura 8 - O passeio ou Mulher com sombrinha



Fonte: <https://arteeartistas.com.br/mulher-com-sombrinha-o-passeio-claude-monet>. Acesso em: 10 jan. 2022.

Pediu-se que os alunos fizessem uma “releitura” do quadro, utilizando, para tanto, a técnica de obtenção de cores dos impressionistas, que consiste em misturar tintas das cores primárias vermelha, azul e amarela sobre o quadro.

Foi entregue um pouco de tinta para cada aluno num prato plástico para que pudessem executar suas pinturas, atentando-se para as misturas e cores obtidas. Após todos terminarem, passamos a comparar as cores obtidas nesse processo com as cores anteriormente obtidas na paleta de cores. Encerrou-se a aula com uma apresentação sucinta da professora da turma sobre o papel dos cones na retina do olho humano e da interpretação da cor pelo cérebro.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nas atividades propostas estão em acordo com o objetivo estabelecido, ou seja, favorecer a participação ativa dos estudantes, dar importância para suas explicações e utilizar essas explicações para manter o diálogo em torno de conceitos científicos a serem ensinados. Foram apoiados especialmente nas ideias de Vigotsky quando afirma que a aprendizagem se dá através da interação social necessária para a construção do conhecimento (PACCA, 2015, p. 133).

A apresentação das explicações dos alunos frente às situações práticas vivenciadas permitiu à professora identificar algumas ideias que poderiam funcionar como obstáculos ao aprendizado correto, como se pôde perceber na questão da luz branca, entendida como uma cor independente (o que implicaria na existência de uma frequência específica para ela) e a confusão entre os processos de formação de cores por adição e subtração para explicar, por exemplo, a formação das cores preta e branca. Essas ideias, já construídas e trazidas pelos



estudantes, permitiram à professora identificá-las e dar-lhes relevância no desenvolvimento das aulas, com exemplos capazes de produzir um conflito cognitivo.

Este procedimento não é comum: planejar o ensino sem referência nos conhecimentos prévios dos alunos e nas suas formas de pensar pode significar uma perda significativa da oportunidade de apontar o conflito e conduzir a aprendizagem significativa. Entretanto, vai depender da experiência profissional do professor, da sua habilidade e segurança para lidar com as expressões dos estudantes e com o conteúdo específico em questão a ser alcançado.

Com foco na aprendizagem significativa de Ausubel (MOREIRA, 1979), pode-se analisar as atividades realizadas em que a professora participante deste estudo procurou introduzir novos conceitos associados a ideias que os alunos já traziam, objetivando ressignificar e reconstruir o conhecimento já estruturado por eles.

Em relação à natureza das atividades realizadas, considera-se que possibilitaram a interação dialógica pretendida com oportunidades para colocar em questão as formas de pensamento dos estudantes no lugar de uma exposição de conteúdos (RIBEIRO e VERDEAUX, 2013). Mesmo os experimentos de caráter demonstrativo podem favorecer a perspectiva dialógica. Nesse sentido, destaca-se a condução da professora, que procurou fomentar a discussão dos conceitos estudados a partir da interpretação que os alunos faziam dos efeitos observados.

Assim, mesmo as atividades de caráter demonstrativo, (...) que visam principalmente à ilustração de diversos aspectos dos fenômenos estudados, podem contribuir para o aprendizado dos conceitos físicos abordados, na medida em que essa modalidade pode ser empregada através de procedimentos que vão desde uma mera observação de fenômenos até a criação de situações que permitam uma participação mais ativa dos estudantes (ARAÚJO e ABIB, 2003, p. 190).

A formação das cores e o processo de visão são temas que abrem, também, possibilidades para trabalhos interdisciplinares. Por exemplo, o estudo de estruturas do olho humano, como a retina e suas células especializadas, podem ser tratados em conjunto com o professor de Biologia; a formação das cores por síntese aditiva e subtrativa abrem possibilidades para o trabalho com a disciplina de Artes.

Desenvolver atividades práticas em que os alunos tivessem a oportunidade de participar, questionar, elaborar justificativas, enfim, pensar, foi instigante e motivador, proporcionando maior interação. Contudo, precisa-se entender que esse tipo de trabalho despende de dedicação e tempo, tanto na preparação, como na sua execução em sala de aula. Desta feita, o tema demandou quatro aulas, sendo que uma abordagem baseada apenas em aulas expositivas



poderia ser tratada em uma ou duas aulas, como já fizera a própria professora da classe em oportunidades anteriores. De qualquer modo, considera-se que o ganho, tanto em participação como em motivação, justificou plenamente tal escolha; ou seja, ensinar os conceitos de forma que o aluno tenha a possibilidade de compreender um fenômeno com a percepção do conflito existente com a concepção científica e possa ter interesse em estudar, entender um pouco de Física e quebrar o estereótipo de que essa ciência se resume a fórmulas e números.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Kleber Luis, SANTOS, Paulo José Sena dos, FERREIRA, Gabriela Kaiana. Os três momentos pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n.2, p461-482, 2015. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n2p461>

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia dos Santos. **Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**, tradução de Esteia dos Santos Abreu, 1.^a ed. Rio de Janeiro: Contraponto Editora Ltda., 1996.

DRIVER, Rosalind. Students' conceptions and the learning of science. **International journal of Science Education**, v. 11, p. 481-490, 1989. <https://doi.org/10.1080/0950069890110501>

ESTEBAN, Maria Paz Sandin. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. 1.^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.^a ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIRCOREANO, José Paulo. **O ensino de óptica e as concepções sobre luz e visão**. 1997. 155 f. São Paulo: Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

GRAF. **Grupo de Reelaboração do Ensino de Física**, v. 2. São Paulo: Edusp, 1991.

GUSMÃO, Fábio Alexandre Ferreira. **Indicadores educacionais, sociais e econômicos como preditores do desempenho escolar no ensino médio: um estudo acerca das dimensões da desigualdade educacional com base no SAEB (2001 – 2015)**. 2021. 316 f. Aracaju: tese (doutorado em Educação) - Universidade Tiradentes, Aracaju, 2021. Disponível em: <https://mestrados.unit.br/pped/wp-content/uploads/sites/2/2021/10/Tese-Doutorado-Fabio-Gusmao-versao-final.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização de conteúdo de Física. **Revista Brasileira de Física**, v. 9, n. 1, p. 275-292, 1979.



MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e conceitos no ensino de ciências**. 1.^a ed. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

OLIVEIRA, Cássio Rodrigo de. **A indiferença de estudantes do ensino médio pelo conhecimento escolarizado**: reflexões de um psicólogo a partir da perspectiva Histórico-Cultural. 2017. 90p. Campinas: dissertação (Programa de Pós-Graduação em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas-SP, 2017.

PACCA, Jesuína Lopes de Almeida. Construção de conhecimento na sala de aula: um diálogo pedagógico significativo. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 20 n. 3, p. 131-150, 2015. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n3p131>

PAIVA, Fernando Fernandes, BARBATO, Daniela Maria Lemos, PAIVA, Mirella Lopez Martini Fernandes. Orientações motivacionais de alunos do ensino médio para física: considerações psicométricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40 n. 3, p. e3404-1 – 3404-9, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0343>

PIAGET, Jean. **Aprendizagem e conhecimento**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979.

PINHO, Edna Mara Veiga. **Proposta de aula: luz, cor e suas concepções alternativas**. Trabalho de instrumentação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

RIBEIRO, Jair Lúcio Prados, VERDEAUX, Maria de Fátima da Silva. Uma investigação da influência da reconceitualização das atividades experimentais demonstrativas no ensino da óptica no ensino médio, **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 18, n.2, p. 239-262, 2013.

SILVA, Linizia Ferreira da, MEDEIROS Jr, Raimundo Nonato de. As cores da bandeira em diferentes cenários de iluminação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 34, n. 2, p. 603-620, 2017. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n2p603>

SILVEIRA, Márcio Velloso, BARTHEN, Ricardo Borges, Ensino da visão cromática através de aparato com LED's coloridos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 38, n. 3, p. e3502, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0023>

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A formação social da mente**. 2.^a ed. São Paulo: Martins Fontes, 1988.