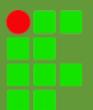


CAMINHO PARA O NÉCTAR E OUTRAS ATIVIDADES:

O espectro de cores e a interação entre os seres vivos e
seu habitat

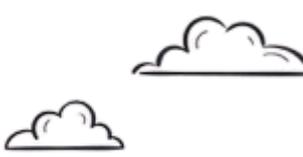
Emanuelle São Leão de Lima

Orientadora: Denise Leal de Castro

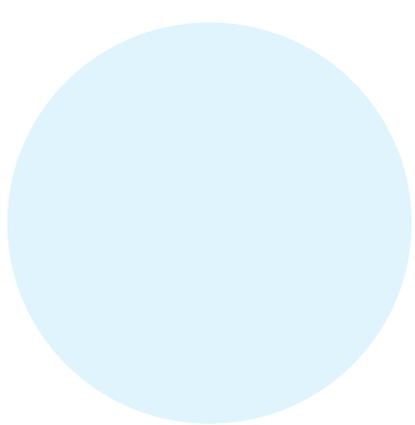


INSTITUTO
FEDERAL
Rio de Janeiro

Campus
Nilópolis



SUMÁRIO



PREFÁCIO	3
INTRODUÇÃO	5
CONHECIMENTOS PRÉVIOS	6
GESTÃO DE SALA DE AULA	7
EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM	10
AVALIAÇÃO	10
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS	11
CAIXA DE CORES	12
1º MOMENTO – AS CORES DA LUZ	12
2º MOMENTO – A COR DAS COISAS	15
SIMULADOR DE VISÃO DE CORES	18
1º MOMENTO – CONHECENDO O SISTEMA VISUAL HUMANO	18
2º MOMENTO – DALTONISMO	28
3º MOMENTO – TESTE DE ISHIHARA	31
CAMINHO PARA O NÉCTAR (teste de hidróxido de amônio)	33
REFERÊNCIAS	37



PREFÁCIO

A forma de ensinar e aprender as Ciências Físicas e Biológicas sofreram muitas modificações ao longo do tempo, culminado num modelo de separação em disciplinas de conhecimentos que sempre estiveram inter-relacionados. A separação foi de tal modo contraproducente, que alunos e professores não conseguem identificar a relação entre a Física e a Biologia, por exemplo.

Essa falta de compreensão da relação entre as Ciências foi verificada na disciplina de Física num curso de formação de professores de Ciências Biológicas. Quando um licenciando fez a clássica pergunta: “*Por que estou aprendendo isso, se vou ser professor de Biologia*”? A partir daí surgiu a ideia deste produto.

Os experimentos não são inéditos, mas são propostos geralmente, sem uma reflexão sobre a relação entre as Ciências. A autora desenvolveu o produto em forma de sequência didática numa perspectiva investigativa, para permitir o entendimento da relação Biologia e Física, em temas geralmente estudados com o enfoque apenas físico ou apenas biológico.

Os aparatos necessários para o experimento podem ser facilmente montados pelos professores da Educação Básica, com materiais de fácil acesso. Todos os experimentos foram montados e testados pela autora, numa turma de formação de professores de Ciências Biológicas.

A sequência didática propõe uma série de atividades que relacionam os conhecimentos da Física e da Biologia, tendo o entendimento da Cor como tema que perpassa as atividades. Mas cor é cor, precisa ser entendida? Do ponto de vista do conhecimento científico a resposta é sim. Para tanto foram propostos três experimentos que detalho a seguir.

O primeiro experimento chamado “caixa de cores” tem por objetivo discutir a decomposição e sobreposição da Luz. Através das etapas da atividade, fica evidenciado que todas as cores luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz, e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.

O segundo experimento, “simulador de visão das cores”, propõe a exploração da percepção que o olho humano tem das cores. Como os sinais elétricos captados pelo nosso cérebro podem ser interpretados de formas diferentes, sofrendo interferência de

alterações cromossômicas, como, por exemplo, no daltonismo. O objetivo desta atividade é apresentar aos alunos como nosso sistema codifica e decodifica os sinais elétricos vindo das emissões luminosas que atingem nossos olhos, a partir de uma simulação experimental produzida com materiais alternativos e de fácil acesso.

O terceiro experimento, “caminho para o néctar”, busca induzir os alunos a perceberem que nem todos os animais enxergam as cores da mesma forma. Através da exposição de flores nectaríferas ou não, a uma câmara de vapor de hidróxido de amônio, ocorre uma simulação da visão que os insetos têm das cores das flores. Ao realizarmos o teste do hidróxido de amônio, suas estruturas reprodutivas ficam mais evidentes destacando uma fluorescência, mostrando assim, o caminho para o néctar.

A ciência se torna mais atrativa aos olhos dos aprendizes, através de visualizações concretas dos fenômenos envolvidos naqueles conceitos científicos que estão sendo estudados.

Espera-se que a divulgação e utilização deste material contribua para um melhor entendimento das Ciências na Educação Básica, para o envolvimento de docentes e alunos na descoberta das relações entre as Ciências e em tornar mais prazeroso e facilitado o processo de ensino aprendizagem.

Professora Denise Leal de Castro



INTRODUÇÃO

O experimento tem um papel importante no ensino de Ciências, pois serve como ponte de ligação entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa conhecer. Ao adotar uma atividade investigativa, o professor possibilita ao estudante contextualizar conteúdos que, antes estudado, não faziam sentido, e que depois passam a conseguir relacionar com outras áreas do saber. Ao trabalharmos o tema de Óptica, podemos nos aprofundar em assuntos ainda mais específicos da Biologia como nas questões referentes à decomposição e sobreposição da Luz, o processo da captura e decodificação das cores pelos olhos e o processo de absorção e reflexão de raios ultravioletas pelos vegetais.

A experimentação e a vivência de fenômenos científicos são de extrema importância dentro dos processos de ensino e aprendizagem. Por essa razão, as atividades experimentais em laboratório constituem momentos nos quais os estudantes e agentes de ensino podem interagir com os fenômenos, fazer observações e desenvolver habilidades. No entanto, é de conhecimento comum que nem todas as escolas possuem espaços apropriados para as práticas laboratoriais e quando eles existem não estão disponíveis, seja pela falta de manutenção e conservação, seja pela destinação para outros fins.

Por esse motivo, procuramos desenvolver práticas que pudessem ser realizadas dentro da sala de aula, por meio de experimentos construídos a partir de materiais alternativos e de fácil acesso que pudessem apresentar sugestões de atividades interdisciplinares que considerassem os currículos de Ciências da Natureza presentes nos níveis fundamental e médio.

Este produto educativo é destinado aos professores de Ciências da Educação Básica e para os demais interessados em *fazer Ciência* de uma forma mais dinâmica e divertida.



Figura 1: Experimentos de a) Caixa de cores; b) Simulador de visão de cores; c) Teste de hidróxido de amônio.

Fonte: fotografia da autora.

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

É preciso explicitar que toda e qualquer atividade estruturada em fases ou etapas e que possui um método avaliativo se configura em uma sequência didática. No entanto, nem todas conseguem alcançar uma aprendizagem significativa (ZABALA, 2010).

A sequência didática não possui um formato pronto. Para construí-la, é preciso que se descubra o que os alunos querem saber, acham interessante resolver e então traçar os objetivos que se quer alcançar. É preciso redesenhar vários modelos, para então conseguir aquela que dará conta ou ao menos chegará perto de resolver os problemas apresentados (ZABALA, 2010).

Nem tudo se aprende do mesmo modo, no mesmo tempo nem com o mesmo trabalho. Discernir o que pode ser objeto de uma unidade didática, como conteúdo prioritário, do que exige um trabalho mais continuado, ao longo de diversas unidades e, inclusive, em áreas e situações escolares diversificadas, talvez seja um exercício ao qual não estamos suficientemente acostumados, mas nem por isso é menos necessário (ZABALA, 2010, p. 86).

Uma vez que não é possível iniciar nenhuma aula, nenhum novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas a serem realizadas. Assim, uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) deve ter algumas atividades-chave. Na maioria das vezes, a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduza os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos (CARVALHO, 2013).

“Sequências são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 2010, p. 18).

CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Com o intuito de promover uma melhoria na compreensão do assunto relacionado ao estudo de Óptica, procuramos desenvolver uma proposta didática inspirada na metodologia POE (Previsão – Observação – Explicação) (WHITE e GUNSTONE, 1992), na qual, procura investigar a compreensão de um determinado assunto por meio de três tarefas: “Primeiro, eles devem prever o resultado de algum

evento e justificar sua previsão; então, descrevem o que veem acontecer; e, finalmente, reconciliam qualquer conflito entre previsão e observação” (WHITE e GUNSTONE, 1992, p. 44).

Dessa forma, os procedimentos quanto a Motivação (a partir de experiências prévias e cotidianas dos estudantes sobre assuntos relacionados às aulas); Introdução (apresentação de um experimento ou simulação a ser analisado); Previsão (momento em que os alunos fazem previsões individuais sobre as questões colocadas); Discussão das previsões (debates a respeito das previsões e justificativas sem a intervenção do professor); Observação (visualização do fenômeno pelos participantes); Explicação (momento em que são convidados a analisar o que foi visto tentando justificar se houve concordância ou discrepância às previsões realizadas); Explicação científica (Momento em que o professor apresenta um modelo científico a respeito do fenômeno observado com o intuito de fundamentar as concordâncias ou discrepâncias apresentadas pelos estudantes); e Prosseguimento (desdobramentos para outras questões de forma que eles explorem os conceitos vistos durante a prática) possam ser aplicados.

GESTÃO DE SALA DE AULA

A sala de aula não pode ser uma ilha, ela deve ser um espaço conectado com as relações interpessoais e entre o ambiente escolar e o cotidiano dos alunos. Para isso, é preciso que se busquem estratégias para uma boa organização do ambiente da sala de aula.

Segundo (BRASIL, 2018) nos anos finais do Ensino Fundamental, a exploração das vivências, saberes, interesses e curiosidades dos alunos sobre o mundo natural e material continua sendo fundamental. Todavia, ao longo desse percurso, percebe-se uma ampliação progressiva da capacidade de abstração e da autonomia de ação e de pensamento, em especial nos últimos anos, e o aumento do interesse dos alunos pela vida social e pela busca de uma identidade própria. Essas características possibilitam a eles, em sua formação científica, explorarem aspectos mais complexos das relações consigo mesmos, com os outros, com a natureza, com as tecnologias e com o ambiente. Por esse motivo, é importante desafiá-los cada vez mais, de forma que os questionamentos apresentados a eles, assim como os que eles próprios formulam, sejam mais complexos e contextualizados.

Arranjos de sala de aula devem ser propositais, de acordo com o objetivo da atividade ou através de dinâmicas colaborativas, em que o trabalho em grupo seja essencial. A interação entre os pares é fundamental, sendo o professor o mediador e incentivador dessas trocas.

É preciso que o professor esteja atento ao tipo de atividade que se quer aplicar, também como o objetivo que se quer alcançar. Ver **Quadro 1**. Pois, somente assim poderá arranjar o ambiente de sala de aula de forma mais adequada às suas necessidades e realidades.

Quadro 1: Arranjos de sala de aula para atividades experimentais de Ciências.

ARRANJOS	VANTAGENS	DESAFIOS
Em Quarteto ou pequenos grupos	Trabalhar com pequenos grupos; Promover interação controlada; Facilitar o trabalho com leitura; Possibilitar a adequação de atividades em diferentes níveis; Permitir que todos os grupos façam a mesma tarefa ou tarefas diversas.	Organização dos grupos de maneira o mais heterogênea possível; Cumprimento dos combinados e regras para trabalhos em grupo; Participação efetiva de todos.
Em fileiras	Favorece atividades que exijam concentração e foco individuais; Facilita aulas expositivas, em que o professor deve ser o foco; Permite uma boa circulação; Permite <i>feedbacks</i> individuais.	Interação reduzida; Maior complexidade no monitoramento; Disposição das carteiras em relação à visualização do quadro pode ser desfavorável.
De frente uns para os outros	Favorece o compartilhamento de materiais; Possibilita um melhor e maior contato visual entre os alunos próximos.	Interação restrita; Cumprimento dos combinados e regras para trabalhos em grupo pode ser comprometido; Dificuldade em oferecer um <i>feedback</i> individual.

Ao redor	Ideal para rodas de conversas, dramatizações; Favorecimento do contato visual entre todos; Aconselhável para atividades de observação e discussão.	Distribuição confortável dos alunos no espaço disponível; Mobilidade dos alunos na sala de aula.
----------	--	---

Fonte: Elaborado pela autora com base em (RIO DE JANEIRO, 2020).

QUARTETO



FILEIRAS



DE FRENTE UNS PARA OS OUTROS



AO REDOR



Figura 2: Arranjos de sala de aula.

Fonte: Elaborado pela autora com base em (RIO DE JANEIRO, 2020).

EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM

Ao atribuir tarefas em sala de aula o professor deve ficar atento aos procedimentos e atitudes que os alunos executam. Pois, toda forma de interação não apenas com o objeto de estudo, mas também com seus pares pode configurar uma avaliação de aprendizagem. No **Quadro 2**, articulamos diferentes formas de arranjos de ambiente, cuja aplicação de atividades pode favorecer a aprendizagem dos estudantes.

Quadro 2: Sugestões de atividades para determinados arranjos de sala de aula.

ATIVIDADES	ARRANJOS	TIPOS DE APRENDIZAGEM
Questionamento; Questionário; Leitura de textos; Trabalho escrito.	Quarteto ou Fileira	Conceitual (pense e resolva) – descrever por escrito ou por desenhos os conceitos fundamentais estudados.
Discussão aberta; Observação de vídeos e figuras.	Ao redor	Atitudinal (resolução de problemas) - colaborar entre os pares na busca da solução do problema; Esperar a vez de falar; Prestar atenção e considerar a fala do colega.
Experimentação; Atividades manipulativas.	Quarteto ou pequenos grupos	Processual (processos para resolução de problemas) - Buscar ideias que servirão de hipóteses e as testem; Descrever as ações observadas; Relacionar causas e efeitos; Explicar o fenômeno observado.

Fonte: Elaborado pela autora com base em (BELLUCCO e CARVALHO, 2014).

AVALIAÇÃO

“Se eu digo que a criança tem direito ao aprendizado, que ela tem direito à educação, então é preciso verificar se isso está sendo realizado ou não.” (SOARES, 2012, p. 188).

Uma SEI pode ser formada por um ciclo, ou por vários ciclos, dessas atividades principais, mas no final das atividades ou pelo menos no final de cada ciclo, é

importante planejar uma avaliação (CARVALHO, 2013). No entanto, não deve ter o caráter de uma avaliação somativa que visa a classificação dos alunos, mas, sim, uma avaliação formativa que seja instrumento para que alunos e professor confirmem se estão ou não aprendendo.

É preciso verificar quem também não participa nem em termos de atitude nem em termos de processo. Essa avaliação deve ser feita sempre que os grupos trabalharem. Para (CARVALHO, 2013, p. 19), uma avaliação pensada como formativa, realizada no decorrer do ensino de uma SEI, tem a finalidade também de proporcionar oportunidades para uma autoavaliação por parte dos alunos, cabendo ao professor orientá-los no reconhecimento de seus avanços e nas conquistas que, ainda, precisam ser alcançadas.

Espera-se que o aluno no final de suas etapas de aprendizagem possa ser capaz de: explicar fenômenos cientificamente; avaliar e planejar experimentos científicos; e interpretar dados e evidências cientificamente.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

Apresentamos a seguir as atividades propostas para uma sequência de ensino investigativa sobre luz, visão e cores. Em cada uma delas, consideramos em sua aplicação os pontos destacados na introdução deste produto educativo, tanto em relação às etapas do desenvolvimento do conhecimento quanto na gestão de sala de aula e gerenciamento de classe, como forma de promover uma aprendizagem significativa.

Ressaltamos que as atividades aqui propostas foram testadas e validadas por turmas de modalidades de ensino e níveis de escolaridade diferenciados. Contudo, é preciso destacar que a prática adotada deve levar em consideração a realidade e perfil acadêmico de cada sala de aula. Pois, algumas atividades podem apresentar maior nível de complexidade do que outras ou levar mais tempo do que o esperado. Por esse motivo, antes de iniciar a sequência observe o número de alunos por turma, a quantidade de aulas disponíveis, recursos e espaços apropriados e, sobretudo, se o nível de complexidade de cada experimento corresponde ao nível acadêmico de seus alunos. Traçar um breve perfil a respeito das habilidades e competências já desenvolvidas e que se pretende desenvolver possibilitará ao professor-leitor adaptar novas estratégias e abordagens em relação ao material proposto.

CAIXA DE CORES

1º MOMENTO – AS CORES DA LUZ

Esta atividade tem por objetivo discutir a decomposição e sobreposição da Luz. Permitindo que os alunos possam por meio da observação de experimentos evidenciar que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina. Esta atividade contribui para a abertura de debates a respeito da natureza da luz, suas características e diferenças entre cor luz e cor pigmento. Servindo também como base para outras discussões.

Para introduzir o tema o professor poderá promover um pequeno debate por meio do levantamento de algumas questões:

Você sabe o que é luz?

Como enxergamos os objetos que não emitem luz?

Como é formado o arco-íris?

Quais são as propriedades da luz que você conhece?

Sabe a diferença entre a cor luz e a cor pigmento?

Quais as cores primárias da luz?

Conhecer as concepções alternativas dos alunos permitirá que o professor possa desenvolver atividades que promovam uma aprendizagem mais significativa.

Para esta prática, sugere-se distribuir a turma ao redor de forma que permita o contato visual entre todos e com a projeção das sombras no anteparo. O tempo estimado para esta prática é de um tempo de aula de, aproximadamente, 50 minutos.

Materiais utilizados

Caixa MDF retangular;

Três lâmpadas pequenas (E27) nas cores: vermelha, verde e azul;

Três interruptores simples;

Fios de conexão elétrica.

Procedimentos

Para que a experiência possa ser realizada é preciso, como mostra a **Figura 3**, que em uma caixa retangular sejam instaladas três lâmpadas coloridas (nas cores vermelho, verde e azul) em seu interior, cada uma com um interruptor, e, no lado oposto da caixa, uma abertura circular para saída da luz (é importante que essa abertura não seja muito grande para que as sombras não se separem). Assim que a lâmpada é acesa, sua sombra é projetada no anteparo branco (que pode ser uma parede branca ou uma placa de isopor). O experimento da Caixa de Cores funciona ligando-se duas lâmpadas por vez, alternando entre suas cores.

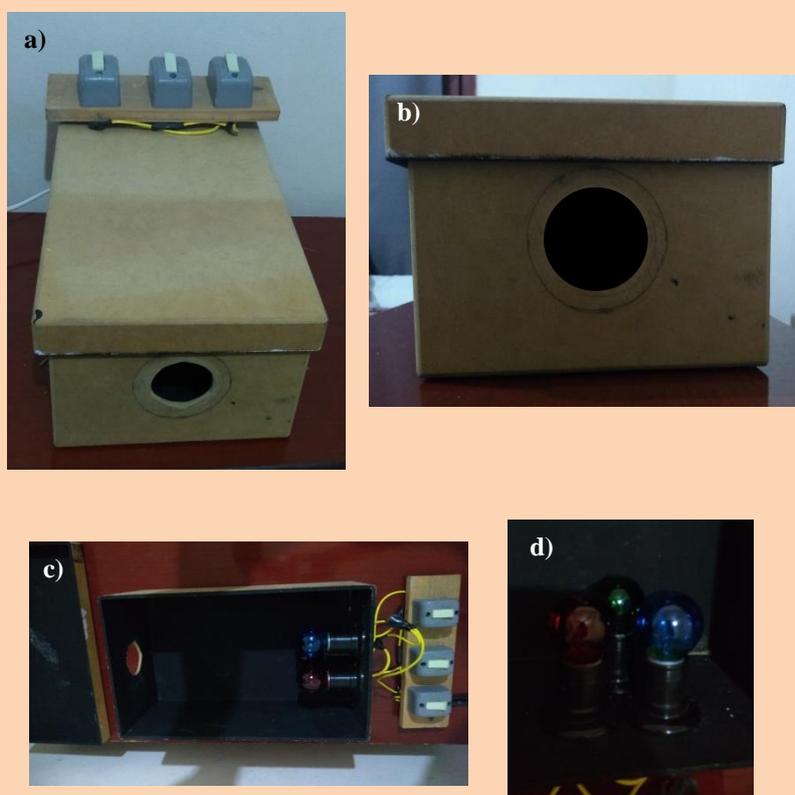


Figura 3: Caixa de cores vista por a) e b) fora e c) e d) dentro.

Fonte: Fotografia da autora.

É importante que antes de acender as lâmpadas o professor peça para os alunos escreverem em uma folha de papel (uma sugestão é distribuir um questionário contendo as perguntas iniciais da atividade e as possíveis resultantes de cada sobreposição das sombras) suas previsões a respeito do fenômeno a ser observado.

É importante que o professor explique brevemente sobre a sobreposição de cores, assim como o funcionamento do experimento a ser realizado. Ver **Figura 4**.

A finalidade da experimentação é detectar se os alunos acertariam as cores formadas quando:

- 1) as lâmpadas vermelha e verde fossem ligadas mantendo a azul desligada;
- 2) as lâmpadas verde e azul fossem ligadas mantendo a vermelha desligada;
- 3) as lâmpadas vermelha e azul fossem ligadas mantendo a verde desligada; e
- 4) mantendo todas as lâmpadas ligadas.

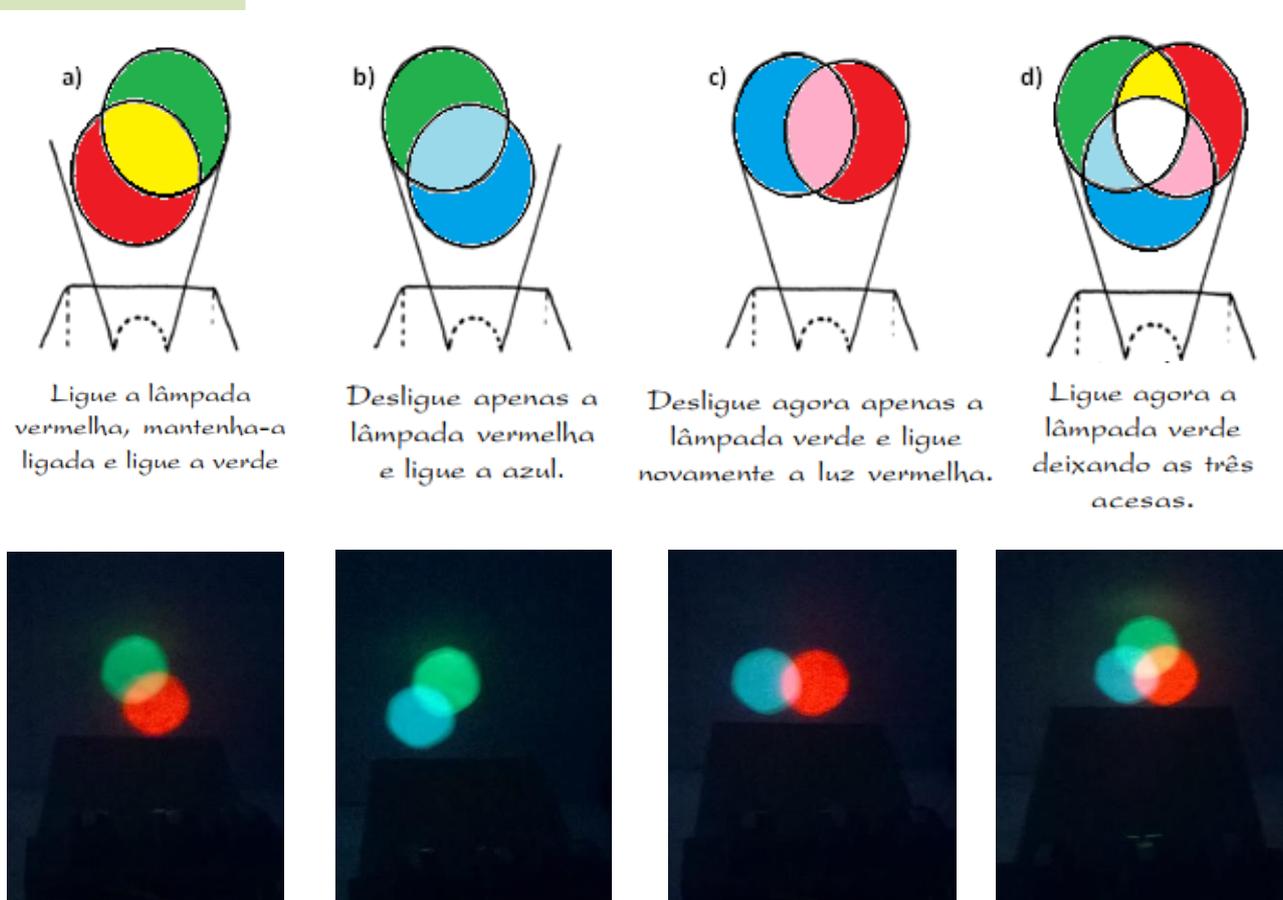


Figura 4: Experiência da “Caixa de Cores”.

Fonte: Fotografia da autora.

Os alunos deveriam responder as questões antes do início da atividade, conferindo seus resultados no momento da experimentação. Ao ligar as lâmpadas as seguintes formações podem ser observadas: amarelo, que é a soma do verde com o vermelho (Figura 4a); ciano, do verde com azul (Figura 4b); magenta, do azul com vermelho (Figura 4c) e branco resultante da soma de todas as cores (Figura 4d).

De acordo com as respostas dos alunos, o professor poderá verificar os conhecimentos a respeito da diferença entre a Cor Luz e Cor Pigmento, visto que elas podem se confundir.

Como relata Delecave (2011),

A cor luz ou cor energia é toda cor formada pela emissão direta de luz. Já a cor-pigmento é a cor refletida por um objeto, isto é, a cor que o olho humano percebe. A cor luz é a encontrada nos objetos que emitem luz, como monitores, lanternas, televisão. A cor pigmento é a cor das tintas (DELECAVE, 2011, s/p).

2º MOMENTO – A COR DAS COISAS

Para reforçar o que foi discutido sugere-se que o professor selecione algum objeto, cujas cores sejam conhecidas pelos alunos e com a Caixa de Cores o ilumine com uma cor de cada vez. Dê preferência a objetos com bastantes detalhes para que eles possam discutir a diferença entre uma cor e outra, segundo a luz emitida sobre a peça. O experimento não apenas reforça o conceito de cor luz e cor pigmento, como também promove maior atenção dos participantes sobre o assunto. Na **Figura 5** podemos observar o boneco do Pato Donald sendo iluminado pelas cores branca e vermelha:

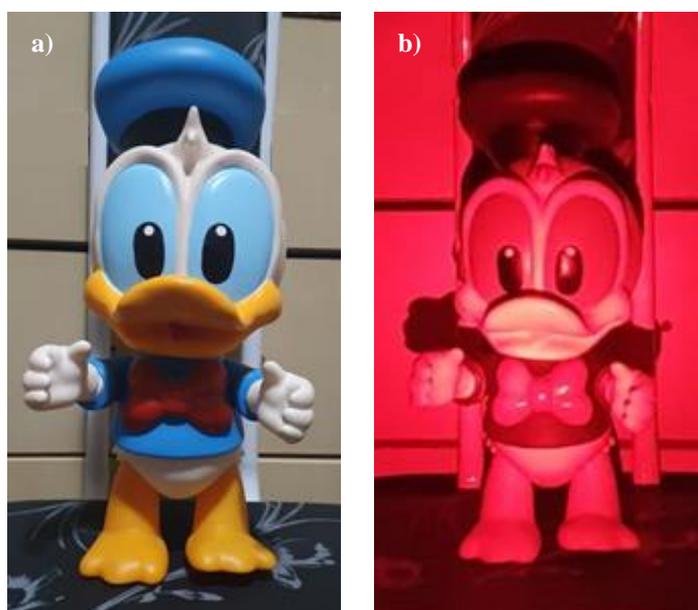


Figura 5: Cor do boneco quando sobre ele se incide a luz (a) branca e (b) vermelha.

Fonte: Fotografia da autora.

Entre os personagens mais conhecidos da Disney, o Pato Donald possui uma vestimenta bem detalhada que para o uso didático pode ser muito bem explorada. Partindo do exemplo proposto, inicialmente, deve ser mostrado aos alunos o boneco sob a luz ambiente. Peça para que os alunos observem atentamente cada detalhe do personagem. Suas penas, patas, bico e uniforme. Deixe claro que a imagem que eles observam refere-se a um objeto sob a iluminação de uma luz branca. A luz solar. Em seguida, pergunte como o personagem apareceria se fosse emitida sobre ele uma luz vermelha.

Que cores apareceriam para as penas, patas, bico e uniforme? Alguma cor permaneceria a mesma? Qual? Por quê?

Uma forma de registro seria distribuir aos alunos uma imagem impressa do personagem para que eles pudessem colorir. Após todos colorirem e discutirem a respeito das cores. Apresente o objeto sob a outra iluminação. Peça que verifiquem com seus desenhos ou pergunte se foi compatível com suas hipóteses. É importante destacar que a sala de aula deve estar escura, sem iluminação, evitando o máximo possível a interferência de luz externa, com o uso de cortinas ou isolando o objeto no interior de uma caixa de papelão, por exemplo.

As penas que de brancas passam a ser apresentadas na cor vermelha se deve ao fato do corpo branco possuir a propriedade de refletir todos os raios que incidem sobre ele, refletindo, portanto, a luz monocromática incidente. A segunda percepção se encontra na boina e no uniforme que de azuis se apresentam pretos. A cor azul possui somente a capacidade de refletir sua cor, absorvendo a luz incidente. Portanto, não reflete nenhuma outra. A ausência de reflexão nos objetos é representada pela cor preta ou cinza escuro. A gravata vermelha permaneceu com a mesma cor por refletir a luz incidente de igual comprimento de onda. O terceiro aspecto a ser observado são as cores refletidas pelas patas e bico. Provavelmente, muitos alunos podem relatar ausência de reflexão para estas partes, visto que a cor pigmento se diferencia da cor luz emitida. No entanto, é preciso destacar que a cor laranja é uma cor secundária formada pela sobreposição das cores vermelha e verde. Estando uma delas com maior ou menor intensidade¹. Portanto, desse modo, suas cores são refletidas por estarem presentes na faixa de comprimentos de onda que refletem a cor vermelha.

¹ Para maior compreensão sobre a formação das cores secundárias e como as percebemos o professor pode fazer uso de um *software* como a plataforma interativa *PHET Interactive Simulations*. Disponível

Assim como o experimento se deu pela observação da emissão da cor monocromática vermelha. De igual forma pode também ser feita para as outras lâmpadas que compõe a caixa de cores. A **Figura 6** mostra o boneco do Pato Donald sendo iluminado pelas cores verde e azul:

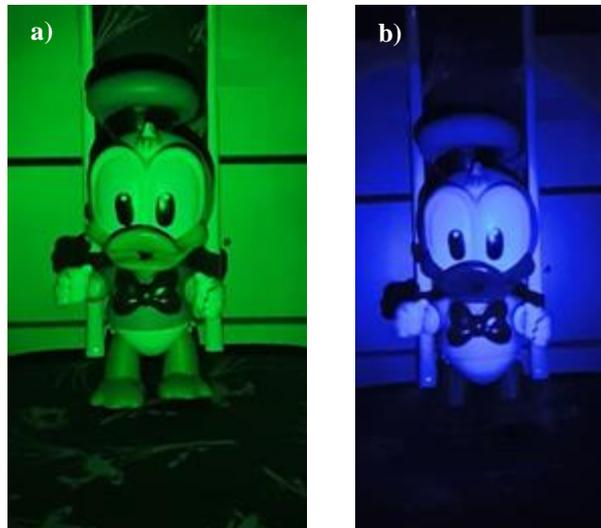


Figura 6: Cor do boneco quando sobre ele se incide a luz (a) verde e (b) azul.

Fonte: Fotografia da autora.

Na Figura 6a podemos observar que a reflexão da cor verde se destaca nas penas, que por serem brancas apresentam essa propriedade. Para o bico e as patas as cores refletidas não se apresentam escuras. Pois, o verde assim como o vermelho também compõe uma de suas cores básicas. O mesmo aspecto é observado para o fundo dos olhos. Na qual, a cor ciano é formada pela sobreposição das cores azul e verde e por esse motivo reflete uma cor esverdeada. Enquanto, para a gravata vermelha se apresenta preta e para o uniforme e boina uma cor cinza escura. Para a Figura 6b podemos observar nitidamente cores claras e escuras. Diferentemente, para as primeiras observações (cores vermelha e verde), o bico e patas sob a emissão de uma luz azul se apresentam escuras. Pois, a cor azul não faz parte de suas cores básicas. Desse modo, apenas absorvem a cor luz.

A discussão a respeito das cores luz proporciona um momento de descontração e permite ao aluno verificar na prática as diferentes formas de se enxergar o ambiente que nos rodeia. A partir do fechamento desta atividade o professor pode estender o estudo sobre as estruturas e funcionamento do sistema visual e nossa capacidade de distinguir cores. Etapa que pode ser explorada em outro dia de aula.

Expectativa de aprendizagem

É preciso que o professor verifique se seus alunos foram capazes de relacionar causa e efeito, explicar o fenômeno observado e relatar por meio de uma discussão aberta a sequência de ações realizadas e as relações existentes entre as ações e o fenômeno investigado.

Avaliação

Participação na aula, observação e análise da imagem com descrição das respostas.

SIMULADOR DE VISÃO DE CORES

1º MOMENTO – CONHECENDO O SISTEMA VISUAL HUMANO

O objetivo desta atividade é apresentar aos alunos como nosso sistema codifica e decodifica os sinais elétricos vindo das emissões luminosas que atingem nossos olhos a partir de uma simulação experimental produzida com materiais alternativos e de fácil acesso. É preciso destacar que para esta atividade espera-se que os alunos já tenham se familiarizado com conteúdos relacionados à natureza da luz, interação da luz com a matéria, formação de imagens e instrumentos ópticos. Esta atividade também pode servir para reforçar outros assuntos como eletricidade e Física quântica, por exemplo.

No início da aula o professor introduz o tema, comentando brevemente sobre os determinados componentes do olho humano, assim como suas principais funções. É importante que o docente discuta com seus alunos a capacidade que alguns seres vivos têm em enxergar cores e qual o seu papel para sobrevivência no meio ambiente como a

distinção entre frutos e folhagens, por exemplo. Em seguida, a explicação volta-se para os mecanismos da visão responsáveis por atribuir cores a tudo que enxergamos: cones e bastonetes.

A retina possui dois tipos de células fotorreceptoras: os cones e os bastonetes. Quando a luz incide nestas células, uma cascata de reações leva-as a um estado eletricamente excitado, o que dá origem, finalmente, às sinapses, que levarão os sinais visuais até o cérebro (WEISSMÜLLER, PINTO e BISCH, 2010, p. 132).

De forma bastante resumida: o fóton de luz incide sobre a retina (A), sensibilizando as células fotorreceptoras presentes na membrana (B). Em meio a esse emaranhado de células há uma proteína chamada Rodopsina (C) que, ligada a um radical diferente, o Retinal (derivado da vitamina A) (D), lhe confere a capacidade de fotoabsorção (WEISSMÜLLER, PINTO e BISCH, 2010). Como mostra a **Figura 7**.

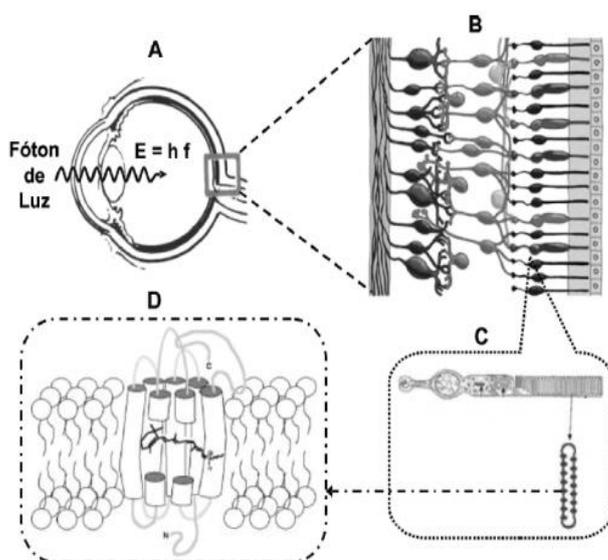


Figura 7: Esquema das estruturas envolvidas no sistema visual.

Fonte: (LORETO e SARTORI, 2008, p. 272).

As células presentes na membrana são denominadas de fotorreceptores por possuírem a capacidade de converter a energia luminosa em impulsos elétricos, os quais são enviados ao córtex cerebral. Ao considerarmos a região do espectro luminoso visível ao ser humano, verificamos que seus limites máximos e mínimos estão compreendidos nos comprimentos de onda de 700 nm a 400 nm, respectivamente, segundo (LORETO e SARTORI, 2008).

Ao considerar o nível de aprendizagem da turma o professor pode dividir a atividade em dois dias de aula ou mais. Cabendo, ao docente identificar a necessidade

em revisar alguns conteúdos de Óptica e/ou reforçar manipulações matemáticas e atribuições formalísticas, como a conversão entre as unidades de energia, por exemplo. Para esta atividade, sugere-se que os alunos estejam distribuídos em pequenos grupos. De modo que seja possível compartilharem os materiais entre si, promoverem a interação entre os componentes do grupo e discutirem a busca da solução do problema por meio de levantamento de hipóteses e testes. O tempo estimado para esta prática é de dois tempos de aula de, aproximadamente, 50 minutos cada.

Materiais utilizados

Bola oca de isopor;
Tampa de plástico;
Três caixas de fósforos;
Filtros coloridos (tipo gelatina) nas cores: vermelho, verde e azul;
LDR de 1,0 cm;
Resistor de 1/8 W com resistência entre 180 Ω e 270 Ω
Fios de conexão elétrica;
Três LED de alto brilho nas cores: vermelho, verde e azul;
Conector para LED;
Suporte para duas pilhas AA;
Um botão chave Gangorra com dois terminais;
Tinta guache preta.

Ressaltamos que alguns materiais somente podem ser encontrados em lojas especializadas, que talvez nem sempre se localizam próximas à residência ou ao local de trabalho do professor. Para essa situação, sugere-se a adaptação com outros tipos de materiais transparentes como capas transparentes para cadernos, por exemplo. É preciso que se façam testes com diferentes materiais até que se encontrem valores próximos aos apresentados na referência. Assim como mostra a **Figura 8**.

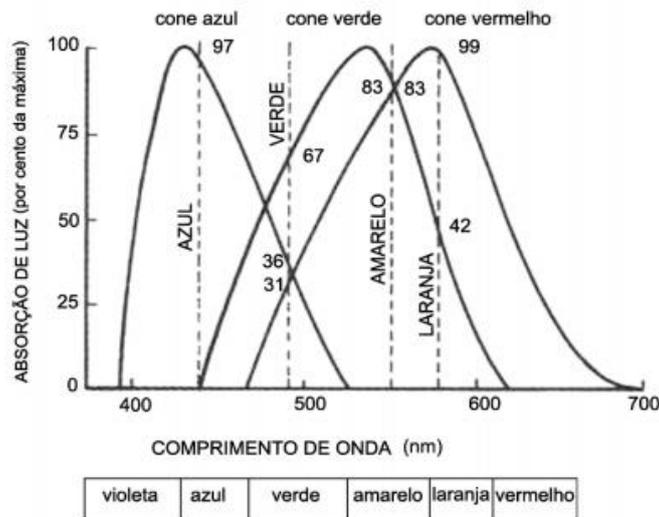


Figura 8: Referente à área de absorção relativa de luz para cada tipo de cone em função do comprimento de onda incidente.

Fonte: (LORETO e SARTORI, 2008, p. 274).

A **Figura 8** pode ser apresentada aos alunos momentos antes do início da experimentação. Pode-se discutir com eles sobre a necessidade que o nosso sistema visual tem de sensibilizar os três cones para conseguirmos enxergar uma única cor, por exemplo. Algumas perguntas relacionadas à imagem podem ser feitas:

Quais são os cones que me permitem enxergar o amarelo? Quanto cada um precisa ser sensibilizado?

Para a cor laranja houve alguma diferença entre os cones? Continuam sendo sensibilizados na mesma intensidade?

Quantos cones precisam ser sensibilizados para que possamos enxergar as cores verde e azul? No que a cor azul se diferencia das demais?

Sugere-se pedir para os alunos que anotem os pontos em que cada cone é sensibilizado. Vale ressaltar que as cores luz estão representadas pelas linhas tracejadas e a extensão de sensibilização para cada fotocélula pelas linhas contínuas. Em seguida, o professor pode apresentar aos estudantes um quadro (**Quadro 3**) com os valores relacionados com o gráfico e pedir aos alunos que verifiquem suas respostas.

Quadro 3: Interpretação codificada de algumas cores pelas diferentes sensibilizações dos três tipos de cones.

Propriedade	Tipo de Fotocélula			Cor Interpretada (combinação dos três)
	Cone Azul ou Pigmento 424	Cone Verde ou pigmento 530	Cone Vermelho ou Pigmento 560	
Absorção de luz (% da Luz Máxima)	97	00	00	Azul
	36	67	31	Verde
	00	83	83	Amarelo
	00	42	97	Laranja

Fonte: (LORETO e SARTORI, 2008, p. 274).

Devido a sua complexidade, sugere-se que o professor construa alguns modelos do aparato antes de sua aplicação, faça alguns testes e verifique os valores registrados. Para que quando trabalhados em sala de aula, já se tenha uma estimativa de quais valores podem ser encontrados. Mesmo que eles se difiram um pouco do referencial. Neste caso, é importante que se adote uma estimativa de erros e incertezas de medidas para o experimento que se quer aplicar. Dessa forma, poderá verificar se as medidas encontradas pelos alunos correspondem à faixa de valores pré-definida. É importante ressaltar que leve os modelos já prontos para a escola e os distribua pelos grupos durante a atividade.

Os detalhes de sua montagem e os valores de resistências podem ser consultados no texto de referência: Simulação da visão das cores: decodificando a transdução quântica-elétrica. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n2p266/5635>.

Montagem

No interior de uma bola oca de isopor instale, em lados opostos, um resistor LDR e um conector para LED (1), ligado a um resistor de 1/8 W e a um suporte para pilhas AA (2). Diferente do experimento apresentado por Loreto e Sartori (2008), instalamos um interruptor, com o intuito de facilitar seu manuseio (3). O multímetro deve ser conectado às hastes do resistor LDR com prendedores tipo “jacaré” (4), e seu seletor colocado na faixa de 200 k Ω . Como mostra a **Figura 9**.

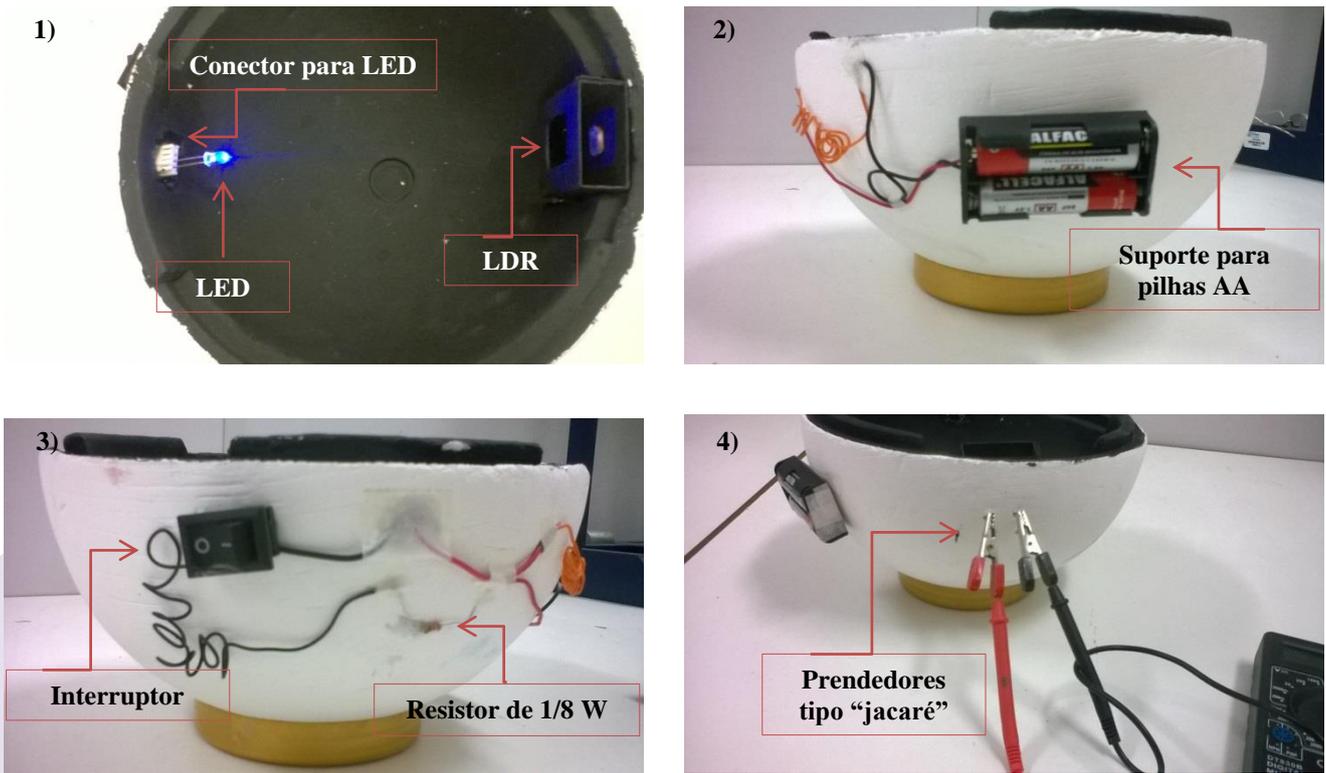


Figura 9: Simulador de Visão de Cores.

Fonte: Fotografia da autora.

Procedimentos

O experimento funciona ligando cada LED por vez. Para cada luz emitida é preciso que se registrem, com o uso do multímetro, as medidas sem o filtro e depois com um filtro de cada cor, de forma a se obterem os códigos de simulação visual. Com o intuito de diminuir a interferência da luz externa, o aparato pode ser coberto por TNT preto nos momentos da coleta de dados. Como mostra a **Figura 10**.

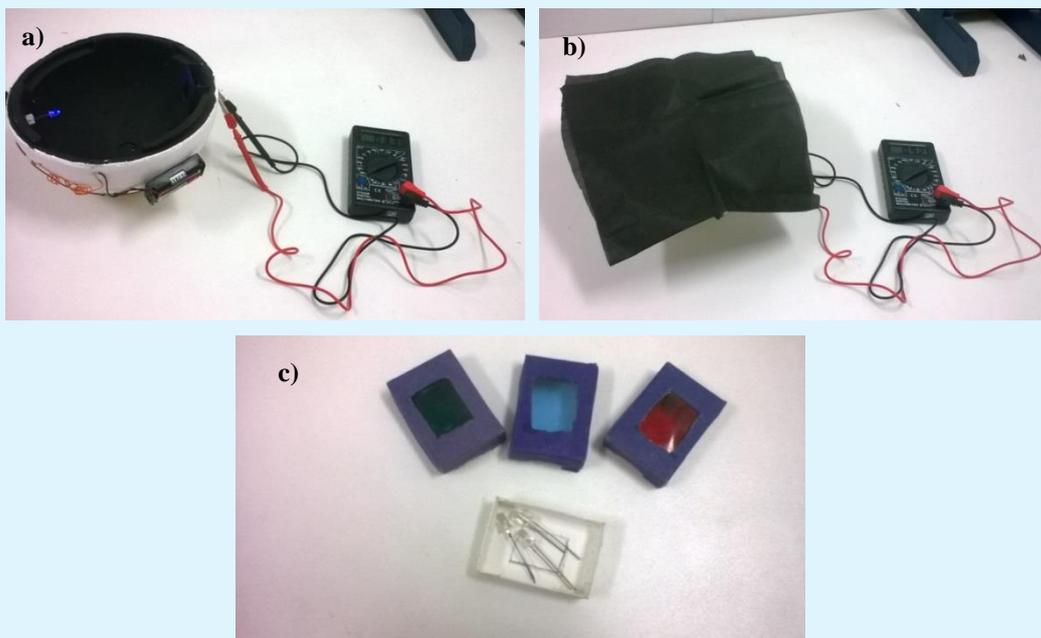


Figura 10: Imagem a) da montagem do simulador, b) do registro de dados pelo multímetro e c) dos filtros nas cores Verde, Azul e Vermelho.

Fonte: Fotografia da autora.

Após a distribuição dos materiais e a montagem do aparato, pede-se aos alunos que meçam e registrem as medidas apresentadas pelo multímetro, conforme mostra a **Quadro 4**.

Quadro 4: Dados de resistência elétrica em $k\Omega$ coletados durante a simulação.

LED = COR	R_0	FILTRO = CONE								
		AZUL			VERDE			VERMELHO		
		R	$ \Delta R $	p (%)	R	$ \Delta R $	p (%)	R	$ \Delta R $	p (%)
AZUL										
VERMELHA										
VERDE										

Fonte: Adaptado de Loreto e Sartori (2008).

São consideradas as seguintes variantes:

R_0 = Resistência medida sem filtro;

R = Resistência medida com filtro;

$|\Delta R| = R - R_0$ = Diferença de resistência elétrica observada com e sem filtro;

$p = |\Delta R| / R_0$ = Percentual da diferença da resistência elétrica observada com e sem filtro em relação ao valor de referência R_0 (Resistência medida sem filtro).

Explique aos alunos que o valor de R registrado pelo multímetro refere-se ao quanto de energia luminosa foi bloqueada pelo filtro, ou seja, o quanto de luz seria aproveitado pelo cone. No entanto, o objetivo do simulador é descobrir o quanto de luz é transmitido para o córtex cerebral. Para isso, é preciso que se façam alguns ajustes e convenções, de forma que o simulador se aproxime ao sistema visual real.

Com base em (LORETO e SARTORI, 2008), podem ser adotados os seguintes critérios de interpretação:

Quadro 5: Critérios para interpretação dos dados obtidos e convenção para o desempenho dos filtros.

Desenho dos Filtros	Convenção	Interpretação Proposta
Absorção = p% Transmissão = 100% – p%	Se $p \geq 100\%$ Transmissão = 00 ("bloqueio total" da luz)	Cone não é sensibilizado; não há propagação do estímulo (sinal codificado)
	Se $p < 100\%$ Transmissão = 100 – p (%) ("passagem parcial" da luz)	Cone é sensibilizado; há propagação do estímulo (sinal codificado)

Fonte: Adaptado de Loreto e Sartori (2008, p. 282).

Como podemos observar no **Quadro 5**, a variante p (%) representa o quanto de absorção foi registrado. Logo, se o valor for maior ou igual a 100% ocorreu o bloqueio total da luz, não havendo, portanto, transmissão de sinais elétricos ao cérebro. No entanto, se o valor de p (%) for menor que 100% houve uma parcela de transmissão. Neste caso, o cérebro recebe sinais elétricos enviados pelas células fotorreceptoras. Aplicando os critérios e as convenções acima estabelecidos, obtemos os códigos de sensibilização das cores azul, vermelha e verde para cada tipo de cone (filtros).

Neste momento, pede-se para que os alunos substituam seus valores no **Quadro 6** e façam as devidas convenções.

Quadro 6: Aplicação dos critérios de interpretação dos dados.

LED = COR	FILTRO = CONE					
	AZUL		VERDE		VERMELHO	
	p (%)	Convenção	p (%)	Convenção	p (%)	Convenção
AZUL						
VERMELHA						
VERDE						

Fonte: Adaptado de Loreto e Sartori (2008).

Vale lembrar que a convenção é dada por $100 - p$ (%), na qual o segundo termo representa o valor relacionado à intensidade de absorção pelo filtro.

Com os dados tabelados, os alunos poderão comparar os códigos obtidos do simulador com os códigos apresentados pelo referencial adotado a respeito do sistema visual humano. Como mostra o **Quadro 7**.

Quadro 7: Aplicação dos critérios de interpretação dos dados pelo referencial adotado.

LED = COR	FILTRO = CONE					
	AZUL		VERDE		VERMELHO	
	Sistema Visual	Simulação	Sistema Visual	Simulação	Sistema Visual	Simulação
AZUL	97		00		00	
VERMELHO	00		00		50	
VERDE	36		67		31	

Fonte: Adaptado de Loreto e Sartori (2008).

Enquanto, comparam os valores o professor pode levantar alguns questionamentos:

Os valores se aproximaram do referencial?

Houve alguma leitura que apresentou dados muito diferentes? Muito altos ou muito baixos?

Houve Algum bloqueio total?

É certo que os resultados podem variar de um simulador para outro. Principalmente, se levarmos em consideração a diversidade de gráficos relacionados à absorção de luz publicados na literatura científica. Para isso, a escolha dos materiais, assim como seus ajustes, deve ser compatível com os dados que se quer comparar.

Embora o aparato experimental apresente certa complexidade em sua montagem, espera-se que os estudantes, com o auxílio do professor, possam manusear corretamente. E que sua compreensão a respeito da formação de imagens no olho humano e quanto à decodificação de sinais elétricos enviados ao cérebro possa ser facilmente entendida.

É importante ressaltar que o experimento permite diversas abordagens e desdobramentos, como construção de gráficos a partir dos dados coletados para posterior comparação com o modelo teórico adotado, assim como na leitura de sombras resultantes da sobreposição de cores, verificando, por exemplo, a leitura da cor amarela pura com a sobreposição das cores verde e vermelha, no entanto, é preciso que o professor avalie a quantidade de aulas disponíveis e o nível de participação e interesse de seus alunos para que essas possibilidades se tornem viáveis.

A partir dos dados divergentes que alguns alunos possam ter encontrado (uma sugestão é uma adaptação proposital em determinada leitura de modo que possa promover debates a respeito dessas medidas) pode-se discutir como a nossa percepção de cores varia de um indivíduo para outro. Neste momento, pode-se mencionar a respeito da deficiência do daltonismo. Relacionando, as medidas consideradas incorretas ou equivocadas como um bloqueio de sensibilidade ou baixo valor de absorção em alguns cones para determinadas cores. Permitindo, fazer uma analogia ao sistema visual em que apresentam determinadas anomalias.

Na aula seguinte, o professor pode dar continuidade ao tema sobre daltonismo. Aplicando leituras, debates e testes que possibilitem os estudantes entenderem como um indivíduo daltônico enxerga as cores.

Expectativa de aprendizagem

É preciso que o professor verifique se seus alunos foram capazes de relacionar causa e efeito, explicar o fenômeno observado e relatar por meio de uma discussão aberta a sequência de ações realizadas e as relações existentes entre as ações e o fenômeno investigado. Por ser uma atividade que requer registros por meio de medidas e coletas de dados a prática pode ser considerada conceitual no momento em que o aluno demonstra capacidade de descrever por escrito os pontos fundamentais que foram desenvolvidos e necessários para o fechamento da atividade.

Avaliação

Dar-se-á por meio de participação da atividade, nos debates, relato sobre a sequência e colaboração entre os colegas e no registro de dados e medidas.

2º MOMENTO – DALTONISMO

Segundo (WEISSMÜLLER, PINTO e BISCH, 2010, p. 142),

[...] é uma deficiência na produção de um ou mais pigmentos que resultam em diferentes graus de dificuldade na percepção de cores. Estas deficiências, geralmente hereditárias, são conhecidas como DALTONISMO. [...] É uma disfunção predominantemente hereditária com prevalência diversa entre homens (aproximadamente 7%) e mulheres (menos de 1%) e entre diferentes grupos étnicos. A forma mais comum (6%) resulta de uma alteração no pigmento do cone M, que diminui a capacidade de percepção de cores na faixa da cor verde (WEISSMÜLLER, PINTO e BISCH, 2010, p. 142, grifo nosso).

Com os dados tabelados na aula anterior, o professor pode retomar os dados registrados como forma lançar mão de questionamentos a respeito do bloqueio de cones em relação a algumas cores.

O que aconteceria se uma pessoa tivesse daltonismo que afetasse o funcionamento do cone verde? As outras cores seriam afetadas? Por quê?

E para o cone azul? E o vermelho?

Sugere-se que o professor se apoie nos valores com dados muito baixos ou que tiveram bloqueio total. Tomando como apoio a **Figura 8** como meio de exemplificar os diferentes tipos de daltonismo.

O objetivo desta atividade é desmistificar o fato de que um indivíduo daltônico “troca cores”, mas que as percebe em tons diferentes, uma vez que se tornaria difícil para um indivíduo que nunca viu uma determinada cor “trocar” por outra que consiga enxergar. Para esta prática, sugere-se distribuir a turma ao redor de forma que permita o contato visual entre todos e com a figura exposta. Este arranjo é aconselhável para atividades de observação e discussão. O tempo estimado para esta atividade experimental é de um tempo de aula de, aproximadamente, 50 minutos.

Materiais utilizados

Notebook,

Datashow.

Na ausência de recursos audiovisuais, sugere-se que o professor fixe as figuras coloridas no quadro branco ou em algum lugar da sala que permita a todos sua visualização.

Procedimentos

A atividade consiste em apresentar uma imagem com diferentes colorações de forma que os alunos tentem identificar qual tipo de daltonismo se refere cada imagem. É preciso ressaltar que o professor explique para a turma os diferentes tipos de daltonismo e como cada um afeta o sistema visual de cores. Uma alternativa é pedir aos alunos uma breve pesquisa sobre o tema a ser realizada antes da aula prática.



Figura 11: Tipos de Daltonismo.

Fonte: Elaborado pela autora com base em: <<http://www.garotasgeeks.com/voce-ficara-encantado-ao-ver-como-pessoas-com-daltonismo-enxergam-o-mundo/>>. Acesso em Fev. 2019.

É importante observar que, dependendo do cone afetado, outras cores também sofrerão alterações, visto que as cores primárias dão origem às diversas outras, como o amarelo, por exemplo, resultante da sobreposição das cores verde e vermelho. Como apresentado no primeiro experimento da sequência didática: caixa de cores. Para esta atividade sugere-se perguntar aos alunos se eles conhecem os diversos tipos de

daltonismo e se conseguiriam identificar quais cones foram afetados em cada parte da figura.

Entre os diferentes tipos de daltonismo, temos a Deuteranomalia (deficiência no cone verde), a forma mais comum entre as deficiências. Na Figura 11b podemos verificar que as cores vermelha e verde quase não se distinguem. No lugar delas as pessoas enxergam tons de amarelo, laranja e bege. Enquanto, a cor azul não é afetada. Isso se deve ao fato de seus cones serem insensíveis somente ao comprimento de onda médio, responsável pela cor verde. A Protanopia (deficiência no cone vermelho) é causada pela insensibilidade de comprimentos de ondas longos. Dessa forma a Figura 11c, apresenta alteração da cor vermelha para os tons de bege e amarelo. Neste caso, percebemos que a cor verde também se altera. Já a Tritanopia (deficiência no cone azul), que é quando as pessoas possuem insensibilidade aos comprimentos de ondas curtos. Neste caso, as cores azul e verde podem ser confundidas e aparecerem como leves tons de vermelho, como mostra a Figura 11d.

Percebe-se que não são apenas as cores primárias a serem afetadas pelas deficiências, mas também uma gama de cores entre suas secundárias, terciárias e/ou complementares. Além dessas deficiências, a cegueira de cores também pode ser mencionada. Conhecida como Acromia, na qual, o indivíduo portador dessa anomalia enxerga apenas diferentes tons das cores branco, preto e cinza.

Espera-se que a participação dos alunos nesta etapa seja bastante ativa, pois mesmo desconhecendo a variedade de alterações que esta deficiência pode provocar a atividade pode estimular debates e curiosidades quanto ao assunto proposto. Principalmente, em turmas mais agitadas.

O professor pode levantar questionamentos a respeito das “trocas” de cores. Como a Tritanopia (deficiência no cone azul), na qual apresenta maior gama de cores afetadas: *Por que isso acontece?*

Sugere-se que o professor retome ao **Quadro 1** para que possa verificar juntamente com a turma a cor interpretada pelo nosso cérebro a partir da absorção da Luz para cada tipo de fotocélula. Para enxergarmos a cor azul precisamos apenas que o cone responsável pela absorção de comprimentos de ondas curtas seja sensibilizado. Contudo, caso haja deficiência nesta célula fotorreceptora, a cor verde também será prejudicada, visto que para que ela seja interpretada o cone azul também precisa ser sensibilizado. Uma vez que as cores primárias não podem ser visualizadas, suas secundárias e complementares também sofrerão alteração.

Uma explicação semelhante também pode ser dada para a alteração da cor verde na Figura 11c. Visto que a cor verde também é dependente da absorção parcial de seu comprimento de onda pelo cone vermelho. Vale ressaltar que a dependência dos cones azul e vermelho para a absorção parcial da cor verde também pode ser verificada no experimento do simulador de visão, nos valores referentes à aplicação dos critérios de interpretação dos dados pelo referencial adotado no **Quadro 3**.

Expectativa de aprendizagem

Esta atividade possibilita que os alunos retomem as teorias estudadas. Demonstrando a relação existente entre os conceitos científicos e o experimento. Segundo Carvalho (2013, p. 42), atividades como essa “oportunizam a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual, na qual os conhecimentos prévios são tomados como hipóteses a serem testadas durante o manuseio do experimento”.

Avaliação

Participação na aula, observação e análise da imagem com descrição das respostas. Relacionando com o conhecimento construído nas práticas anteriores.

3º MOMENTO – TESTE DE ISHIHARA

Para o fechamento da segunda etapa: simulador de visão de cores sugere-se apresentar à turma um teste conhecido como “Teste de Ishihara”, um exame no qual se procura verificar se o indivíduo possui ou não daltonismo, procedimento muito comum em alguns processos de admissão para concursos públicos, como as carreiras de magistério e militar, por exemplo. A atividade pode ser uma continuidade da anterior.

Materiais utilizados

Notebook,
Datashow.

Na ausência de recursos audiovisuais, sugere-se que o professor fixe as figuras coloridas no quadro branco ou em algum lugar da sala que permita a todos sua visualização.

Procedimentos

O teste funciona perguntando ao indivíduo se ele consegue “Ler” os números ou símbolos nas imagens coloridas. O professor pode utilizar diferentes imagens (disponíveis na *INTERNET*), cujas informações “escondidas” podem variar entre letras, números e símbolos.

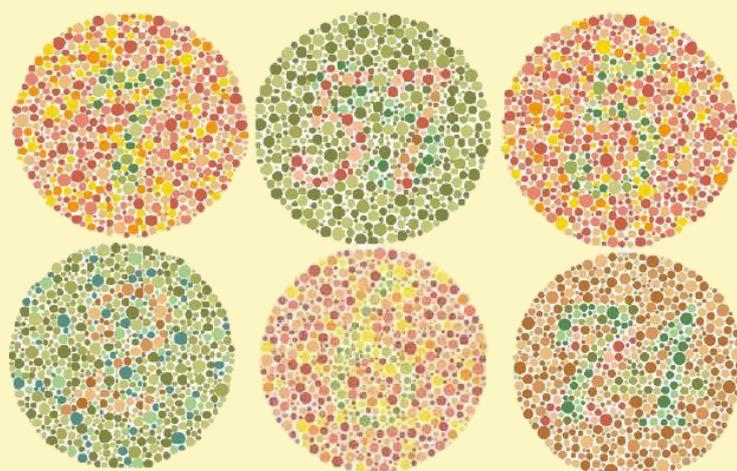


Figura 12: Teste de Ishihara.

Fonte: Elaborado pela autora com base em: <<http://www.daltonicos.com.br/daltonico/teste.html>>. Acesso em Fev. 2019.

A discussão a respeito do Teste de Ishihara proporciona um momento de descontração e permite ao aluno verificar na prática as diferentes capacidades de sensibilização de cores que cada indivíduo possui e suas dificuldades em descobrir os números escondidos que, a propósito, seguem a sequência: 7 (sete); 57 (cinquenta e sete); 5 (cinco); 2 (dois); 6 (seis); 74 (setenta e quatro).

A partir do fechamento desta atividade o professor pode estender o estudo sobre a possibilidade de alguns animais e insetos terem a mesma capacidade de distinção visual. Etapa que pode ser explorada em outro dia de aula.

Expectativa de aprendizagem

Espera-se que o aluno possa participar das atividades de observação e discussão de modo a resgatar conceitos trabalhados anteriormente.

Avaliação

Participação na aula, observação e análise da imagem com descrição das respostas relacionando com o conhecimento construído nas práticas anteriores.

CAMINHO PARA O NÉCTAR (teste de hidróxido de amônio)

Esta atividade tem por objetivo observar a ocorrência da reflexão de raios ultravioletas pelos vegetais e a capacidade de distinção entre as radiações pelos insetos. Permitindo aos alunos verificarem as transições das morfologias florais por meio de um teste com hidróxido de amônio. Com isso, além dos conhecimentos prévios relacionados ao estudo da Óptica, conteúdos mais específicos da Biologia como plantas, seres vivos e meio ambiente também poderão ser trabalhados. Esta atividade pode servir de fechamento para a sequência didática adotada ou servir de tema norteador para outros assuntos mais abrangentes.

No início da aula o professor introduz o tema, comentando brevemente sobre a importância de alguns animais na contribuição de frutos e reprodução de diversas plantas, garantindo a preservação da biodiversidade na Terra. A discussão pode ser promovida por meio da observação de vídeos ou pesquisas feitas pelos estudantes antes da aula. Entre o tema debatido sugere-se que o professor levante questionamentos a respeito dos animais polinizadores, como: *Quais suas funções e contribuições para o meio ambiente? Quais cores esses insetos são capazes de enxergar? Por que alguns animais visitam apenas determinadas flores e não outras?*

Espera-se que com a pesquisa sugerida antecipadamente, os alunos possam expor suas ideias prévias a respeito da função e importância da polinização para a Terra e os seres vivos e os atributos e recursos florais que permitem que esses animais se orientem corretamente. As flores utilizam uma série de sinais envolvidos na atração dos animais. Estes sinais se relacionam principalmente com a maneira como os visitantes

percebem as flores e podem estar associados às características da flor, que incluem, por exemplo, tamanho, simetria, cores e perfumes.

Alguns insetos como as abelhas, assim como as borboletas, enxergam bem na faixa do ultravioleta. No entanto, como na maioria dos insetos, não distinguem a cor vermelha (LORETO e SARTORI, 2008). A capacidade de enxergar a cor ultravioleta é de extrema importância, pois, devido aos seus papéis de polinizadores, saber qual flor pousar é dado pela capacidade de distinguir quais entre elas emitem comprimentos de onda nessa faixa de radiação (WEISSMÜLLER, PINTO e BISCH, 2010).

É preciso ressaltar que para esta atividade os alunos estejam distribuídos em pequenos grupos ou de frente uns para os outros. De modo que seja possível compartilharem os materiais entre si e observarem as diferentes reações para cada amostra floral manipulada por seus colegas próximos. O tempo estimado para esta prática é de um tempo de aula de, aproximadamente, 50 minutos.

Materiais utilizados

Amostras florais;

Recipiente de plástico;

Papel toalha;

Algodão;

Hidróxido de amônio.

Sugere-se que os alunos levem para a aula algumas espécies de flores que possuam em casa ou encontrarem pelo caminho. O professor pode fornecer os demais materiais e distribuí-los pelos grupos.

Procedimentos

O experimento consiste em depositar em um recipiente de plástico um chumaço de algodão embebido com o hidróxido de amônio e uma espécie floral. Estando o compartimento devidamente fechado, aguarda-se por aproximadamente cinco minutos. Após o tempo decorrido, observa-se a reação do composto químico com as partes florais armazenadas. Como pode ser observado na **Figura 13**.



Figura 13: *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski (Margaridão) com sua coloração natural e apresentando fluorescência após reação com o hidróxido de amônio.

Fonte: Fotografia da autora.

É preciso ressaltar que o teste de hidróxido de amônio é utilizado no estudo de Botânica como forma de evidenciar a localização dos pigmentos que absorvem os raios ultravioletas. O composto químico permite observar o contraste que ocorre nas flores quando são expostas ao vapor de amônio. Funcionando como elemento de atração e guia de alimento para os insetos que visitam essas flores (SCOGIN, YOUNG e JONES, 1977).

As flores apresentam pigmentos fotossintéticos que podem refletir a luz ultravioleta. Geralmente as regiões que possuem esses pigmentos estão próximas das estruturas reprodutivas das flores. Ao realizarmos o teste de hidróxido de amônio suas estruturas reprodutivas ficam mais evidentes destacando uma fluorescência. Essa propriedade capaz de tornar visível determinadas faixas de radiações é responsável pela atração dos insetos por esse padrão de coloração, orientando-os a pousar próximo das estruturas reprodutivas da flor.

Enquanto, os alunos aguardam o processo de absorção-reflexão pelas plantas o professor pode promover alguns questionamentos:

A flor está apresentando alguma coloração diferente? Qual cor?

As espécies iguais tiveram a mesma coloração?

Alguma flor não sofreu coloração?

A flor analisada é uma flor nectarífera? Por quê?

Após a discussão e comparação das amostras florais entre os alunos o professor pode explicar que para cada espécie de flor sua coloração pode variar e que nem todas as flores possuem pigmentos fotossintéticos que reagem em contato com hidróxido de amônio. Essas flores não pertencem ao grupo das flores nectaríferas, ou seja, não oferecem néctar. Os insetos que nelas pousam são atraídos por outros recursos como odores, perfumes e cores. Que ao entrarem em contato com a região reprodutiva da flor podem acabar polinizando. Essas espécies, ao entrarem em contato com o vapor do amônio, apresentam um aspecto queimado. Na **Figura 14** podemos observar o processo de reação entre duas espécies florais e o hidróxido de amônio.

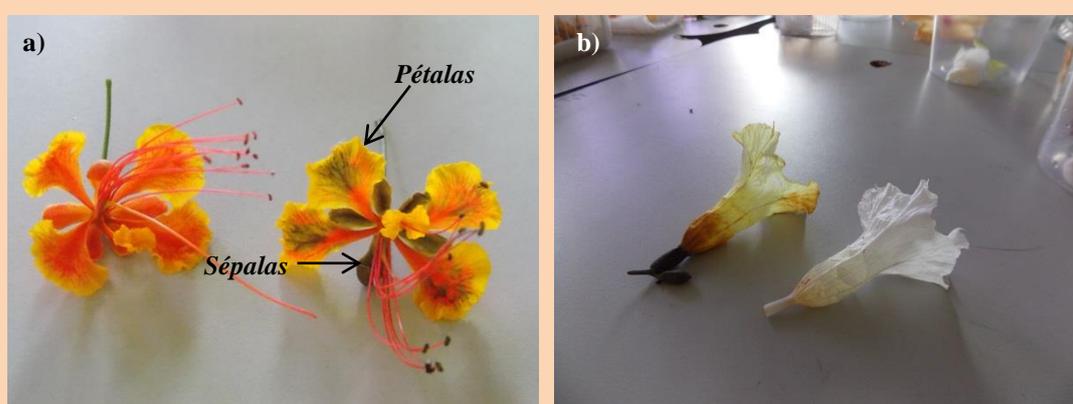


Figura 14: (a) *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw (Flamboyant de Jardim) - flor nectarífera apresentando coloração esverdeada em suas pétalas e sépalas e (b) *Convolvulaceae* (Ipomea sp) - flor não nectarífera após reagir com o hidróxido de amônio (aspecto queimado).

Fonte: Fotografia da autora.

Expectativa de aprendizagem

É preciso que o professor verifique se seus alunos foram capazes de relacionar causa e efeito, explicar o fenômeno observado e relatar por meio de uma discussão aberta a sequência de ações realizadas e as relações existentes entre as ações e o fenômeno investigado.

Avaliação

Dar-se-á por meio de participação da atividade, nos debates, relato sobre a sequência e colaboração entre os colegas.

REFERÊNCIAS

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular/ Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Conselho Nacional de Educação. - Brasília: MEC, SEB, CNE, 2018.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.

DELECAVE, B. Cor: Invivo - Ciência - Cor: luz ou pigmento? Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1096&sid=9>>. Acesso em Fev. 2019.

GRF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Instituto de Física da USP. **Óptica**. Vol. 2. São Paulo: EDUSP, 1998.

LORETO, E. L. S.; SARTORI, P. H. S. Simulação da visão das cores: decodificando a transdução quântica-elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2008, n. 25, v.2, p. 266-286.

RIO DE JANEIRO (Município). Curso de alfabetização – aula 2 – gestão de sala de aula: elementos essenciais – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Escola de Formação Paulo Freire. Gerência de Formação Continuada do Professor Regente. Rio de Janeiro: SME, 2020.

SCOGIN, R. YOUNG. D.A.; JONES, C.E. – 1997. **Anthoclor pigments and pollination biology: II The ultravioleta floral patterns of Coreopsis giganteti (Asteracea)**. Bull. Tor. Boi. Club. 104(2): 155-159

SOARES, C. A avaliação como instrumento de garantia do direito à educação *Entrevista com Chico Soares*, São Paulo, v.2, n.1, p.183-213, jul. 2012.

WEISSMULLER, G.; PINTO, N. M. A. C.; BISCH, P. M. **BioFísica: volume 2**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

WHITE, R.; GUNSTONE, R. Prediction-observation-explanation. **Probing understanding**, v. 4, p. 44-64, 1992.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Editora Artmed, Porto Alegre, 2010.