

Qual é a cor?

Uma proposta para abordagem da reflexão seletiva e do daltonismo

João Pedro Valiante Sestari¹, Pedro Valverde da Silveira¹, Frederico Alan de Oliveira Cruz^{1,#} 

¹Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil.

Palavras-chave

ensino de física
reflexão seletiva
daltonismo

Resumo

A sociedade demanda mais das escolas e dos professores para formar indivíduos aptos a enfrentar os desafios atuais. Os espaços educacionais devem atender à diversidade dos alunos, incluindo os com necessidades especiais. Com um aumento anual de 7% nas matrículas de alunos com necessidades educacionais especiais em escolas regulares, é urgente adaptar recursos educacionais. Alunos cegos e com baixa visão podem se beneficiar de maquetes táteis em aulas sobre óptica. No entanto, alunos com daltonismo enfrentam desafios devido à falta de adaptação de materiais didáticos, afetando sua aprendizagem ao explorar a percepção de cores em objetos por conta da reflexão seletiva da luz. Este trabalho propõe uma abordagem do tema "reflexão seletiva" usando um *kit* didático simples, um *smartphone* e um aplicativo gratuito. Além disso, discutem-se a limitação da abordagem tradicional e a necessidade de tornar os espaços públicos mais inclusivos, adaptando elementos cotidianos.

1. Introdução

A necessidade de adequar a maneira de ensinar ciências no atual cenário global é urgente, devido às demandas da sociedade do século XXI, que possui questões complexas como: a geração de energia, a qualidade da água, a falta de alimentos e o destino adequado do lixo. Nesse contexto, os alunos precisam estar preparados para algo além de estarem aptos para realizar vestibulares. Ademais, em função da heterogeneidade dos indivíduos presentes nas instituições de ensino, é neces-

sário que as metodologias utilizadas pelos professores possam contribuir para a aprendizagem de todos. Como preconizado nos documentos nacionais e internacionais sobre a necessidade de uma educação inclusiva em todos os níveis, que proporcione o desenvolvimento intelectual de todos, independentemente da sua condição [1, 2], a mudança não é uma opção e sim um compromisso para a construção de um mundo menos desigual.

No Brasil, segundo consta na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino

É necessário que as metodologias utilizadas pelos professores possam contribuir para a aprendizagem de todos

#Autor de correspondência. E-mail: frederico@ufrj.br.

Este é um artigo de acesso livre sob licença Creative Commons



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

de temas de física, química e biologia agrupam-se em uma única área de conhecimento, denominada Ciências da Natureza e suas Tecnologias [3]. Isso obriga o profissional responsável a articular os conteúdos das áreas citadas, em um processo que permita a aprendizagem e o consequente desenvolvimento dos alunos. Deve-se levar em consideração que na maioria das vezes o profissional de educação detém conhecimento em apenas uma das três áreas devido às características da formação dos cursos de licenciatura. No caso da formação dos professores de física, geralmente, os temas de química são abordados em uma ou duas disciplinas, enquanto os de biologia nem sequer são tratados [4-6].

Além da falta de interdisciplinaridade, o modelo de ensino vigente baseia-se apenas na transmissão oral dos conteúdos, recorrendo ao quadro para escrever equações e leis, que se torna insuficiente para abordar temas com tantas informações e como descrito por Moreira [7]: “aceito sem maiores questionamentos por professores, alunos, pais e sociedade”. Infelizmente, a “educação bancária” descrita por Paulo Freire [8] ainda se sustenta pela necessidade de se manter elementos de hierarquia nas escolas, no entanto ela se mostra ineficiente para as atuais gerações. Diferentemente das gerações Baby Boomers (1946-1964) e X (1965-1980), que aprenderam e estudaram usando modelos equivalentes da Geração Silenciosa (1928-1945), com um comportamento passivo nas salas de aula, as gerações Z (1997-2012) e α (2010-2020) têm diferentes maneiras de se envolverem com um conteúdo e aprendê-lo [9]. Apesar disso, os professores do século XXI continuam recorrendo a metodologias que remontam a aulas realizadas em meados do século XX.

Para romper com esse modelo arcaico e alinhar as aulas às demandas atuais, o professor deve empregar abordagens inovadoras, apoiadas em ferramentas e recursos educacionais, para aprofundar a exploração de fenômenos, criando um ambiente mais propício para a aprendizagem do tema em discussão.

2. A óptica na BNCC

A necessidade de mudança na metodologia dos professores ganha, além do que foi citado, a necessidade de atender as demandas presentes na BNCC, que teve a sua versão final homologada em 2018. Nesse documento, os conteúdos de física estão distribuídos ao longo de todos os anos de escolarização e não mais restrito ao Ensino Médio. Alguns temas de óptica, por exemplo, podem ser encontrados, respectivamente, no terceiro, sexto e nono ano do ensino fundamental, como descrito no documento da seguinte maneira:

Em um mundo de interatividade, é no mínimo constrangedor considerar que a abordagem dos fenômenos e as propriedades ópticas fiquem restritas à reprodução em um quadro (lousa), com representações falhas dos raios de luz

(EF03CI02) Experimentar e relatar o que ocorre com a passagem da luz através de objetos transparentes (copos, janelas de vidro, lentes, prismas, água etc.), no contato com superfícies polidas (espelhos) e na intersecção com objetos opacos (paredes, pratos, pessoas e outros objetos de uso cotidiano). [3, p. 336] [...]

(EF06CI08) Explicar a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão. [3, p. 344] [...]

(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem 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. [3, p. 351].

Essa organização da BNCC reforça a ideia de que a discussão dos fenômenos deve ocorrer a partir de atividades lúdicas, ou seja, os alunos devem compreender as diversas particularidades associadas ao que é apresentado. Não é factível considerar a apresentação da reflexão e da refração, indicadas para as turmas de terceiro ano do ensino fundamental, como dito anteriormente, a partir de desenhos desconexos. Além disso, não será possível abordar a Lei de Snell-Descartes, visto que a primeira abordagem de ângulos ocorre somente no quarto ano do ensino fundamental: “(EF04MA18) Reconhecer ângulos retos e não retos em figuras poligonais com o uso de dobraduras, esquadros ou *softwares* de geometria” [3].

Nessa nova realidade, o professor deverá explorar outras possibilidades, sejam elas com o uso de uma experiência, uma maquete tátil-visual ou uma simulação, sempre na busca por propiciar um ambiente o mais favorável possível para a aprendizagem das gerações atuais. Em níveis de escolaridade mais avançados, quando são tratados tópicos que envolvem reflexão e refração da luz (Fig. 1), o professor tem a opção de escolher entre as três abordagens mencionadas, cabendo-lhe a avaliação da mais apropriada, ou se será benéfico empregar todas elas durante a exposição do conteúdo.

3. O daltonismo e o ensino de óptica

A urgência de alterar a abordagem educativa pode não ser prontamente compreendida, visto que é comum o professor acreditar que não é necessário modificar o seu método de ensino, mas sim como o aluno percebe a escola. É necessário que os alunos mantenham uma rotina de estudos, mas é preciso lembrar que as expectativas e motivações dos jovens com a escola são diferentes. Em um mundo de interatividade, é no mínimo constrangedor considerar que a abordagem dos fenômenos e as propriedades ópticas fiquem res-

tritas à reprodução em um quadro (lousa), com representações falhas dos raios de luz.

É fato que em muitas situações a utilização de algumas estratégias pode não ser simples devido às dificuldades, como a falta de recursos e espaço das escolas, mas isso não se justifica no caso de muitos dos fenômenos ópticos que são abordados nos programas curriculares. No caso da reflexão e da refração da luz, por exemplo, podem ser apresentadas de diferentes maneiras aos alunos, seja com auxílio de maquetes táteis [12] ou com o uso de experiências demonstrativas simples [13]. Entretanto, a falta de um contato mais direto com conceitos basilares pode influir diretamente na compreensão de situações mais complexas, como a discussão dos princípios associados à visualização de um objeto e, conseqüentemente, das cores. Visto que fatores como a característica da luz incidente, se ela é mono ou policromática, sua forma e suas rugosidades da superfície do material iluminado [14] devem ser abordados diretamente.

O processo de percepção das cores de um objeto é diretamente influenciado pela reflexão ou refração seletiva da luz [15], como a luz chega aos olhos, das estruturas oculares e dos receptores fotossensíveis (cones e bastonetes) que poderão enviar para áreas de processamento no cérebro as informações que serão processadas [16]. Em algumas situações específicas, que podem ser passageiras ou permanentes, a percepção das cores pode ser prejudicada, situação identificada pela Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde [17] como daltonismo.

Segundo Fraser e Banks (*apud* Souza e Pereira) [18], os casos congênitos são assim compreendidos:

Uma vez que o daltonismo congênito afeta 8% dos homens e 0,5% das mulheres em todo mundo [19], isso é um elemento que deve ser considerado quando temas associados à dispersão de luz são abordados durante as aulas

De acordo com o tipo de cone afetado ou ausente, existem três tipos de discromopsia: (1) na protanopia, os indivíduos têm menor sensibilidade aos comprimentos de onda longos, que causam a sensação de vermelho; (2) na deuteranopia, a sensibilidade é menor aos comprimentos de ondas medianas, responsáveis pelo verde; e (3) na tritanopia, a deficiência não permite a identificação das cores relacionadas a comprimentos de ondas mais curtos (azul).

Uma vez que o daltonismo congênito afeta 8% dos homens e 0,5% das mulheres em todo mundo [19], isso é um elemento que deve ser considerado quando temas associados à dispersão de luz são abordados durante as aulas. Levando-se em consideração o total da população do Brasil e de alunos regularmente matriculados nas escolas brasileiras – aproximadamente 214 milhões [20] e 50 milhões [21], respectivamente – é possível estimar que em torno de dois milhões deles têm alguma dificuldade em perceber as cores.

A situação é grave e deveria ser abordada nas aulas de ciências de maneira mais adequada, evitando que os indivíduos com a incapacidade de distinguir as cores sejam afetados ao longo da sua formação escolar, como apresentado por Melo e cols. [22]:

Em alguns casos, as dificuldades no processo ensino-aprendizagem persistiram na Universidade. Um dos entrevistados relatou dificuldades em laboratórios de química, principalmente para desenvolver experimentos que envolviam titulação com mudança de cor da substância. Outros dois relataram problemas no reconhecimento de ligações elétricas identificadas com fios coloridos. Além disso, alguns entrevistados relataram incômodos e vergonha diante de colegas que demonstram curiosidade excessiva.

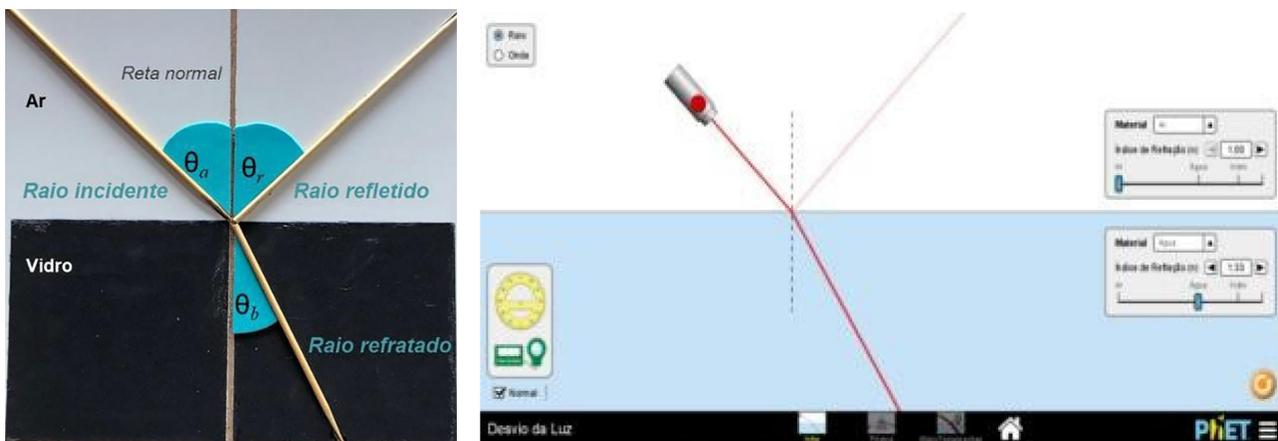


Figura 1 - Exemplos de recursos que podem ser utilizados na discussão da reflexão e refração de luz: na esquerda, a imagem de uma maquete tátil, proposta por Esser, Schwerz e Batista [10], e, na direita, a imagem de uma simulação disponível no portal PHET [11].

Dentro do que foi exposto, é fácil perceber a necessidade do professor e das instituições de formação (escolas e instituições de ensino superior) de disporem de recursos que permitam a participação dos alunos com algum tipo de necessidade educativa especial. Nesse sentido, será apresentada, a seguir, uma proposta que permita a discussão do fenômeno de reflexão seletiva com o uso de um *kit* didático, adaptado de Henrique e cols. [23], que possa ser utilizado para apresentar o que é o daltonismo e auxiliar o professor a identificar os alunos daltônicos.

3. Materiais e métodos

Para a realização da proposta, foram necessários:

- um *kit* de iluminação com diferentes cores;
- um telefone móvel com sistema operacional Android ou iOS;
- o aplicativo Chromatic Vision Simulator;
- fitas coloridas contendo um sistema de identificação de cores.

3.1. Kit de iluminação

O *kit* de iluminação construído para a atividade foi baseado no modelo proposto por Henrique e cols. [23], contendo um circuito com 20 diodos emissores de luz (LED), 5 chaves, utilizadas para acender os LEDs com diferentes cores, e uma fonte alimentadora de 12 V (Figs. 2 e 3).

3.2. Telefone móvel e aplicativo Chromatic Vision Simulator

Uma ferramenta fundamental para a atividade é um telefone móvel provido com uma câmera, sem restrição quanto ao número de pixels de definição, que funcione com sistema operacional Android ou iOS e que permita a instalação do aplicativo Chromatic Vision Simulator (Fig. 4). Segundo o desenvolvedor [24]:

Chromatic Vision Simulator é uma ferramenta de experiência que simula a visão de cores de deficiências de visão de cores. [...] O *Chromatic Vision Simulator* faz uma imagem simulada de cada tipo de visão colorida de dicromata a partir da câmera embutida ou arquivo



Figura 2 - Materiais utilizados na construção do circuito: a) LEDs policromáticos e b) chaves de toque. (Acervo dos autores).

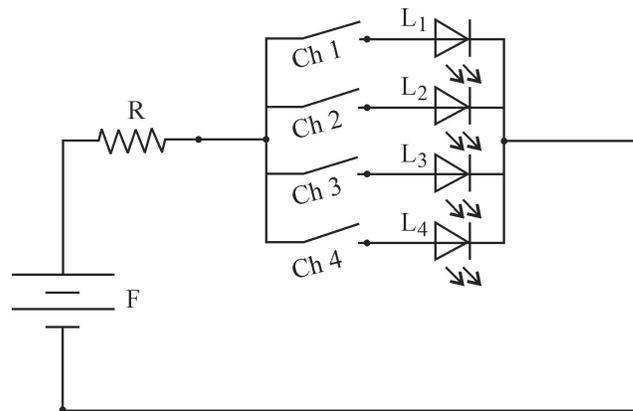


Figura 3 - Circuito construído para a realização da atividade, sendo R a resistência equivalente de 235 Ω , F representa uma fonte contínua de 12 V, Ch_i são as chaves de toque, L_i representam cada um dos LEDs utilizados na montagem. Sendo L₁ = Branco, L₂ = Verde, L₃ = Azul e L₄ = Vermelho.



Figura 4 - Aplicativo utilizado na atividade [24].

de imagem e mostra como as pessoas com um tipo específico de deficiência de cor veem o mundo em tempo real.

3.3. Fitas coloridas contendo um sistema de identificação de cores

Para abordar o fenômeno de reflexão seletiva, é necessário iluminar objetos com diferentes cores. Na proposta apresentada por Henrique e cols. [23], optou-se pela avaliação do aspecto visual de confeitos de chocolate coloridos quando eles eram iluminados por uma fonte de luz branca e, posteriormente, por uma fonte de luz vermelha. A questão é que dependendo do tipo de limitação na percepção das cores pelo do estudante pode haver uma percepção diferente daquela dos indivíduos sem daltonismo, como no caso de um objeto predominantemente azul ou vermelho quando iluminado por uma fonte de luz branca (Fig. 5). Essa situação poderia ser contornada com a utilização de um sistema de identificação adequado que permite, apesar das limitações, perceber o fenômeno apresentado.

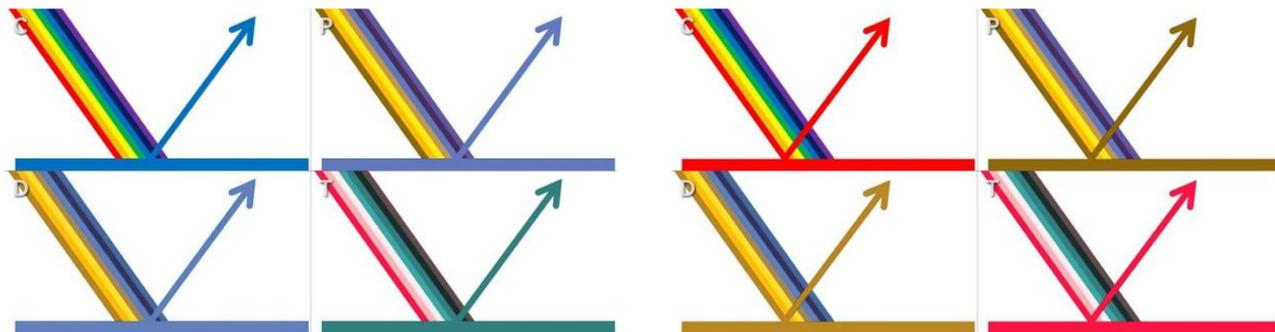


Figura 5 - Imagem analisada pelo aplicativo Chromatic Vision Simulator, mostrando a percepção das cores em condições normais (C) e a simulação nas condições em que o indivíduo possui: (P) protanopia, (D) deuteranopia e (T) tritanopia, quando um objeto azul (esquerda) e outro vermelho (direita) são iluminados com luz branca [24].

Em 2000, o *designer* português Miguel Neiva começou a desenvolver um sistema de códigos, atualmente conhecido como ColorADD, que permite aos daltônicos identificar a cor de objetos quando eles são iluminados por luz branca. Como descrito na página *web* do projeto [25]:

ColorADD é uma linguagem única, universal, inclusiva e não discriminatória que permite ao daltônico identificar as cores, com um infinito espectro de utilização em empresas/entidades sempre que a cor seja um fator de identificação, orientação ou escolha.

O sistema é construído a partir de cinco símbolos gráficos: o azul, o amarelo, o vermelho, o branco e o

Quadro 1: Representação dos códigos das cores primárias utilizadas pelo sistema ColorADD [25].

Cor	Símbolo/código
Azul	
Amarelo	
Vermelho	
Branco	
Preto	

preto (Quadro 1), que utilizam a Teoria da Adição de Cores para, relacionando os símbolos já mencionados, representar toda a paleta de cores. O preto e o branco são utilizados para indicar os tons escuros e os tons claros (Quadro 2), possibilitando, assim, uma representação mais adequada das cores [25].

Baseando-se nesse código, foi construída uma pequena placa contendo fitas adesivas coloridas e, abaixo delas, a identificação da cor e do código do sistema ColorADD associado (Fig. 6). A ideia é fornecer um conjunto de objetos coloridos que possam ser identificados, mesmo quando iluminados por diferentes fontes de luz, por alunos com ou sem daltonismo.

De modo a conduzir a análise das imagens, utilizou-se uma caixa de papelão que continha um sistema



Figura 6 - Placa contendo fitas coloridas, identificadas pelo nome e com auxílio do sistema ColorADD.

Quadro 2: Exemplos de cores representadas pelo sistema ColorADD [25].

Cor	Resultado	Soma simbólica	Representação simbólica do resultado	Representação de tom claro	Representação de tom escuro
Vermelho + Azul	Roxo	+			
Amarelo + Azul	Verde	+			



Figura 7 - Acima, visão externa do sistema e abaixo a vista interna do sistema.

composto de LEDs fixados na tampa com cola quente e fita adesiva transparente, com fitas coloridas posicionadas na parte inferior. Um orifício circular na tampa permitiu posicionar um telefone móvel de modo a usar a sua câmera para avaliar as cores das fitas quando expostas a diferentes tonalidades de luz, com o auxílio do aplicativo Chromatic Vision Simulator (Fig. 7).



Figura 8 - Visão externa do sistema, com o telefone móvel posicionado na captura da imagem.

4. Resultados e discussão

A primeira experiência é conduzida com o *smartphone* posicionado sobre o orifício da caixa. O observador escolhe a cor desejada para iluminar as fitas dispostas na caixa (Fig. 8) e utiliza o aplicativo Chromatic Vision Simulator para perceber que as cores das fitas são identificadas de maneira distinta por alunos com e sem daltonismo (Fig. 9). Esta divergência de percepções demonstrará que pode haver, dependendo do grupo, uma barreira para compreensão da reflexão seletiva, visto que não haverá respostas unânimes de todos os envolvidos.

A imagem mostra como a discussão do tema pode se tornar razoavelmente difícil, visto que na maioria das vezes é suposto pelos professores que todos os alu-

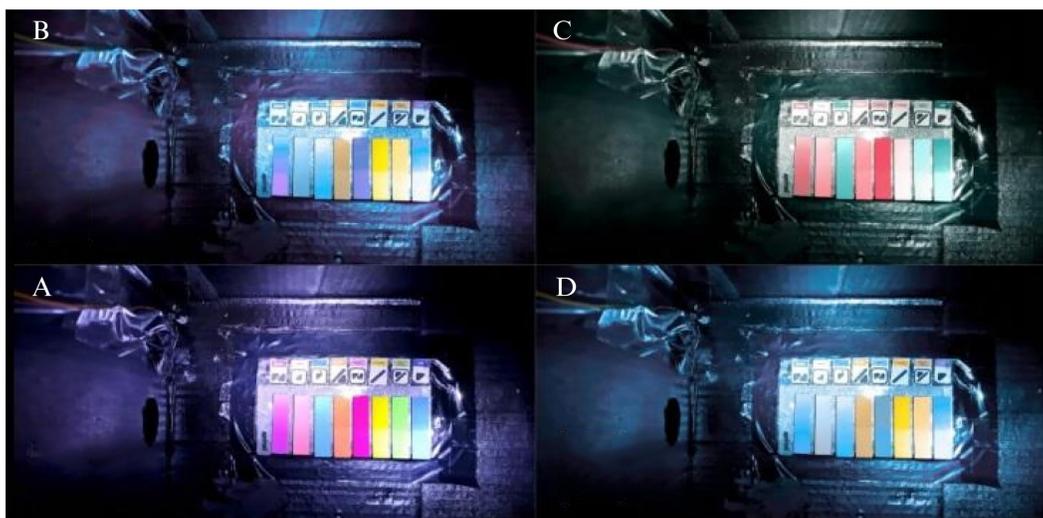


Figura 9 - Representação das fitas iluminadas com luz branca e observadas pelo aplicativo Chromatic Vision Simulator, indicando: (A) visão normal, (B) protanopia, (C) tritanopia e (D) deuteranopia.

nos tenham a mesma percepção das cores. Essa situação indica, mesmo que de maneira simulada, que os indivíduos com daltonismo não vão perceber alguns detalhes da mesma forma que os alunos sem daltonismo. Esse é um bom exemplo de que não deve haver a presunção de que a turma é um grupo homogêneo. O professor deve estar ciente das diferenças sociais e culturais, bem como das condições relacionadas à anatomia, das funções orgânicas e dos aspectos psicológicos, que devem ser considerados durante a sua ação letiva.

Na repetição da atividade iluminando as fitas com luz vermelha e azul, é possível perceber diferenças significativas na percepção das cores por indivíduos com um dos tipos de daltonismo (Figs. 10 e 11), ou seja, não é possível realizar a atividade sem que os objetos tenham indicação da sua cor adequada. No caso específico

da iluminação por uma fonte vermelha (Fig. 10), os alunos com protanopia e deuteranopia (B e C) não serão capazes sequer de identificar as fitas com tons aproximados ao vermelho. Quando as mesmas fitas forem iluminadas com luz azul, devido à composição das tintas utilizadas na confecção delas, podem surgir tons avermelhados em algumas delas para alguns indivíduos e para outros não.

É fácil perceber que a determinação das cores dos objetos, quando iluminados por certo comprimento de onda, dependerá de diversos fatores, como já mencionado, e deve ser realizado com o devido cuidado pelos professores. É importante destacar que, em diversas situações, a resposta apresentada por um aluno pode não coincidir com a expectativa do professor, podendo ser resultado de uma limitação visual que por vezes

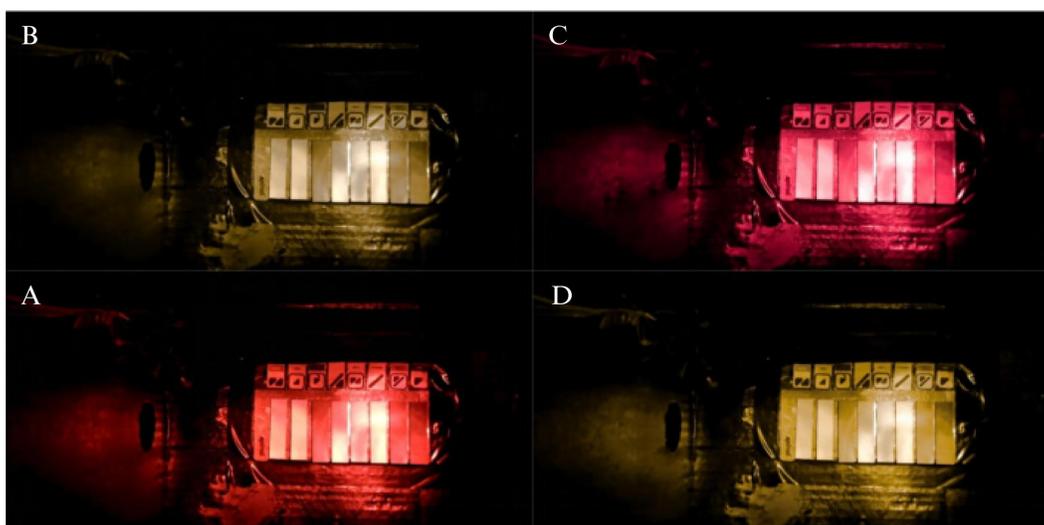


Figura 10 - Imagens fornecidas pelo aplicativo Chromatic Vision Simulator, sendo (A) visão normal, (B) protanopia, (C) tritanopia e (D) deuteranopia, quando as fitas são iluminadas com luz vermelha.

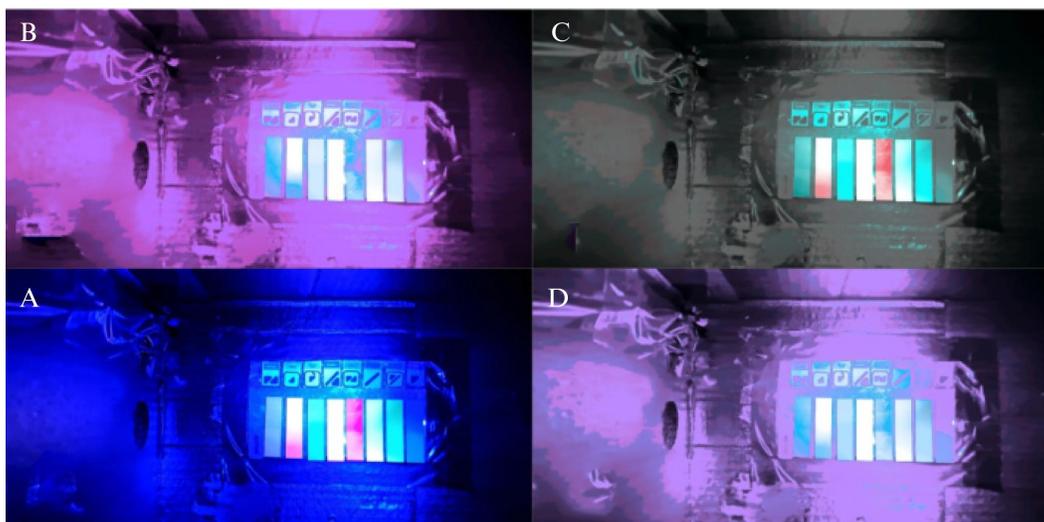


Figura 11 - Imagens fornecidas pelo aplicativo Chromatic Vision Simulator, sendo (A) visão normal, (B) protanopia, (C) tritanopia e (D) deuteranopia, quando as fitas são iluminadas com luz azul.

passa despercebida por todos os envolvidos. Apesar de parecer estranho, segundo Melo e cols. [21] o autorreconhecimento da condição de daltonismo não ocorre da mesma maneira e nem na mesma idade, variando por questões sociais e culturais.

5. Considerações finais

Apesar das limitações existentes no sistema, com relação ao tamanho e ao posicionamento das fitas coloridas, consideramos que ele se mostra um recurso importante para a discussão do fenômeno para alunos com e sem daltonismo. Ela introduz na dinâmica de uma aula de física questões que possivelmente não seriam abordadas anteriormente, pois nas turmas de sexto ano é possível discutir o que é o daltonismo no tópico “defeitos da visão”. Enquanto no nono ano o *kit* poderá contribuir para a discussão dos princípios associados à percepção da cor de um objeto quando ele é iluminado por uma fonte luminosa.

Um ponto importante é que essa abordagem também pode contribuir para a identificação de alunos com daltonismo, melhorando a participação deles durante as aulas, e da percepção dos demais indivíduos sobre a necessidade da construção de uma sociedade inclusiva para todos. Esse é um pequeno, mas necessário, passo para que existia uma escola verdadeiramente inclusiva, que, como descrito abaixo, depende de muitos fatores [26]:

A escola comum se torna inclusiva quando reconhece as diferenças dos alunos diante do processo educativo e busca a participação e o progresso de todos, adotando novas práticas pedagógicas. Não é fácil e imediata a adoção dessas novas práticas, por depender de mudanças que vão além da escola e da sala de aula. Para que essa escola possa se concretizar, é patente a necessidade de atualização e desenvolvimento de novos conceitos, assim como a redefinição e a aplicação de alternativas e práticas pedagógicas e educacionais compatíveis com a inclusão.

Tornase importante, quiçá fundamental, repensar e avaliar as maneiras como nós professores percebemos, compreendemos e explicamos os fenômenos físicos

Do ponto de vista pedagógico, a atividade pode contribuir para uma ação mais ativa dos alunos, permitindo que eles possam interagir diretamente com o fenômeno e buscar explicações sobre as suas observações. Mesmo que ela tenha um cunho demonstrativo, bons impactos na aprendizagem podem ser produzidos, como destacam Araújo e Abib [27]:

[...] a característica mais marcante dessas atividades é a possibilidade de ilustrar alguns aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas.

É importante que as atividades sejam realizadas do ponto de vista exploratório, ou seja, elas devem ser pensadas em uma aula na qual os alunos compreendam as diversas particularidades do fenômeno. Por apresentar possibilidades para uma discussão que vai além dos conceitos físicos abordados, ela não deve ser utilizada para uma mera demonstração. Por fim, torna-se importante, quiçá fundamental, repensar e avaliar as maneiras como nós professores percebemos, compreendemos e explicamos os fenômenos físicos, para que seja possível contribuir para uma sociedade mais justa e equilibrada.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento deste trabalho. João Pedro Valiante Sestari agradece a Proext-UFRRJ pelo apoio financeiro através da bolsa de Apoio a Coordenação do Pré-Enem da UFRRJ.

Recebido em: 9 de Março de 2023

Aceito em: 12 de Setembro de 2023

Referências

- [1] Brasil, *Lei nº 12.796, de 4 de Abril de 2013*. Disponível em <https://abre.ai/froU>, acesso em 4 dez. 2022.
- [2] Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, *Conheça a Agenda 2030: Conheça o Plano de Ação Global Para Mudar o Mundo até 2030*. Disponível em <https://is.gd/YZFvqq>, acesso em 17 nov. 2022.
- [3] Brasil, *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base* (Ministério da Educação, Brasília, 2018).
- [4] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Disponível em <https://abre.ai/fpdH>, acesso em 26 nov. 2022.
- [5] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Disponível em <https://abre.ai/fpdx>, acesso em 26 nov. 2022.
- [6] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Disponível em <https://abre.ai/fpdA>, acesso em 26 nov. 2022.
- [7] M.A. Moreira, *Revista do Professor de Física* **2**, 80 (2018). DOI
- [8] P. Freire, *Pedagogia do Oprimido* (Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2013).
- [9] N.A. Machado, P.S. Carvalho, F.A.O. Cruz, in *Do Campo a Cidade: Propostas Para Uma Educação Inclusiva*, organizado por F.A.O. Cruz (Editora Santorini, Joinville, 2022), p. 304-314.
- [10] T.C.L. Esser, R.C. Schwerz, M.C. Batista, *Research, Society and Development* **11**, e96111132191 (2022). DOI
- [11] University of Colorado Boulder. *Desvio da Luz*. Disponível em <https://abre.ai/fstI>, acesso em 26 nov. 2022.
- [12] H.H. Buzzá, C.P. Campos, M.B. Requena, C.T. Andrade, I.S. Leite e cols., *Física na Escola* **16**(1), 36 (2018).
- [13] B.A. Santana, F.A.O. Cruz, *A Física na Escola* **9**, 40 (2008).

- [14] A.K.R. Choudhury, *Principles of Colour Appearance and Measurement: Object Appearance Colour Perception and Instrumental Measurement* (Woodhead Publishing Limited, Sawston, 2014).
- [15] G. Clayton. *Color Theory*. Disponível em <https://abre.ai/focO>, acesso em 23 nov. 2022.
- [16] A.S. Frumento, *Biofísica* (Inter-Médica, Buenos Aires, 1974).
- [17] World Health Organization, *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision*. Disponível em <https://abre.ai/fodw>, acesso em 23 nov. 2022.
- [18] W.M.B. Souza, C.P.A. Pereira, *Revista Brasileira de Design da Informação* **16**, 76 (2019). DOI
- [19] M.P. Simunovic, *Eye* **24**, 747 (2010). DOI
- [20] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Projeção da População do Brasil e das Unidades da Federação*. Disponível em <https://abre.ai/fpdf>, acesso em 26 nov. 2022.
- [21] Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, *Censo Escolar 2017: Notas Estatísticas* (Ministério da Educação, Brasília, 2018).
- [22] D.G. Melo, J.E.V. Galon, B.J.B. Fontanella, *Physis: Revista de Saúde Coletiva* **24**, 1229 (2014). DOI
- [23] F.R. Henrique, N.B. Tomazio, R.G.T. Rosa, A.M. Souza, C.P. D'Almeida e cols., *Revista Brasileira de Ensino de Física* **41**, e20180223 (2019). DOI
- [24] K. Asada, *Chromatic Vision Simulator*. Disponível em <https://abre.ai/fo9w>, acesso em 26 nov. 2022.
- [25] ColorADD. *A Cor é para Todos!* Disponível em <https://abre.ai/fpa2>, acesso em 26 nov. 2022.
- [26] E.A. Ropoli, M.T.E. Mantoan, M.T.C.T. Santos, R. Machado, in *A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: A Escola Comum Inclusiva* (Ministério da Educação/Secretaria de Educação Especial, Brasília, 2010), p. 9.
- [27] M.S.T. Araújo, M.L.V.S. Abib, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **25**, 176 (2003).