

Didática multissensorial e o ensino de física: uma proposta inclusiva sobre absorção por objetos de cores diferentes para estudantes com deficiência visual

RESUMO

Natã Nadher Rezende Feitoza

natanadher.re@gmail.com

orcid.org/0009-0000-7736-1822

Universidade Federal de Itajubá
(UNIFEI), Itajubá, Minas Gerais,
Brasil

Denise Pereira de Alcantara

Ferraz

defferraz@unifei.edu.br

orcid.org/0000-0002-1491-5741

Universidade Federal de Itajubá
(UNIFEI), Itajubá, Minas Gerais,
Brasil

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade de aplicar uma atividade prático-experimental inclusiva sobre absorção de calor, utilizando a Didática Multissensorial como abordagem teórica. O referencial teórico fundamenta-se nas práticas de ensino que incorporam múltiplos sentidos para promover a aprendizagem, especialmente para alunos com deficiência visual. O experimento envolve cinco anteparos de cores diferentes, cada um identificado com a cor correspondente em braille e com uma fita tátil, o que facilita a leitura por pessoas com deficiência visual que dominam esse sistema de escrita. Tais anteparos são expostos a uma fonte luminosa, a qual fornece calor para pares de anteparos, permitindo comparações entre cor e absorção de calor. A pesquisa adota uma metodologia qualitativa, composta por duas fases: a primeira envolve a participação de duas pessoas com deficiência visual, com o intuito de validar a usabilidade e a acessibilidade da atividade, enquanto a segunda fase, por sua vez, consiste em testar a atividade com uma turma de alunos normovisuais. Um dos focos principais da análise é o tempo necessário para interpretar os resultados, considerando a variação de temperatura e a identificação das cores dos anteparos, visto que o tempo é um fator crucial para garantir uma interação equitativa entre alunos com e sem deficiência visual. Embora o tempo de interpretação entre a voluntária com deficiência visual e a turma teste tenha apresentado uma diferença significativa, esta foi minimizada quando comparada ao desempenho da professora de braille, que participou da validação. A atividade, além de promover uma experiência de ensino equitativa e enriquecedora, demonstrou um grande potencial para a aprendizagem inclusiva, sendo acessível tanto para alunos típicos quanto para aqueles com deficiência visual.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física; Educação Inclusiva; Educação dos Cegos.

Multisensory didactics and physics education: an inclusive proposal on heat absorption by objects of different colors for students with visual impairments

ABSTRACT

This study aims to analyze the viability of applying an inclusive practical-experimental activity on heat absorption, using the Multisensory Didactics as a theoretical approach. The theoretical framework is based on teaching practices that incorporate multiple senses to promote learning, especially for students with visual impairments. The experiment involves five screens of different colors, each identified with the corresponding color in Braille and a tactile tape, facilitating reading by individuals with visual impairments who master the Braille system. These screens are exposed to a light source, which provides heat to them in pairs, allowing comparisons between color and heat absorption. The research adopts a qualitative methodology, composed of two phases: the first phase involved the participation of two individuals with visual impairments, with the intention of validating the usability and accessibility of the activity, while the second phase consisted of testing the activity with a class of non-visually impaired students. One of the main focuses of the analysis was the time required to interpret the results, considering the temperature variation and the identification of the screen colors, since time is a crucial factor to ensure equitable interaction between students with and without visual impairments. Although the interpretation time between the visually impaired volunteer and the test group presented a significant difference, this difference was minimized when compared to the performance of the Braille teacher, who participated in the validation. The activity demonstrated great potential for inclusive learning, being accessible to both typical students and those with visual impairments, promoting an equitable and enriching teaching experience.

KEYWORDS: Physics Teaching; Inclusive Education; Blind's Education.

INTRODUÇÃO

O ensino de Física, especialmente em ambientes não formais, tem sido reconhecido por meio de pesquisas como uma área relevante tanto para a investigação e para a alfabetização científica quanto para a formação de futuros professores (Jacobucci, 2009; Gruzman & Siqueira, 2007; Monteiro *et al.*, 2014). No entanto, ao incorporar a Educação Especial na Perspectiva Inclusiva, o ensino de Física apresenta desafios, mesmo quando mediado por atividades prático-experimentais — abordagem comum em museus e em centros de ciências. Isso ocorre porque o ensino tradicional, nesses contextos, geralmente se baseia em estímulos visuais e auditivos. Nesse cenário, a Didática Multissensorial surge como uma alternativa ao promover atividades que diversificam os canais sensoriais, permitindo a interação mediante outros sentidos, além da visão e da audição (Guridi, Darim & Crittelli, 2020; Ferreira, Camargo & Santos, 2011).

O ensino de ciências, por meio de atividades experimentais, é amplamente reconhecido como uma estratégia pedagógica eficaz, tanto pela valorização dos docentes quanto pela percepção positiva dos estudantes envolvidos nessas práticas (Galiazzi *et al.*, 2001; Reginaldo, Sheid & Gullich, 2012; Cassano, Muzzio & Góes, 2022). Essas atividades podem ser estruturadas de diferentes formas: elas podem fomentar a autonomia dos estudantes, incentivando investigações mais abertas e o amadurecimento científico, ou funcionar como um ponto de partida para a introdução de novos conceitos, bem como para a comprovação de teorias já ensinadas. Independentemente da abordagem adotada, as atividades experimentais têm o potencial de promover a aprendizagem de conceitos científicos, mesmo quando utilizadas apenas como demonstração (Araújo & Abib, 2003).

Um dos pontos fortes do ensino de Física por meio de atividades experimentais é a abertura para o erro e a complexificação de conceitos. A construção e a reconstrução de ideias promovem a compreensão de que a ciência reproduz a realidade dentro de limites e de condições específicas, facilitando sua compreensão (Malheiro, 2016).

Diante desse contexto, o presente artigo investiga a aplicabilidade de uma atividade prático-experimental voltada para o ensino de Física, articulada com a Didática Multissensorial (DM), com ênfase na usabilidade e na acessibilidade. O experimento abordado explora a absorção de luz por objetos feitos do mesmo material, mas com cores diferentes, utilizando a temperatura como indicador da interação entre luz e objeto. Com base nos princípios da DM, a atividade foi adaptada para incluir fitas táteis escritas em braille, permitindo que cada cor fosse identificada por nome, o que amplia as possibilidades de interação sensorial.

A questão central desta investigação é a acessibilidade e a usabilidade da atividade prático-experimental, com especial atenção à inclusão de alunos com deficiência visual em atividades junto a alunos típicos. Nesse sentido, a equidade nas interações entre os participantes é uma preocupação fundamental, levantando-se a questão sobre até que ponto a adaptação da atividade pode compensar as necessidades dos alunos com deficiência sem criar uma segregação, isto é, sem dividir as atividades em “específicas para pessoas com deficiência” e “para o ensino de Física de forma geral.” O propósito central do

trabalho consiste em prevenir que adaptações, em vez de fomentar a inclusão, acentuem a divisão entre distintos grupos discentes. Para isso, esta pesquisa teve como objetivo geral investigar a viabilidade de implementar uma atividade prático-experimental fundamentada na Didática Multissensorial. Como objetivos específicos, propôs-se: A) avaliar a usabilidade e a acessibilidade da atividade experimental em turmas compostas por alunos com e sem deficiência visual; e B) identificar o potencial inclusivo da prática experimental como um mediador de interações equitativas entre os diferentes grupos de estudantes.

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira: além desta introdução, que contextualiza o tema e os objetivos da pesquisa, a Seção 2 expõe a fundamentação teórica, que sustenta o estudo. Na Seção 3, por sua vez, detalha-se a metodologia empregada, enquanto a Seção 4 apresenta e discute os resultados obtidos. Por fim, a Seção 5 sintetiza as conclusões do estudo e propõe direções para pesquisas futuras.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho está embasado na compreensão da deficiência a partir da teoria histórico-cultural, a qual a vê não apenas como uma condição física/biológica, que deve ser tratada por meios médicos com o único objetivo de normalizar o indivíduo, mas também como um fenômeno construído historicamente e condicionado pelo contexto cultural em que o indivíduo vive. Sob essa perspectiva, o impacto da deficiência na vida de uma pessoa pode variar significativamente conforme o ambiente sociocultural em que ela está inserida. Em certos contextos, por exemplo, a deficiência pode resultar exclusão social, enquanto em outros, pode ser minimizada ou até mesmo passar despercebida (Leite & Lacerda, 2018). Um exemplo que ilustra essa variação é o da tribo Urubu Kaapor, na qual, devido ao alto número de pessoas com deficiência auditiva, foi desenvolvido um sistema linguístico próprio que integra plenamente os indivíduos surdos na vida comunitária (Abreu & Periva, 2022).

Nesse sentido, a deficiência, em um cenário humano, é uma experiência fortemente influenciada pelo contexto sociocultural. Prova disso é a existência de culturas que levam indivíduos a acreditarem que pessoas com deficiência carregam traços divinos ou a verem esse grupo como uma ameaça, que deve ser exterminada do meio. Assim sendo, a deficiência não deve ser negada, mas contornada, com mecanismos que Vygotsky chama de “compensação”. Isso quer dizer que é necessário focar a potencialidade presente no indivíduo com deficiência e buscar, por meio desta, o seu desenvolvimento (Adams, 2020, p.12). Ao visar à construção de uma sociedade mais inclusiva, surge o conceito de Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) (Zerbato & Mendes, 2018), que inspira abordagens como a Didática Multissensorial (DM). A DM, apresentada inicialmente por Soler (1999), propõe uma reformulação das práticas pedagógicas para que o ensino contemple diversos canais sensoriais, atingindo um público mais amplo e diverso.

No contexto educacional tradicional, a ênfase está predominantemente nos sentidos visuais e auditivos (Guridi, Darim & Crittelli, 2020; Ferreira, Camargo & Santos, 2011). A DM rompe com essa limitação ao propor um ensino que abranja não apenas os videntes e os ouvintes, mas que também explore outros canais

sensoriais, como o tato, a temperatura e o equilíbrio. Dessa forma, a DM visa a promover uma educação mais inclusiva, beneficiando todos os alunos, com ou sem deficiência.

Indo ao encontro dessa perspectiva, percebe-se que a diversificação sensorial no ensino não é vantajosa apenas para alunos com deficiência. Como demonstrado por Hehir *et al.* (2016), a educação inclusiva geralmente traz resultados positivos ou neutros para alunos sem deficiência, com exceção de casos graves. Assim, além de a DM oferecer oportunidades de participação efetiva para estudantes com deficiência, também enriquece o processo de aprendizagem para alunos típicos.

A prática-experimento é vista como positiva para uma diversificação da abordagem e é valorizada quanto ao seu uso, em especial ao tratar o ensino de ciências (Reginaldo, Sheid & Güllich, 2012). Porém, há distintas abordagens possíveis para que a experimentação seja usada em aulas ou em centros de ciências.

Para exemplificar, Higa & Oliveira (2012) apresentam três modelos de concepção da aprendizagem por meio da experimentação. A primeira concepção utiliza a experimentação para validação e para a verificação da teoria ensinada anteriormente pelo docente/livro/didática; o segundo modelo compreende a experimentação como um processo de descoberta, ou seja, por um processo indutivo, o indivíduo alcança os objetivos; por último, a terceira concepção trata as atividades prático-experimentais como uma introdução dos alunos aos métodos da ciência, baseada em um conjunto de etapas e de regras. Independentemente da concepção de aprendizagem por meio de uma proposta prático-experimental, as atividades experimentais demonstram grande potencial para a inclusão de pessoas com deficiência (Camargo, 2017).

É importante destacar que a proposta aqui apresentada está centrada na Educação Especial sob a perspectiva da Educação Inclusiva. O objetivo é incluir alunos do público-alvo da educação especial, com ênfase específica nos estudantes com deficiência visual. Camargo (2017) reforça que todos os alunos são público-alvo da educação inclusiva, mas o da Educação Especial (PAEE) abrange alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e aqueles com altas habilidades ou superdotação.

Por fim, a lente teórica que permeia a Didática Multissensorial e a educação inclusiva neste trabalho é a Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, para o qual o desenvolvimento humano ocorre por meio da interação social. Com base nesse pensamento, vê-se que o conhecimento é construído em um processo coletivo, historicamente situado (Barbosa, Miller & Mello, 2016; Pereira, 2022). A mediação é central nesse processo e pode ser feita por instrumentos e por signos, que facilitam a comunicação, como no caso da fala, da escrita e dos gestos. Os instrumentos, por sua vez, ampliam a interação do sujeito com o mundo, como no uso de ferramentas. Embora a mediação não acarrete o aprendizado de forma automática, ela tem o potencial de transformar e de melhorar o desempenho do aluno em uma determinada atividade, como exemplificado pelo salto com vara, em que a introdução de varas feitas de novos materiais permitiu resultados acima das expectativas (Martins & Moser, 2012, p. 12).

O processo de mediação, por meio de instrumentos e signos, é fundamental para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, distinguindo o homem dos outros animais. A mediação é um processo essencial para tornar possível as atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo. (Oliveira, 2008, p. 33).

Isto posto, a mediação é “[...] o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação” (Oliveira, 2008, p. 26). Logo, os aparatos experimentais, juntamente aos signos, configuram-se como elementos de mediação do conhecimento sobre absorção de calor para os alunos com e sem deficiência, em um processo de associação.

O que diferencia a humanidade dos demais animais é a notável capacidade de comunicação por meio de signos, que permite transcender a mortalidade através do ensino e do aprendizado. Contudo, esse processo só é viável dentro de um contexto sociocultural, uma vez que é um produto das interações sociais. Por exemplo, um indivíduo que nasce isolado, sem contato com outros humanos, poderá ter dificuldades em desenvolver um sistema de linguagem e de escrita tão complexo quanto o que é aprendido em sociedade. Mesmo que essa pessoa venha a interagir com o mundo social posteriormente, sua integração será um processo desafiador, evidenciando que o desenvolvimento humano depende intrinsecamente da interação com outros indivíduos.

Um primata pode aprender bastante através do treinamento, usando as suas habilidades motoras e mentais; no entanto, não se pode fazê-lo mais inteligente, isto é, não se pode ensiná-lo a resolver, de forma independente, problemas mais avançados. Por isso, os animais são incapazes de aprendizado no sentido humano do termo; o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam. (Vygotski, 1991, p. 59).

Portanto, o contexto social específico compartilhado entre os seres humanos é o que torna suas habilidades únicas, distinguindo-as em quantidade e em qualidade das habilidades dos outros primatas. Embora outros animais possam usar ferramentas para realizar determinadas atividades, essa utilização ocorre predominantemente por meio da imitação, sem a capacidade de abstração necessária para um desenvolvimento cognitivo mais avançado. Assim, um primata não consegue desenvolver funções psicológicas superiores, como a fala, a memória, a formação de conceitos e a expressão de emoções (Vygotsky, 1991).

Para Vygotsky, o desenvolvimento humano, especialmente no que se refere às chamadas funções psicológicas superiores, é possibilitado por meio do processo de mediação. Os signos desempenham um papel crucial na mediação do nosso pensamento, podendo ser representados por palavras, por imagens ou por outros símbolos. Para adquirir novos conhecimentos, é necessária a mediação através da fala, das palavras, das imagens ou da linguagem, pois até mesmo o ato de pensar envolve um processo de mediação (Martins & Moser, 2012; Vygotski, 1997).

PERCURSO METODOLÓGICO

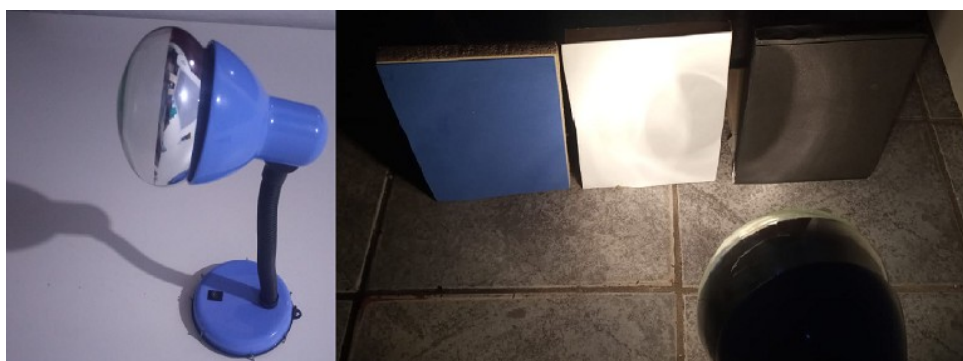
Esta pesquisa é caracterizada como um estudo qualitativo, o qual requer, segundo Godoy (1995, p. 21), uma análise integrada, pois envolve fenômenos

que não podem ser dissociados de seus contextos. No caso da pesquisa qualitativa, que envolve pessoas, o pesquisador atua como instrumento ao ir a campo com o objetivo de levantar pontos de vista relevantes para sua investigação.

A investigação utilizou uma atividade multissensorial focada na absorção e na reflexão da luz por objetos de diferentes cores. Participaram duas pessoas com deficiência visual: uma cega desde o nascimento e outra que perdeu a visão na fase adulta. Para fins de comparação, também foram coletados dados de uma turma teste composta por alunos dos anos finais do ensino médio, que interagiram com a atividade proposta. Esta foi inspirada na abordagem de Ribeiro e Oliveira (2011), mas passou por diversas adaptações e por modificações para aumentar sua efetividade na execução.

Figura 1

Atividade experimental proposta sobre absorção de calor.



Fonte: Autoria própria (2024).

Na Figura 1, são apresentados três anteparos distintos, todos fabricados com o mesmo material (Etileno Acetato de Vinila, EVA). Essa escolha foi feita para padronizar as comparações e para garantir um calor específico baixo, facilitando a percepção da temperatura. No total, foram construídos cinco anteparos: branco, preto, azul, amarelo e vermelho. A lâmpada utilizada é uma lâmpada comum de secagem, com potência de 250W. Ela foi selecionada por sua facilidade de locomoção e eficiência na geração de calor.

Figura 2

Anteparos com a inscrição em braille de nome de cada cor respectiva.



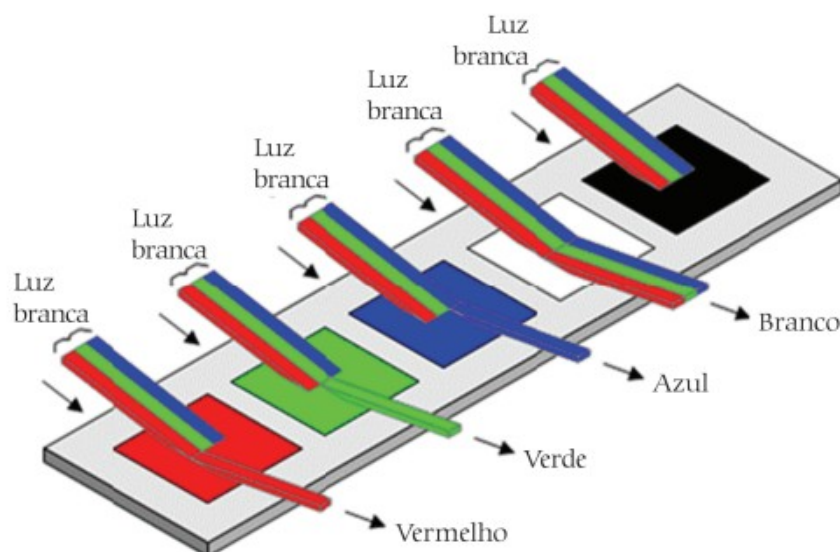
Fonte: Autoria própria (2024).

Como mostrado na Figura 2, cada anteparo foi marcado com uma inscrição em braile que indica sua cor, facilitando a identificação tátil. Além da escrita, cada anteparo possui uma fita tátil na parte traseira, escolhida para ser facilmente reconhecida por sua textura. Cada fita apresenta uma textura diferente, variando entre lisa, áspera, peluda e com protuberâncias. Dessa forma, mesmo que ainda não compreendam o braile, indivíduos com deficiência visual poderão participar do experimento utilizando as fitas táteis.

O conceito físico central deste trabalho aborda como objetos de cores diferentes absorvem e refletem a luz de maneiras distintas. A luz visível, uma onda eletromagnética, interage com os objetos conforme o comprimento de onda, ou seja, a cor desses objetos. Essa interação pode gerar variações de temperatura, pois cada material reage de forma única à radiação de determinados comprimentos de onda. Quando o objeto recebe a radiação proveniente da luz branca (Figura 1), ele se aquece. Para facilitar a observação desse fenômeno, o anteparo foi revestido com EVA, um material com baixo calor específico, o que resulta uma variação de temperatura mais significativa quando comparado a materiais com calor específico maior.

Figura 3

Absorção da luz branca por objetos de cores diferentes.



Fonte: Cavalcante, Baladon e Teixeira (2016).

A Figura 3 ilustra a absorção da luz branca em diferentes cores. Idealmente, a cor preta absorve toda a radiação, enquanto a cor branca reflete completamente a radiação incidente. Assim, cores mais escuras tendem a absorver uma maior quantidade de luz branca, enquanto cores mais claras absorvem menos. Essa variação na absorção acarreta diferenças de temperatura, especialmente quando se comparam objetos feitos de materiais idênticos.

A primeira etapa da investigação, que envolveu as pessoas com deficiência, foi realizada em um momento distinto da segunda etapa, que incluiu a turma teste. Isso porque questões situacionais tornaram essa divisão mais viável para ambos os grupos dentro das limitações de tempo. Para validar a usabilidade do experimento e para investigar a promoção de acessibilidade na atividade prático-experimental, a atividade foi realizada com as duas pessoas com deficiência visual e a turma teste, seguindo um procedimento análogo em ambos os casos.

Na prática, os anteparos foram expostos em pares à fonte luminosa por um período de 1 a 1,5 minuto, com o intuito de padronizar as condições de temperatura. Após a exposição, cada anteparo foi entregue ao participante para que ele realizasse sua interpretação tátil e sensorial. O procedimento foi repetido trocando as combinações de cores em pares, como: preto com branco, vermelho com amarelo, e assim por diante.

A primeira etapa contou com a participação voluntária de duas pessoas do Centro de Apoio e Integração do Deficiente de Itajubá (CAIDI): uma aluna e uma professora. As participantes têm entre 40 e 60 anos, uma vez que o Centro é voltado principalmente para adultos. A aluna, chamada Toph, perdeu a visão na fase adulta e está se adaptando ao aprendizado do braille. Ela está se familiarizando com as letras do sistema de escrita em questão, iniciando pelas palavras mais utilizadas no cotidiano, o que pode influenciar nos resultados. A professora de Toph, que chamaremos de Dora, nasceu com deficiência visual, é professora de braille e possui amplo domínio da linguagem. A comparação entre os dados de uma pessoa que está começando a explorar a linguagem tátil e

alguém com anos de experiência é fundamental para diversificar os resultados e as possibilidades de interpretação.

A segunda etapa incluiu cinco alunas e um aluno, todos provenientes do Cursinho Assistencial Centro de Inteligência e Cultura (CACIC), uma instituição focada na preparação de alunos de baixa renda para vestibulares, aceitando aqueles que estão no terceiro ano do Ensino Médio ou que já concluíram a educação básica. A turma teste é composta por duas alunas de 17 anos (ainda no terceiro ano do ensino médio) e os demais participantes com 18 anos ou mais. Para simplificar, os seis alunos serão identificados como A até F.

Após as duas etapas, os dados foram analisados segundo Yin (2016), cujo procedimento é desenvolvido em cinco etapas: compilar; decompor; recompor; interpretar e concluir. As cinco fases desenvolvidas são não lineares, de forma a possibilitar uma transição e uma volta aos passos anteriores, como decompor e recompor novamente após determinada interpretação. O procedimento resulta uma narrativa, que é construída segundo a interpretação e a conclusão dos dados que foram organizados seguindo uma sequência favorável à sua compreensão.

Os dois momentos foram gravados e transcritos, com o objetivo de produzir os dados que estão apresentados neste trabalho. No que se refere aos procedimentos éticos estabelecidos para pesquisas que envolvem pessoas, todas as ações foram relatadas para a Plataforma Brasil, na qual o projeto foi submetido a um conselho de ética. A partir disso, o estudo passou a possuir o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAEE) com a seguinte identificação: 75825323.5.0000.5094.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da atividade prático-experimental permitiu coletar dados comparativos sobre o tempo necessário para interpretar os anteparos, considerando o tempo gasto para identificar a temperatura e a cor, além de determinar qual objeto apresenta a maior temperatura com base na interpretação sensorial de cada participante. Embora o meio sensorial tenha limitações na mensuração da temperatura, as comparações isoladas e em pares podem facilitar o ensino de conceitos físicos.

O tempo de interpretação dos anteparos é crucial, pois possibilita uma interação mais inclusiva entre todos os participantes da atividade experimental. Essa dinâmica permite que os alunos com deficiência visual não apenas participem, mas também discutam os resultados obtidos por eles mesmos.

Tabela 1.

Contabilização do tempo necessário para a pessoa com deficiência visual interpretar o anteparo.

Cores expostas em comparação	Tempo de exposição à fonte luminosa	Tempo levado para interpretar o anteparo
branco e preto	1 minuto e 10 segundos	30 segundos (preto) e 20 segundos (branco)
vermelho e azul	1 minuto e 10 segundos	10 segundos (vermelho) e 1 minuto e 22 segundos (azul)

azul e amarelo	1 minuto	13 segundos (azul) e 16 segundos (amarelo)
----------------	----------	--

Fonte: Autoria própria (2024).

A Tabela 1 apresenta os tempos que Toph levou para interpretar os anteparos em exposição. Observa-se um aumento significativo no tempo necessário para identificar a palavra "azul" em braille, o que pode ser atribuído ao seu processo de aprendizado, uma vez que ela começou a reconhecer as letras iniciais do alfabeto e ainda não havia aprendido a letra "z". No entanto, após realizar o experimento com os anteparos azul e amarelo, Toph conseguiu identificar com mais facilidade a cor e interpretar qual delas apresentava a maior temperatura.

Enquanto Toph levou um tempo considerável para interpretar os anteparos, Dora completou o mesmo percurso com uma média de apenas 10 segundos por comparação. A escrita em braille exige que o usuário tenha uma habilidade de interpretação rápida; já a fita tátil oferece a vantagem de não necessitar do domínio do braille. Contudo, para que a fita seja eficaz, é fundamental que a pessoa tenha um contato prévio com os anteparos, permitindo que se familiarize e que memorize o significado de cada textura associada a uma cor.

Durante o experimento, além de identificar a escrita em cada anteparo, também era solicitado a Toph que relatasse sua percepção sensorial em cada comparação. Ao expor os anteparos branco e preto, ela comentou: *"Esse aqui. Nossa, está bem quente mesmo... Preto."* Em seguida, reafirmou: *"O preto ficou mais quente."* Essa fala indica a eficácia do experimento para as duas primeiras cores. Mesmo após algum tempo de exposição à fonte de calor, Toph conseguiu perceber a diferença de temperatura, afirmando: *"Sim, deu. Agora já está esfriando. Mas ainda tá bem diferente."*

Contudo, nem todos os resultados foram conforme o esperado. Durante a comparação entre os anteparos vermelho e azul, por exemplo, Toph expressou: *"Parece que os dois tão... Dá impressão que tá do mesmo jeito, da mesma temperatura. Não tá... Não quente igual o preto tava, sabe?"* Isso sugere que não houve diferença de temperatura suficiente para que ela pudesse identificar as cores vermelho e azul de maneira eficaz. Esse resultado revela um limite da atividade, uma vez que, ao comparar o azul e o amarelo, Toph relatou que o azul estava com uma temperatura maior, o que já era esperado. Portanto, recomenda-se evitar a comparação de cores mais escuras para aumentar a eficiência das avaliações ou para, alternativamente, explorá-las a fim de instigar os alunos a formularem hipóteses.

De maneira análoga, a atividade foi aplicada a uma turma teste, já descrita anteriormente, composta por seis alunos selecionados com um perfil próximo ao do público geral da educação, especificamente alunos de escolas públicas do ensino médio.

Tabela 2.

Contabilização do tempo necessário para a pessoa com deficiência visual interpretar o anteparo.

Cores expostas em	Tempo de exposição à	Tempo médio levado para
-------------------	----------------------	-------------------------

comparação	fonte luminosa	interpretar o anteparo
branco e preto	1 minuto	6,5 segundos
vermelho e azul	1 minuto	5 segundos
vermelho e amarelo	1 minuto	3 segundos

Fonte: Autoria própria (2024).

Conforme retratado na Tabela 2, os alunos da turma teste, composta por indivíduos videntes, realizaram a interpretação dos anteparos em um tempo muito reduzido. A interpretação da cor é quase instantânea para pessoas sem deficiência visual, o que resulta uma interação rápida durante a atividade. Isso justifica a ênfase no tempo de interpretação, buscando aproximar a interação entre um público diversificado.

De maneira semelhante, os alunos da turma teste apresentaram respostas esperadas ao comparar a temperatura entre os anteparos de diferentes cores. Por exemplo, a Aluna A, ao interagir com o anteparo na primeira exposição, questionou a colega: *“Esse preto está mais quente, né?”* Em seguida, ela acrescentou que a diferença de temperatura em relação ao anteparo branco era *“considerável.”* Essa resposta demonstra a eficácia da atividade em proporcionar uma compreensão clara das diferenças de temperatura entre os objetos expostos.

Ao comparar os anteparos vermelho e azul em relação à temperatura, observou-se uma diferença sutil envolvendo a Aluna F, a qual comentou que *“a diferença é bem pouquinho”*. Antes da realização da atividade, os alunos acreditavam que o anteparo vermelho seria mais quente, mas, após a prática, perceberam que o azul apresentou uma temperatura maior. Essa percepção prévia pode ter raízes em conhecimentos prévios, como a associação da cor vermelha a uma tonalidade quente e a cor azul a uma tonalidade fria, comum em estudos de artes. Embora essa interpretação seja subjetiva, é importante reconhecê-la como uma lente válida através da qual o aluno pode compreender e descrever o mundo.

Na comparação entre os anteparos amarelo e vermelho, as diferenças de temperatura foram mais evidentes, como destacou a Aluna D em conversa com a Aluna E: *“Tá vendo? O vermelho é mais quente.”* A facilidade de aplicar e de reaplicar a fonte de calor para aquecer os anteparos possibilitou uma reflexão mais profunda sobre os resultados da turma teste. Quando perguntada sobre qual das três comparações era mais fácil de distinguir, a Aluna B, de maneira inesperada e divergente das colegas, respondeu: *“Pra mim, não. Pra mim, foi agora no vermelho.”* Assim, enquanto se esperava que a comparação entre preto e branco fosse mais facilmente diferenciável em termos de temperatura, a Aluna B trouxe uma percepção destoante.

No entanto, ao repetir as comparações, a Aluna B revisou sua opinião, reconhecendo que a distinção entre os anteparos branco e preto era, de fato, mais evidente em termos sensoriais do que entre vermelho e amarelo. A realização da atividade experimental em grupo favoreceu a interação entre os alunos, estimulando discussões sobre as respostas. A Aluna E comentou: *“A hipótese é o que eu sei. A sensação térmica do preto é bem maior que a do branco,”* e a Aluna F sugeriu: *“Ela deve ter sentido errado.”*

É positivo observar a presença de divergências entre os alunos, pois isso pode fomentar a construção coletiva de explicações sobre os resultados. Embora não seja possível chegar a um consenso sobre as explicações, a formulação de hipóteses e a consciência da subjetividade inerente às medidas sensoriais são habilidades cruciais para o conhecimento científico.

As duas fases da pesquisa, ainda que realizadas de forma separada, demonstraram o potencial da atividade prática-experimental como um instrumento de mediação para a aprendizagem em uma abordagem multissensorial. Embora a diferença no tempo de interpretação entre Toph e a turma teste seja significativa, isso pode ser atribuído ao contexto de aprendizagem de Toph, que ainda está se familiarizando com as letras em braille. Por outro lado, Dora, devido à sua experiência com tal sistema de escrita, levou em média 10 segundos para interpretar os anteparos, apresentando um desempenho semelhante ao da turma teste composta por alunos normovisuais.

A usabilidade e a acessibilidade do experimento foram testadas com sucesso, como evidenciado pela fala de Toph ao interagir com os anteparos preto e branco após a exposição ao calor: *“É o preto, ele absorve mais. Olha como ainda tá quente.”* Ao comentar com Dora sobre a percepção do mesmo efeito nas roupas, a professora perguntou: *“É verdade isso mesmo?”* Toph, que teve experiências como normovisual antes de perder a visão, já possuía a noção de que tecidos escuros retêm mais calor em dias ensolarados, ao passo que Dora, cega desde o nascimento, não tinha conhecimento desse fenômeno.

Dessa forma, enquanto a atividade experimental proporciona a Toph uma recordação de um conceito previamente aprendido e razão de parte de sua vivência como vidente, para Dora, representa a construção de um conhecimento que antes não era acessível. A mediação, ao operar como uma facilitadora para alunos considerados típicos, possibilita a aprendizagem dos alunos com deficiência, especialmente aqueles com deficiência visual.

Os resultados obtidos pela turma teste indicaram que os alunos foram capazes de generalizar o conceito físico sobre a absorção de calor por materiais de diferentes cores. Embora o Aluno C tenha afirmado inicialmente que *“o amarelo vai ser o mais quente,”* logo após a interação com a atividade, ele concluiu: *“Quanto mais escuro, mais calor; quanto mais claro, mais reflete.”* Em seguida, ele reformulou: *“Quanto mais escura a cor, mais ela absorve; quanto mais clara, mais ela reflete.”*

Essas observações demonstram o potencial de generalização do conhecimento, que é um objetivo central do experimento, sendo uma característica importante para a aprendizagem de conceitos científicos. No entanto, é fundamental que as condições e os limites estejam claramente definidos. Por exemplo, o experimento foi simplificado ao utilizar todos os anteparos feitos do mesmo material, garantindo um calor específico padronizado e condições iguais de exposição à fonte calorífica. Na realidade, diferentes materiais e outras formas de transferência de calor influenciam o processo, e a generalização pode levar a uma compreensão limitada da Física.

As relações estabelecidas pelos alunos da turma teste foram similares às observações feitas por Toph. Por exemplo, a Aluna D explicou que a diferença de temperatura ocorre *“por causa da cor. É que nem usar camiseta preta em um dia*

ensolarado... Você morre.” Esses resultados indicam que as pessoas videntes têm mais facilidade em relacionar a temperatura do objeto ao calor absorvido, pois suas experiências prévias influenciam sua percepção do mundo.

Como afirmado por Camargo, Nardi e Veraszto (2008), o ensino inclusivo voltado para pessoas com deficiência visual enfrenta o desafio da barreira da comunicação. Há expressões e experiências humanas que são difíceis de traduzir, como o conceito de transparência. Para alguém sem nenhuma experiência prévia relacionada à visão, muitas definições científicas se tornam difíceis de comunicar, pois certas palavras carregam, de maneira intrínseca, noções que são exclusivamente normovisuais.

CONCLUSÃO

Este trabalho empregou um experimento prático-experimental fundamentado na Didática Multissensorial (DM) como uma proposta para a inclusão de pessoas com deficiência no ensino de Física, com ênfase na absorção de calor por corpos de diferentes cores. Isso porque o ensino tradicional, que se apoia predominantemente em memórias e em habilidades visuais e auditivas, apresenta desafios significativos para a inclusão, especialmente para alunos com deficiência visual (Camargo, 2012). Dessa forma, o enfoque na deficiência visual neste estudo é justificado, uma vez que a ampliação das vias sensoriais torna o aprendizado mais acessível a um público diversificado.

Esta pesquisa não se concentra apenas na quantidade de pessoas capacitadas para a aprendizagem por meio da prática experimental, mas também na qualidade dessa execução. Nesse sentido, é importante considerar fatores que favoreçam a interação em situações de igualdade entre diferentes públicos, como o tempo necessário para a interpretação da atividade multissensorial. A reflexão sobre o tempo de leitura e de resposta é essencial para garantir a interação efetiva entre a atividade experimental e seus participantes.

Os resultados demonstraram que o experimento possui um grande potencial para a aprendizagem de alunos com e sem deficiência visual, evidenciado pelas mudanças nas concepções iniciais sobre a absorção de calor após a realização da atividade. Assim, o experimento está alinhado aos princípios da Didática Multissensorial (DM), apresentando um caráter acessível que permite sua aplicação eficaz por todos os estudantes.

Dessarte, em consonância com Hehir *et al* (2016) no que diz respeito ao resultado da inclusão, atividades como essa baseada na Didática Multissensorial, além de possibilitar a acessibilidade por alunos com deficiência, também pode facilitar o processo de aprendizagem dos alunos típicos. Portanto, há necessidade que futuros estudos se voltem para a aprendizagem de uma maneira mais ampla.

O objetivo de um experimento inclusivo deve abranger os alunos com deficiência visando à acessibilidade e à usabilidade, isto é, precisa ter como foco a equidade entre públicos diferentes. Assim sendo, a proposta se distancia de atividades adaptadas, que são voltadas unicamente para alunos com deficiência, e se aproxima da Didática Multissensorial, na tentativa de universalizar a atividade prático-experimental.

A atividade experimental mostrou-se positiva tanto para o diagnóstico quanto para a consolidação do conhecimento sobre a absorção de calor. Por exemplo, muitos participantes inicialmente acreditavam que o anteparo vermelho teria uma temperatura maior em comparação ao azul, devido à associação comum entre vermelho como uma cor quente e azul como uma cor fria. Sem a interação sensorial proporcionada pela atividade, essa confusão entre diferentes conhecimentos poderia ser difícil de resolver.

É importante reconhecer que os limites inerentes a qualquer experimento devem ser considerados em sua concepção e aplicação, especialmente em atividades adaptadas para incluir o maior número possível de participantes. As modificações e as simplificações feitas no experimento podem acarretar concepções alternativas nos alunos, como a ideia de que apenas a cor do objeto influencia a absorção de calor. Embora não tenham sido identificadas concepções alternativas resultantes da atividade proposta, é recomendável que novas investigações sejam realizadas para explorar os limites e os obstáculos epistemológicos presentes em atividades desenvolvidas segundo os princípios da Didática Multissensorial.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- Abreu, F. S. D.; Periva, P. L. M. (2022). Deficiência e Teoria Histórico-Cultural: por que se voltar a Vigotski ainda é necessário? *in*: Abreu, F. S. D. *et al.* Diversidade e Inclusão: o que a Teoria Histórico-Cultural tem a contribuir? Curitiba: editora CRV.
- Adams, F. W. (2020). A percepção de professores de ciência frente aos desafios no processo de ensino e aprendizagem de alunos público alvo da educação especial. *ACTIO*, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 1-23.
- Araújo, M. S. T.; Abib, M. L. V. S. (2003) Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2.
- Barbosa, M. V.; Miller, S.; Mello, S. A. (2016) Teoria Histórico-Cultural: questões fundamentais para a educação escolar. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora.
- Camargo, E. P.; Nardi, R.; VERASZTO, E. V. (2008) A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 3.
- Camargo, E. P. (2017) inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaves e desenlaves. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 23, n. 1, p. 1-6.
<https://doi.org/10.1590/1516-731320170010001>
- Cassano, A. R.; Muzzio, A. L.; Góes, A. R. T. (2022) Investigando indícios do desenho universal e desenho universal para a aprendizagem em pesquisas que abordam jogos na matemática. *ACTIO*, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 1-23.
- Cavalcante, M.; Balaton, M.; Teixeira, A. C. (2016) Estudos das cores com arduino scratch e tracker. *Física na Escola*, v. 14, n. 1, p. 28.
- Galiazzi, M. C. *et al.* (2001) Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n.2.
- Godoy, A. S. (1995) Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, v. 35, n. 3, p. 20-29.
<https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>
- Gruzman, C.; Siqueira, V. H. F. (2007) O papel educacional do Museu de Ciências: desafios e transformações conceituais. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 402-423.

- Guridi, V. M.; Darim, L. P.; Crittelli, B. (2020) Reflexões acerca da didática multissensorial aplicada ao ensino de ciências para pessoas com deficiência. *Revista de Enseñanza de la Física*, v. 32, número extra.
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/30990/31652>
- Jacobucci, D. F. C. (2008) Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação cultural científica. *Uberlândia*, v. 7.
- Leite, L. P.; Lacerda, C. B. F. (2018) A construção de uma escala sobre as concepções de deficiência: procedimentos metodológicos. *Psicol. USP*, v. 29, n. 3, p. 432-441.
<https://doi.org/10.1590/0103-65642018109>
- Martins, O. B.; Moser, A. (2012) Conceito de mediação de Vygotsky, Leontiev e Wertsch. *Revista Intersaberes*, v. 7, n. 13.
- Malheiro, J. M. S. (2016) Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *ACTIO*, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127.
<http://dx.doi.org/10.3895/actio.v1n1.4796>
- Monteiro, M. A. A. *et al.* (2014) Avaliação de monitorias realizadas em um centro de ciências. *Revista Centro de Ciências Naturais e Exatas*, v. 36, n. 3.
- Oliveira, M. K. (2008) *Vygotsky Aprendizado e Desenvolvimento Um Processo Sócio-Histórico*. Editora Scipione, 4ª edição.
- Hehir, T. *et al.* (2016) *Os Benefícios da Educação Inclusiva para Estudantes com e sem Deficiência*. SP: Instituto Alana.
- Higa, I.; Oliveira, O. B. (2012) A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. *Educar em Revista*, Curitiba, n.44, p. 75-92.
- Pereira, K. R. C. (2022) O legado vigotskiano à Educação Inclusiva - algumas reflexões *in*: Abreu, F. S. D. *et al.* *Diversidade e Inclusão: o que a Teoria Histórico-Cultural tem a contribuir?* Curitiba, editora CRV, p. 55-69.
- Reginaldo, C. C.; Scheid, N. J.; Güllich, R. I. C. (2012) O ensino de ciências e a experimentação. *in*: ANPED Sul Seminário de Pesquisa da Região Sul, IX. RS: Caxias do Sul.
- Ribeiro, L.; Oliveira, A. (2011) Experimento de baixo custo no ensino de absorção de calor sob a perspectiva inclusiva. *in*: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, AM.
<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0341-1.pdf>
- Soler, M. A. (1999) *Didática multissensorial de lãs ciências: um nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.

Vygotski, L. S. (1997) Obras Escogidas V: fundamentos da defectologia. Madrid: Visor.

Vygotski, L. S. (1991) A formação social da mente. Livraria Martins Fontes, São Paulo, 4ª edição.

Yin, R. K. (2016) Pesquisa qualitativa do início ao fim. Porto Alegre, RS: Penso.

Recebido: 20 out. 2024

Aprovado: 09 abr. 2025

DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v10n1.19327>

Como citar:

Feitoza, N. N. R. & Ferraz, D. P. A. (2025). Didática multissensorial e o ensino de física: uma proposta inclusiva sobre absorção por objetos de cores diferentes para estudantes com deficiência visual. **ACTIO**, 10(1), 1-17. <https://doi.org/10.3895/actio.v10n1.19327>

Correspondência:

Natã Nadher Rezende Feitoza

Rua Padre Marino, n. 544, Bairro São José, Pedralva, Minas Gerais, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



Received: Oct. 20, 2024

Approved: Apr. 9th, 2025

DOI: <https://doi.org/10.3895/actio.v10n1.19327>

How to cite:

Feitoza, N. N. R. & Ferraz, D. P. A. (2025). Multisensory didactics and physics education: an inclusive proposal on heat absorption by objects of different colors for students with visual impairments. **ACTIO**, 10(1), 1-17. <https://doi.org/10.3895/actio.v10n1.19327>

Address:

Natã Nadher Rezende Feitoza

Rua Padre Marino, n. 544, Bairro São José, Pedralva, Minas Gerais, Brasil.

Copyright: This article is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence.

