

A COR COMO FENÔMENO FÍSICO: TENDÊNCIAS DE ABORDAGEM NO ENSINO

COLOR AS A PHYSICAL PHENOMENON: TRENDS IN APPROACHES IN TEACHING

Jordana Maria Lopes¹
Lia Maris Orth Ritter Antiqueira²
Awdry Feisser Miquelin³

RESUMO: O presente estudo tem como objetivo identificar as tendências de pesquisa nos estudos sobre cor enquanto fenômeno físico considerando o contexto educacional. Esta pesquisa constitui uma revisão sistemática da literatura. As buscas foram realizadas nas bases Scopus e Web of Science. O corpus compreendeu um total de 35 artigos. Os resultados demonstraram que dos 35 artigos, onze possuíam a cor como foco de estudo e ensino-aprendizagem científico (cor ensino-aprendizagem e educação científica), quinze discutiam a cor relacionada a cor da pele, com foco no ambiente formativo (cor identidade e justiça social), e em nove pesquisas a cor é um elemento secundário, que constitui uma ferramenta de análise (cor na análise de resultados). Conclui-se em relação a cor, que ainda necessita de abordagens, e indica uma oportunidade para expandir seu estudo integrando à contextos sociais e culturais com vistas a integrar o ensino da física.

1

Palavras-chave: Estudo da cor. Tendências. revisão de literatura.

ABSTRACT: The present study aims to identify research trends in studies on color as a physical phenomenon within the educational context. This research consists of a systematic literature review. The searches were conducted in the Scopus and Web of Science databases. The corpus comprised a total of 35 articles. The results showed that, among the 35 articles, eleven addressed color as the main focus of study in relation to scientific teaching and learning (color in teaching-learning and science education), fifteen discussed color in relation to skin color with a focus on the formative environment (color, identity, and social justice), and in nine studies color appeared as a secondary element, functioning as a tool for analysis (color in the analysis of results). It is concluded that studies on color still require further approaches, indicating an opportunity to expand research by integrating social and cultural contexts with the aim of contributing to physics education.

Keywords: Color studies. Trends. literature review.

¹ Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia – PPGECT na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR campus Ponta Grossa - PR.

² Professora da Universidade Tecnológica Federal do Estado do Paraná - UTFPR, campus Ponta Grossa - PR.

³ Professor da Universidade Tecnológica Federal do Estado do Paraná - UTFPR, campus Ponta Grossa - PR.

RESUMEN: El presente estudio tiene como objetivo identificar las tendencias de investigación en los estudios sobre el color como fenómeno físico en el contexto educativo. Esta investigación consiste en una revisión sistemática de la literatura. Las búsquedas se realizaron en las bases de datos Scopus y Web of Science. El corpus estuvo compuesto por un total de 35 artículos. Los resultados mostraron que, de los 35 artículos, once abordaron el color como foco principal de estudio en relación con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (color en la enseñanza-aprendizaje y la educación científica); quince discutieron el color en relación con el color de la piel, con énfasis en el contexto formativo (color, identidad y justicia social); y en nueve estudios el color apareció como un elemento secundario, funcionando como herramienta de análisis (color en el análisis de resultados). Se concluye que los estudios sobre el color aún requieren nuevos enfoques, lo que indica una oportunidad para ampliar las investigaciones mediante la integración de contextos sociales y culturales, con el objetivo de contribuir a la educación en física.

Palavras-chave: Estudos sobre o color. Tendências. revisão de la literatura.

INTRODUÇÃO

A cor, de acordo com Farina; Perez; Bastos (2011), é uma onda luminosa, um feixe de luz branca que passa pelos olhos e é interpretada pelo cérebro, criando uma experiência visual. É como se uma paleta de cores continuamente se revelasse na natureza diante do observador. Essa percepção das cores enriquece a experiência cotidiana e desempenha um papel significativo na educação e em diversas disciplinas científicas, em especial na física. Nunes (2012) explica que, entre os elementos característicos das cores, estão: os estímulos que provocam as sensações visuais ao observar; a percepção que permite ver as cores de maneira adequada em diferentes ambientes; e a comunicação de diversas mensagens ao cérebro por meio das cores. Nesse sentido, Heller (2022) aborda como a preferência por cores específicas está intrinsecamente ligada às emoções e experiências individuais, direcionando a psicologia da cor.

A cor também pode ser uma ferramenta que permite investigar as relações sociais, históricas e culturais que permeiam diversos contextos. Investir em pesquisas sobre o estudo da cor permite uma compreensão com implicações significativas em diversas áreas, desde a comunicação visual até diagnósticos médicos. Nesses contextos, atrelada à arte, destaca-se a obra "As Meninas" de Diego Velázquez, que apresenta um simples jarro vermelho no centro do quadro, conduzindo o observador para os ambientes aristocráticos do século XVII. Essa tonalidade de argila, comum no México, não era apenas uma escolha estética, mas um reflexo dos padrões de beleza e privilégios dos abastados da época, revelando características históricas e sociais (Grovier, 2020). Ainda relacionada a esses contextos, por meio das características químicas dos pigmentos, é possível compreender informações fornecidas pelas pinturas

rupestres, as quais revelam variações sobre a geografia e as práticas culturais das comunidades antigas (Farias Filho et al., 2022).

Devido à diversidade de estudos que permeiam a cor, ela pode se fazer presente nas práticas pedagógicas de professores das ciências naturais. Ao explorar as abordagens dos professores relacionadas à cor, percebe-se que essas variam de acordo com a disciplina ensinada. Na Química, por exemplo, destaca-se o estudo conduzido por Kawa et al. (2016), que investigou as tintas produzidas a partir dos solos, com o intuito de ensinar conceitos aos alunos, como soluto, solvente e misturas. Da mesma forma, o trabalho de Lech; Dounin (2011) demonstrou a produção de telas e tintas naturais para ensinar o conteúdo de ácidos e bases. No campo da Biologia, Galloway; Bretz; Novak (2015) investigaram a pigmentação de tintas naturais provenientes de uma variedade de fontes, como framboesas, mirtilos, uvas, amoras, morangos, pêssegos, berinjelas, repolhos roxos e cebolas roxas, buscando alcançar seus objetivos de ensino com os alunos. No âmbito da disciplina de Física, a abordagem da cor frequentemente se concentra em conceitos ligados à óptica e à luz. Nesse contexto, Sandoval (1990) ressalta os estudos físicos sobre a cor, incluindo a análise da sensação cromática, cuja relevância para a formação docente é brevemente discutida. Por outro lado, Matsushima (2001) aborda a percepção da cor, explorando seu processo neural no corpo humano e tratando a cor como um fenômeno de natureza física e psicológica.

Evidencia-se que os professores integram o uso da cor em sua prática pedagógica. Mabrouk (2022) propõe um curso de formação de professores focado no estudo da cor, vinculado inicialmente ao curso de química, mas que pode ser aplicado em outras disciplinas das ciências naturais, permitindo o estudo da cor como fenômeno científico. Nesse curso, os professores são incentivados a demonstrar como aplicariam em suas práticas pedagógicas o conhecimento adquirido durante a formação. Assim, o presente estudo tem como objetivo identificar as tendências de pesquisa nos estudos sobre cor, enquanto fenômeno físico, considerando o contexto educacional.

MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura. Para sua realização, foram estabelecidas algumas etapas, nas quais foram utilizados softwares de apoio. Essas etapas são descritas a seguir.

Etapa 1 - Estabelecimento da intenção de pesquisa e pesquisa exploratória com os descritores nas bases de dados

Nesta etapa, foram identificados os descritores e as combinações mais adequadas para a temática. Houve a necessidade de vincular os descritores a ensino de ciências, educação, cor e professores para responder à pergunta: "Quais são as tendências de pesquisa nos estudos sobre a cor no contexto educacional?" Os descritores e as combinações identificados foram testados nas bases Web of Science e Scopus. Para acessar essas bases, foi utilizado o acesso CAFE (forma de acesso mais abrangente a periódicos). Nesse sentido, as palavras-chave, os operadores booleanos, o período e demais informações utilizadas podem ser visualizados no quadro 1.

Quadro 1. Palavras – chave, operadores booleanos e filtros.

Base	Código	Termos usados e operadores	Limitado a:	Artigos identificados
Scopus	S	"colors" AND "science" AND "teacher"	Artigo	78
	S1	"colors" AND "science education"	Artigo	71
	S2	"colors" AND "science" AND "teacher training"	Artigo	1
	S3	"colors" AND "science teaching"	Artigo	10
Web of Science	W	"colors" AND "science" AND "teacher"	Artigo	25
	W1	"colors" AND "science education"	Artigo	19
	W2	"colors" AND "science" AND "teacher training"	Artigo	0
	W3	"colors" AND "science teaching"	Artigo	1
TOTAL	-----	-----	-----	205

Fonte: Autoria Própria (2024).

O código estabelecido é usado para análise posterior no software e para identificar o termo de busca. Termos de busca sem resultados não foram codificados, ou apresentados pois não fazem parte da análise. Nesse primeiro momento foram identificados 205 resultados.

Etapa 2 - Definição dos critérios de seleção e exclusão e aplicação destes

Ainda nas bases foram lidos os títulos e os resumos dos artigos para verificar a coerência com o tema. Para isso foram estabelecidos alguns critérios de seleção e exclusão, os quais podem ser visualizados no Quadro 2.

Quadro 2. Critérios de Seleção e Exclusão.

Critérios de Seleção	Critérios de Exclusão
1) Possuir relação com cor;	1) Trabalhos da área das ciências naturais porém da parte aplicada;
2) Possuir vínculo com a área de educação;	2) Não possuir nenhuma relação com cor;
	3) Ser da área da saúde;

3) Possuir relação com as ciências naturais ou matemática (Física, química, biologia, matemática);	4) Ser da área de linguagens;
	5) Não possuir qualquer relação com educação;

Fonte: Autoria Própria (2024).

Após a aplicação desses critérios foram excluídos 141 resultados da pesquisa. Esses critérios permitem a seleção dos trabalhos para análise mais coerente ao tema. Os resultados para a análise estão descritos no quadro 3 na etapa seguinte.

Etapa 3 - Procedimentos de instalação, configuração, de junção e filtragem

Nesta etapa, foram realizados os procedimentos para preparar a ferramenta Bibliometrix para as análises dos dados. Primeiramente, foram instalados os softwares R e RStudio, usados para configurar o ambiente e construir o portfólio. Em seguida, após a aplicação dos métodos de preparação, configurou-se o pacote Bibliometrix. Após a seleção dos artigos nas bases, estes foram salvos no computador em formato BibTeX. Cada pesquisa realizada com os operadores booleanos e filtros gerou um documento BibTeX, codificado como S, S₁, S₂, S₃ e W, W₁, W₂, W₃ (identificados nos quadros 1 e 3). Com o software R já instalado, foi possível realizar a junção desses documentos e salvá-los em um único documento no formato RDS. Nesse processo, os artigos duplicados foram excluídos. Após essa junção, o documento foi carregado no Bibliometrix, permitindo a análise dos resultados.

O quadro 3 esclarece os resultados obtidos nas duas últimas etapas.

Quadro 3- Artigos após aplicação dos critérios de exclusão e seleção e remoção dos duplicados.

Base	Código	Termos usados e operadores	Artigos identificados	Artigos para análise após critérios de seleção e exclusão	Corpus total após remoção de duplicados
Scopus	S	"colors" AND "science" AND "teacher"	78	22	
	S ₁	"colors" AND "science education"	71	21	
	S ₂	"colors" AND "science" AND "teacher training"	1	1	
	S ₃	"colors" AND "science teaching"	10	9	
Web of Science	W	"colors" AND "science" AND "teacher"	25	7	
	W ₁	"colors" AND "science education"	19	5	
	W ₂	"colors" AND "science" AND "teacher training"	0	0	

	W3	"colors" AND "science teaching"	1	1	
Resultado:			205	64	35

Fonte: Autoria Própria (2024)

Após a aplicação dos procedimentos de filtragem, chegou-se a um corpus total de 35 artigos para análise.

Etapa 4 - Pesquisa definitiva nas bases de dados

A pesquisa resultou em um total de 35 artigos para análise (Scopus – n=24; Web of Science – n=11). O resultado foi considerado satisfatório, não havendo a necessidade da ampliação de bases. Dessa forma, optou-se por manter os termos utilizados, operadores booleanos e demais filtros.

Etapa 5 - Ordenação dos artigos por meio do Bibliometrix;

A ordenação dos estudos levantados no bibliometrix aconteceu com o uso da lei de Bradford que estabelece: “se os periódicos forem organizados em ordem decrescente do número de artigos que publicaram sobre o assunto, então zonas sucessivas de periódicos contendo o mesmo número de artigos sobre o assunto formam a série geométrica simples 1: ns: n2s: n3s”. Bradford chamou a primeira zona, o núcleo de periódicos particularmente dedicados a um determinado assunto. (Bradford, 1934, p. 85). Nessa pesquisa os 35 artigos constituíam as três zonas propostas.

6

Etapa 6 - Localização dos artigos em formato integral e análise sistemática dos artigos

A localização das pesquisas foi feita após ordenação dos artigos no bibliometrix por meio da opção Most Global Cited Documents, a qual organiza os artigos pelo número de citações. A tabela gerada no software nessa etapa permite o acesso ao artigo pelo link adjacente, facilitando o acesso diretamente no site da revista com a opção CAFe. Após a localização dos artigos foi realizada a leitura na íntegra, identificado seus resultados, seus achados relevantes, configurados os quadros de apresentação dos resultados e estabelecidos os pontos de discussão.

RESULTADOS

Os artigos foram analisados na sequência estabelecida pelo Bibliometrix por meio da opção Most Global Cited Documents, com base nas informações obtidas nessa opção foi

possível construir a tabela 1. O item código foi estabelecido na sequência do ranking fornecido pelo Bibliometrix, sendo o artigo codificado como A1 aquele que possui maior número de citações e assim sucessivamente nos demais artigos.

Tabela 1 - Resultado da seleção dos artigos referentes aos estudos da cor para o ensino e aprendizagem de ciências. Por meio do Bibliometrix na função: Most Global Cited Documents.

Código /Ranking	Autores (Ano)	UF	Sujeitos da pesquisa	Citações totais	Citações por ano	Total de Citações normalizadas
A1	Eugenio-Gozalbo M; Aragón L.; Ortega-Cubero I. (2020)	Espanha	Educação Infantil; Ensino Primário Ensino Médio Ensino Superior	16	3,20	2,67
A2	Russo-Tait, T. (2022)	Estados Unidos	Professores do Ensino Superior	14	4,67	3,02
A3	Chen, J.L; Mensah, F.M. (2022)	Estados Unidos	Professores do Ensino Fundamental	12	4,00	2,59
A4	Dziob, D.; Krupiński, M.; Woźniak, E.; Gabryszewski, R.(2020)	Polônia	Professores do ensino médio e alunos do ensino médio	12	2,40	2,00
A5	Fan J.Y; Ye J.H. (2022)	China	Estudantes do Ensino Superior	8	2,67	1,73
A6	Barrón, H.A; Brown, J.C; Cotner, S. (2021)	Estados Unidos	Os assistentes de ensino (TAs)	8	2,00	2,67
A7	Kajiya D. (2020)	Japão	Alunos do Ensino Médio	7	1,40	1,17
A8	Romine, W., Tsai, C.L., Miller, M. <i>et al.</i> (2020)	Estados Unidos	Alunos do ensino médio	7	1,40	1,17
A9	Anwar, S., Menekse, M. , Guzey, S.; Bryan, LA (2022)	Estados Unidos	Alunos do ensino fundamental	7	2,33	1,51
A10	Aftenieva, O. <i>et. al.</i> (2021)	Alemanha	Estudantes do ensino médio	6	1,50	2,00
A11	Alexopoulos, A.N, Paolucci, P., Sotiriou, S.A. <i>et al.</i> 2021	Itália	Estudantes do Ensino Médio	5	1,25	1,67
A12	Rivera, S. (2022).	Estados Unidos	Estudantes do Ensino Superior e professores da Faculdade.	4	1,33	0,86
A13	Quive, L.G <i>et. al.</i> (2021)	Moçambique-Brasil	Ensino Médio	4	1,00	1,33
A14	Varelas, M., <i>et.al</i> ,(2023)	Estados Unidos	Professores de Ciências	3	1,50	3,86
A15	Morales-Doyle, D. (2020)	Estados Unidos	Estudantes	16	3,20	2,67
A16	Bancroft, S.F. (2022)	Estados Unidos	Professores de Ensino de	14	4,67	3,02

			Ciências e Acadêmicos			
A17	Kajiya D. (2020)	Japão	Alunos do ensino fundamental ao Ensino Superior	3	0,60	0,50
A18	Neally, K. (2022)	Estados Unidos	Professores do Ensino Superior	3	1,00	0,65
A19	Ijoma, J.N, Sahn, M., Mack, K.N. <i>et al</i> (2021)	Estados Unidos	Professores do Ensino Superior	2	0,40	0,33
A20	Franzolin, F. <i>et. al.</i> (2020).	Brasil	Análise Documental	2	0,67	0,43
A21	Visintainer, T. (2023).	Estados Unidos	Professores do Ensino Médio	1	0,33	0,22
A22	Netshivhumbe N.P; Mudau A.V. (2023)	Africa dp Sul	Professores e alunos do Ensino Médio.	1	0,20	0,17
A23	Im R.; Iwayama T.; Osa M. (2023)	Japão	Alunos do Ensino Médio	1	0,50	1,29
A24	DeJarnette. F. <i>et.al.</i> (2023),	Estados Unidos	Alunos do Ensino Médio	1	0,50	1,29
A25	Kirya P. <i>et.al.</i> (2021)	Estados Unidos	Alunos do Ensino Médio	1	0,50	1,29
A26	Stupel, M., Farhat, M.; Jahangiri, J.(2023)	Israel e EUA	Alunos	1	0,50	1,29
A27	Sveden A. <i>et. al.</i> (2023)	Estados Unidos	Professores do Ensino Médio	1	0,25	0,33
A28	Gallegos-Cázares, L.; Flores-Camacho, F.; Calderón-Canales, L.(2020)	México	Professores do Ensino Fundamental e Médio	0	0,00	0,00
A29	Rattanakit P. <i>et. al.</i> (2023)	Tailândia	Professores e Alunos do Ensino Médio	0	0,00	0,00
A30	Watkins, J.; De Lucca, N.A.; Pao, R.S. (2024)	Estados Unidos	Alunos do Ensino Superior	0	0,00	0,00
A31	Irdam, G., <i>et. al.</i> (2023).	Estados Unidos	Professores e alunos do Ensino Médio e Fundamental	0	0,00	0,00
A32	Thomson E. M.;(2022)	Estados Unidos	Livros Didáticos Antigos	0	0,00	
A33	Silva, M. de C.; Silva, P. das D. S. (2021).	Brasil	Estudantes de licenciatura em Química	0	0,00	0,00
A34	Dos Santos, G.B.S, Mello, D.A.T.;Neves M.C.D. (2022)	Brasil	Análise de livro didático	0	0,00	0,00
A35	Vargas-Vargas, S. J.; Carmona Ramírez, L.H.(2021).	Colômbia	Alunos do Ensino Médio	0	0,00	0,00

Fonte: Autoria própria (2024).

Os objetivos, resultados e achados relevantes podem ser visualizados com auxílio do Quadro 4.

Quadro 4 - Artigos, objetivos, resultados e achados.

Cód.	Autores (Ano)	Objetivos	Alguns Resultados / Achados relevantes
A1	Eugenio-Gozalbo M, Aragón L.; Ortega-Cubero I. (2020)	Fornecer evidências que apoiem a presença de hortas em centros educacionais, avaliando os principais temas científicos cuja aprendizagem é promovida nas fases pré-escolar, primária, secundária e universitária.	Utilizam a cor nos designs gráficos e envolve o ensino de ciências no contexto da horta, foca na educação em todos os níveis; envolve a consciência ambiental (facilita uma abordagem à gestão responsável da água).
A2	Russo-Tait, T. (2022)	Explorar uma questão subexaminada em relação à ideologia daltônica na educação STEM.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação. Discute a interpretação dos professores majoritariamente brancos em relação ao racismo presente nos cotidianos de ensino e aprendizagem;
A3	Chen, J.L, Mensah, F.M. (2022)	Explorou as formas como as identidades e a agência de professores de ciências de dois professores do ensino fundamental de cor se desenvolveram à medida que participavam de um desenvolvimento profissional de ciências com duração de um ano.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os professores de ensino de ciências como sujeitos da pesquisa. Discute a importância da ciência sendo discutida e vivenciada por pessoas de cor.
A4	Dziob, D. <i>et.al.</i> (2020)	Propor um projeto para estudantes do ensino médio intitulado “As Cores da Terra”. O principal objetivo dos alunos era distinguir entre diferentes tipos de cobertura do solo através da criação de várias composições de bandas de cores falsas a partir do satélite Sentinel-2.	Estuda a cor relacionada a característica analisada nas imagens produzidas pelo satélite; tem os professores de ensino de ciências como sujeitos da pesquisa; assim como os alunos; preocupa-se com a aprendizagem em ciências naturais.
A5	Fan J.Y; Ye J.H. (2022)	Ampliar a compreensão do efeito de aplicação do ensino baseado em investigação em nível universitário.	Estuda a cor relacionada a parte do processo completo de design de projeto. A relação com ciências se deu nas temáticas de investigação escolhidas pelos universitários.
A6	Barron, H. A.; Brown, J. C.; Cotner, S. (2021)	Este estudo explora as maneiras pelas quais os TAs de graduação em biologia implementam o CRST.	Estuda a cor relativo a questões raciais, preocupa-se com as formas de interação. Discute a importância da ciência sendo vivenciada por pessoas de cor e mulheres.

A7	Kajiya D. (2020)	O objetivo é que os alunos experimentem cores e saibam que a cor pode ser desenvolvida significativamente pela complexação de antocianinas e íons de alumínio para soluções fracamente ácidas.	A cor é o foco da pesquisa pois permite a interpretação de todos os resultados subsequentes. Tem os estudantes da graduação como sujeitos da investigação; possui relação com ensino de ciências pois estuda a cor roxa por meio de uma análise química.
A8	Romine, W., Tsai, C.L., Miller, M. et al. (2020)	Busca responder as seguintes indagações: Como o interesse individual que surge em uma atividade de classe focada na aprendizagem ativa influencia o interesse situacional dos alunos? Como o interesse individual influencia o que os alunos aprendem com as atividades?	A cor nessa pesquisa permite a interpretação de todos os resultados subsequentes. Nesse caso estuda a cor enquanto luz pois envolve as propriedades da radiação eletromagnética, luz e cor, óptica, anatomia e função do olho dos vertebrados, evolução dos sistemas visuais e déficits de visão, incluindo formas para ajudar a lidar com eles.
A9	Anwar, S. et al. (2022)	Investigou-se a eficácia da unidade STEM integrada projetada nos resultados de aprendizagem de ciências dos alunos em avaliações pré, pós e pós-avaliações atrasadas.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, possui como sujeitos os alunos do ensino fundamental, relacionado ao ensino de ciências conteúdos e práticas de ciência e engenharia para ensinar ecologia, poluição da água e projetos de engenharia.
A10	Aftenieva, O. et al. (2021)	Propor uma plataforma de ensino para estudantes do ensino médio que explica a relação entre a cor percebida de soluções coloidais e suas propriedades físico-química.	Possui foco na cor, em especial na percepção de cores por meio de efeitos de dispersão e absorção, em que a percepção da cor na reflexão ou transmissão foram observadas no que diz respeito aos efeitos em nano escala. Possui relação com ensino de ciências pois estuda a cor por meio de uma análise química;
A11	Alexopoulos, A.N. et al. (2021)	Este artigo visa contribuir para esta linha de pesquisa ao relatar um estudo quantitativo de duas ondas que examina o efeito de uma intervenção STEAM de longo prazo em dois processos cognitivos associados à criatividade.	“Se o bóson de Higgs tivesse uma cor, qual seria essa cor?” fornece o ponto de partida para um envolvimento mais amplo dos estudantes com a ciência através do uso da arte como linguagem universal para abordar, estudar, representar e comunicar ideias e fenômenos científicos.
A12	Rivera, S. (2022).	Este artigo procura ajudar a Faculdade de Cor a compreender melhor o seu papel e agência em relação ao racismo na formação de professores de ciências.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os professores de ensino de ciências como sujeitos da pesquisa. Discute o racismo oculto na formação de professores de ciências.

A13	Quive, L.G. <i>et. al.</i> (2021)	Construir um simulador de bafômetro para ser aplicado em uma aula de ensino de química. Foram seguidas diversas etapas desde a construção do bafômetro, testes de sua funcionalidade utilizando bebidas alcoólicas locais como fonte de etanol e por fim foram propostas estratégias para sua aplicação em sala de aula.	A cor é o foco da pesquisa pois permite a interpretação de todos os resultados subsequentes. A cor é o parâmetro quantitativo do trabalho, a mudança de cor, ou seja, da cor laranja do dicromato de potássio para verde/azul, em que os alunos avaliaram o tempo médio de mudança de cor entre balões vermelhos e amarelos e interpretaram os resultados.
A14	Varelas, M. <i>et. al.</i> (2023)	Exploramos como os novos professores negros lutaram com a equidade e a excelência enquanto construíam identidades de professores de ciências enquanto aprendiam a ensinar em um programa de formação de professores comprometido com a equidade, a justiça e a excelência e, eventualmente, ensinavam em escolas urbanas onde persistem desigualdades e injustiças.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os professores de ensino de ciências como sujeitos da pesquisa. Discute parâmetros de equidade relativo a questões raciais.
A15	Morales-Doyle, D. (2020)	Este artigo apresenta um estudo de caso da “unidade de aspirina”, uma unidade curricular de uma aula de química avançada em uma escola secundária de bairro de uma grande cidade dos EUA.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os professores de ensino de ciências como sujeitos da pesquisa. Discute a educação científica como impulsionadora da transformação dessa realidade.
A16	Bancroft, S.F. (2022)	Discutir a reciprocidade entre ações acadêmicas informadas teoricamente e meu desenvolvimento da segurança ontológica como um acadêmico crítico na educação científica	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os professores de ensino de ciências como sujeitos da pesquisa. Trata-se de uma narrativa que visa auxiliar estudantes em sua caminhada na academia enfrentando preconceitos.
A17	Kajiya D. (2020)	Este artigo descreve um conjunto de demonstrações utilizando sacos transparentes; xícaras; fita adesiva; e garrafas de celofane, polietileno, poliestireno, policarbonato e tereftalato de polietileno.	A cor é o foco da pesquisa pois permite a interpretação de todos os resultados subsequentes. Mostra que uma gradação de cor pode ser gerada aquecendo e esticando materiais poliméricos impressados entre polarizadores, e que cores brilhantes podem ser observadas simplesmente olhando para o céu ao nascer do sol através de um único polarizador.
A18	Neally, K. (2022)	O objetivo deste estudo é compreender melhor as experiências educacionais	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência.

		positivas e negativas dos Estudantes de Cor (SOC) em STEM e como essas experiências impactam o interesse de um SOC em se tornar um professor STEM.	Destaca a necessidade de mudanças no sistema educacional para tornar o ambiente mais justo e igualitário.
A19	Ijoma, J.N, <i>et. al.</i> (2021)	Este artigo centra-se na componente chave da representação nos Estados Unidos (EUA), destacando a nossa visão para uma solução para o chamado “pipeline furado” para BIPOC em ciência, tecnologia, engenharia e matemática.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os professores de ensino de ciências como sujeitos da pesquisa. Destaca uma série de medidas para enfrentamento do racismo nas instituições.
A20	Franzolin, F., <i>et. al.</i> (2020).	Analisar a transposição didática no que se refere à expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana nos livros didáticos brasileiros e portugueses, bem como no Caderno do Aluno do Estado de São Paulo.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os livros didáticos como material de análise de pesquisa, e discute sobre esse instrumento de ensino.
A21	Visintainer, T. (2023).	Compreender melhor como é a ciência orientada para a comunidade numa sala de aula de ciências quando uma unidade de equidade na saúde é orientada por um professor de biologia que envolve os aspectos sócio-históricos, políticos e relacionais da estrutura e agência comunitária.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os alunos como sujeitos. Destaca como o envolvimento na saúde comunitária na intersecção entre história, raça, lugar e poder moldou o envolvimento em práticas científicas.
A22	Netshivhumb e N.P. Mudau A.V. (2023)	Investigar alguns dos desafios na aplicação do registo científico de Tshivenda (TSR) durante as práticas de sala de aula de alguns professores de ciências físicas em algumas escolas secundárias públicas no Distrito Oeste de Vhembe, África do Sul.	Nesse estudo, a cor faz parte como uma ferramenta de análise de resultados da investigação demonstrando desafios no ensino e aprendizagem das ciências físicas.
A23	Im R.; Iwayama T.; Osa M. (2023)	Fomentar o interesse e a investigação nos alunos através da estratégia prever-observar-explicar (POE).	O foco desse estudo relativo a cor desenvolve todo o resultado da pesquisa, na qual, notaram um desafio ao usar a curcumina como gel indicador de pH, os alunos professores ficaram surpresos com o fato de os pedaços de gel de ágar poderem ser usados várias vezes, apresentando cores alternadas a cada uso.
A24	DeJarnette. F. <i>et. al.</i> (2023),	Analisar interações de dois grupos de estudantes do ensino médio trabalhando em uma atividade de visão de cores.	O foco desse estudo relativo a cor se refere ao trabalho de dois grupos de estudantes do ensino médio em uma atividade de visão de cores, onde os alunos de um grupo usavam

			lentes com filtro de cores diferentes e precisavam integrar suas perspectivas individuais para tirar conclusões sobre diferentes exposições de cores.
A25	Kirya P. <i>et. al.</i> (2021)	Criar continuidade no acesso dos alunos às discussões baseadas em nanotecnologia, mesmo diante da pandemia.	O foco desse estudo relativo a cor se refere ao ensino aprendizagem da cor nas asas da borboleta; esse estudo explorou as propriedades ópticas únicas da asa <i>Blue Morpho</i> fornecendo uma excelente fonte para demonstrar como os aspectos da química, biologia, física e nanotecnologia se relacionam.
A26	Stupel, M., Farhat, M.; Jahangiri, J.(2023)	O objetivo deste artigo é revisitar uma abordagem pedagógica em grande parte negligenciada, para o ensino de geometria.	Foca no ensino aprendizagem da matemática por meio da cor, desenvolve atividades que contribuem para o ensino-aprendizagem.
A27	Sveden A. <i>et. al.</i> (2023)	Este estudo explora o conhecimento, apresentação e percepções da profissão de aconselhamento genético por professores do ensino médio em escolas de ensino médio da maioria BIPOC nos Estados Unidos (EUA).	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os alunos como sujeitos. Destaca o conceito de aconselhamento genético.
A28	Gallegos-Cázares, L., Flores-Camacho, F.; Calderón-Canales (2020)	Este artigo apresenta o desenvolvimento e a estrutura das ideias dos professores indígenas Nahua sobre a mistura de cores, bem como suas ideias sobre as cores derivadas de suas tradições.	Esse trabalho foca no estudo da cor na cultura dos indígenas mexicanos em que a utiliza como para explicar fenômenos físicos.
A29	Rattanakit P. <i>et.al.</i> (2023)	O principal objetivo é que os alunos demonstrem proficiência no uso de equipamentos e técnicas de laboratório fornecidos no conjunto de laboratório para identificar a presença e concentração de ferro (III) em amostras de água.	Utiliza a cor para explicar fenômenos químicos, relacionado a aprendizagem, a cor não é o foco do estudo.
A30	Watkins, J.; De Lucca, N.A.; Pao, R.S. (2024)	Neste artigo, examinamos como esse design de curso pode ajudar os professores de formação inicial a se sintonizarem com a heterogeneidade nas formas de conhecimento em ciências e a se conectarem à identidade e à historicidade na construção de sentido científico	Traz a cor como característica das atividades dos alunos, discute a abordagem de uma aluna que usou a arte japonesa de fazer flores de seda para fazer modelos físicos das Wisconsin FastPlants. Ela comparou os padrões de mudança de cor em suas FastPlants e em suas plantas criadas, o que levantou novas questões sobre a ligação entre luz e calor e como eles

			podem interagir para impactar as folhas e caules das plantas.
A31	Irdam, G. <i>et al.</i> (2023).	Este estudo examina como a raça/etnia modera a relação de pertencimento entre professores e pares nas salas de aula de matemática e ciências com o apego e aspirações rurais entre estudantes secundários rurais.	Estuda a cor relativo a questões raciais; envolve o ambiente social ensino de ciência, pois preocupa-se com as formas de interação, logo, tem os alunos e professores como sujeitos. Destaca a perspectiva de futuro dos estudantes negros.
A32	Thomson E.M.; (2022)	Analisar gráficos e outros elementos presentes nos livros antigos que constituíam o período entre 1850 e 1900 foi chamado de “era de ouro” e de “tempestade perfeita” para gráficos de dados.	Foca no estudo da cor em livros antigos; não foca em ensino aprendizagem mas nos livros didáticos enquanto instrumento de ensino, envolve o olhar para a cor em questões raciais.
A33	Silva, M. de C.; Silva, P. das D. S. (2021).	Este trabalho investiga as formas pelas quais os licenciandos em Química abordam conceitos, entidades, modelos e fenômenos científicos a partir da expressão artística do desenho.	Estuda a cor como característica- faz parte da análise mas não é o foco principal, analisa fenômenos científicos por meio de desenhos.
A34	Dos Santos, G.B.S, Mello, D.A.T Neves M.C.D. (2022)	Contextualizar o conteúdo do livro e seu imaginário visual e identificar aspectos que contribuam para o currículo de ciências.	Foca na cor relacionada ao ensino da teoria da luz e ao ensino-aprendizagem de ciências.
A35	Vargas-Vargas, S. J.,Carmona Ramírez, L.H.(2021).	O objetivo deste estudo foi implementar uma estratégia para fortalecer o aprendizado da teoria da luz de Newton a partir da experimentação e da epistemologia.	Considera a cor nos designs gráficos e envolve o ensino de ciências no contexto dos fenômenos físicos vinculados a teoria da luz.

Fonte: Autoria Própria (2024).

DISCUSSÃO

Ao buscar responder a seguinte pergunta de pesquisa: " Quais são as tendências de pesquisa nos estudos sobre a cor enquanto fenômeno físico no contexto educacional?" foram identificadas nas pesquisas algumas tendências de resultados e características, conforme:

Cor na análise de resultados

Observou-se em determinados artigos que a cor é tratada apenas como uma característica secundária, não o foco principal de discussão, mas como um elemento que contribui para o resultado do tema abordado. Esse padrão foi identificado em nove artigos (A1, A4, A5, A11, A22, A29, A30, A33, A35), todos relacionados ao campo da educação científica.

No que envolve a biologia, a pesquisa de Eugenio-Gozalbo; Aragón; Ortega-Cubero (2020), destaca a cor nos desenhos gráficos dos estudantes, e possui relação com educação científica por meio do contexto horta, também envolve todos os níveis de ensino, e sua aplicação ocorre no curso de agronomia. Já a pesquisa de Fan; Ye (2022), foca nos design gráficos, e discute a cor em um dos trabalhos analisados em que a aluna evidencia a coloração em uma metamorfose de uma lagarta. O estudo de Watkins; De Lucca; Pao (2024), demonstra um aplicativo relacionado a plantas que explica alterações de coloração relacionadas, vinculando a arte.

No campo da física, o estudo de Dziob et. al (2020), destaca a cor produzida nas imagens de satélite, sendo essa abordagem de satélites o foco do ensino aprendizagem. A pesquisa de Alexopoulos et al. (2021), estuda as relações artísticas no bóson de Higgs (partícula elementar surgida após o Big Bang), discutindo sobre a sua cor, sendo o ponto de partida para desenvolver a interdisciplinaridade entre arte e física. O estudo de Netshivhumbe; Mudau (2023), estuda a cor como ferramenta para uma abordagem pedagógica, considerando alguns conteúdos da área da física. O artigo de Vargas; Carmona - Ramírez (2021), traz uma abordagem pedagógica e possui como conteúdo de estudo a teoria da luz, a qual envolve o olhar para a cor.

Na química os estudos de Rattanakit *et. al.* (2023), desenvolve o estudo da química verde para gestão eficaz de resíduos, estando a cor presente no experimento com ferro descrito na análise da amostra. A pesquisa de Silva; Silva (2021), destaca o estudo da cor como característica de elementos químicos, desenvolve sua discussão sobre as relações arte e ciência, norteados por análises de imagem.

Nesses estudos, a cor é um foco secundário, ela contribui como uma das ferramentas de análise de fenômenos científicos envolvendo o ensino aprendizagem, sendo identificados trabalhos nas áreas da química, física e biologia.

Cor, identidade e justiça social

Identificaram-se pesquisas que discutem o ensino de ciências naturais vinculado a questões raciais. Nestes estudos, a cor é relacionada à cor da pele. São pesquisas que visam o ambiente de ensino, as oportunidades na área, a equidade social, discutindo o racismo estrutural que permeia a sociedade. Nesta temática, foram identificados quinze trabalhos (A2, A3, A6, A9, A12, A14, A15, A16, A18, A19, A20, A21, A27, A31, A32).

Ao realizar a leitura dessas pesquisas, foram identificados estudos que visam discutir o racismo presente no contexto educacional como um todo. Estes enquadram práticas docentes, ambientes sociais e comportamentos dos indivíduos que fazem parte dos processos formativos na educação científica. São os estudos de Russo-Tait (2022) que destaca o enquadramento daltônico presente nos ambientes acadêmicos e infere que esse movimento visa a minimização do racismo. Rivera, (2022) abordou o racismo e destacou a importância de medidas para sua superação ainda na formação dos professores de ciências. Varelas et. al. (2023) preocuparam-se em destacar nas suas discussões a equidade necessária nos ambientes científicos. Neally (2022) aponta para mudanças necessárias no ambiente educacional para torná-lo mais igualitário. Ijoma *et. al.* (2021) discutem o racismo institucional. Visintainer (2023) envolve questões de saúde, discute como o conceito de raça, cor, lugar e poder moldaram as vivências comunitárias e a educação científica.

Sveden *et.al.* (2023), focam seus estudos em uma profissão específica que exerce o aconselhamento genético, e compara o acesso e conhecimento relativo a essa profissão vinculado a questões raciais.

Além disso, foram identificadas pesquisas que buscaram apoiar o indivíduo em sua trajetória formativa enquanto aluno, permeando seu ensino-aprendizagem, e a importância da superação dos desafios que possam vir a se apresentar em seu contexto. São as pesquisas de Chen; Mensah (2022), Barron; Brown; Cotner (2021) em que discutem a importância da ciência sendo discutida e vivenciada por pessoas de cor e mulheres, a pesquisa de Anwar et. al. (2022) que além de discutir a importância da vivência da ciência por pessoas de cor, focou no ensino aprendizagem, e teve como ambiente cursos de engenharia, Morales-Doyle (2020) discutem o acesso a ciência e a educação como possibilidades transformadoras de realidades, Bancroft (2022) busca por meio de sua narrativa, apoiar estudantes de cor em sua caminhada científica, e os estudos de Irdam *et. al.* (2023), destacam a perspectiva de futuro dos estudantes negros.

Foram identificados artigos que discutiram o racismo presentes nos instrumentos de ensino, sendo os estudos de Franzolin *et. al.* (2020) que abordam sua análise nos livros didáticos, e a pesquisa de Thomson (2022) que realiza uma análise em mapas e instrumentos gráficos. Também destaca a ausência de representação na época estudada, nesses instrumentos de outras minorias como indígenas, discutindo as desigualdades.

Por meio dessa análise foi possível reconhecer o que infere Nunes (2012) sobre a comunicação de mensagens ao nosso cérebro por meio das cores, nesse caso demonstrando que

elas contribuem com determinados comportamentos sociais. Além disso, destacam também Farina; Perez; Bastos (2011) que a expressividade da cor a torna um elemento crucial na comunicação de ideias e que a reação individual às cores não está limitada por fronteiras espaço-temporais, nesse caso considerando o racismo estrutural que permeia a sociedade.

Cor, ensino-aprendizagem e educação científica

Em algumas das pesquisas analisadas percebeu-se que a cor foi o principal foco de abordagem, ou seja, a análise dependia exclusivamente da cor vinculada nesses estudos, também foi identificado que todos eles envolviam a cor em processos de ensino - aprendizagem de ciências, e essa característica diferencia esses estudos de análises da cor na área aplicada por exemplo. Nesse sentido, foram identificados onze pesquisas (A7, A8, A10, A13, A17, A23, A24, A25, A26, A28, A34).

Na maioria dos estudos nessa tendência (cinco pesquisas) a cor está vinculada ao ensino da física, como Romine *et. al.* (2020), que estudou a cor vinculada a luz e a visão, demonstrando o seu favorecimento no ensino aprendizagem, abordou também a percepção da cor. Já Kajiya (2020), destaca a construção de um polarizador para observação das colorações no céu. DeJarnette *et. al.* (2023), destacam o ensino da cor vinculado a criação de uma lente especial de visualização e denota a interação dos alunos entre grupos. Gallegos-Cázares; Flores-Camacho; Calderón-Canales (2020), estudam a cor enquanto fenômeno físico envolvendo o contexto dos indígenas mexicanos. Dos Santos; Mello; Neves (2022), desenvolvem o ensino aprendizagem da cor por meio da teoria da luz.

Acerca dos estudos sobre cor que estavam vinculados a área da química, identificou-se a pesquisa de Kajiya (2020), que estuda a cor roxa por meio de uma análise de química de complexação, discute o ensino aprendizagem vinculado a essa mudança de coloração. Quive *et. al* (2021), abordam o estudo da cor laranja do dicromato de potássio e discutem a importância da visualização de experimentos na educação científica, e Im; Iwayama; Osa (2023), destacam o estudo da cor relacionado a identificação de pH.

Na área da matemática foi identificado o estudo de Stupel *et. al.* (2023), que foca no ensino aprendizagem da matemática por meio da codificação por cores.

Além dessas abordagens, também foram identificadas duas abordagens interdisciplinares sendo a pesquisa de Aftenieva *et. al.* (2021), estudam a percepção da cor em nanoescala, vinculada ao ensino aprendizagem de físico-química, e a pesquisa de Kirya *et. al*

(2021), que estudam as estruturas ópticas nas asas das borboletas, envolvendo química, física e biologia.

Farina; Perez; Bastos (2011) explicam que explorar o que a cor representa e por que representa é um desafio complexo. Portanto, nas ciências naturais que envolve a compreensão do fenômeno, se faz necessário a interdisciplinaridade como a física e a química, que investigam as propriedades ópticas e químicas das cores, juntamente com a biologia, que explora como os organismos percebem e processam as cores, devido a abrangência do tema, foca -se em uma determinada temática, como no artigo de Kirya *et. al* (2021), que investigou especificamente a cor nas asas das borboletas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas nesta revisão permitiram identificar três tendências principais nas pesquisas sobre cor no contexto educacional: a cor como elemento secundário na análise de resultados, a cor associada a identidade e justiça social e a cor como foco central em processos de ensino-aprendizagem de ciências. Esses resultados indicam que, embora a cor seja frequentemente mobilizada como recurso analítico ou contextual em diferentes áreas das ciências naturais, ainda há um número relativamente restrito de estudos que a abordam diretamente como fenômeno físico no ensino de física. Esse cenário evidencia uma lacuna e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para ampliar investigações que explorem a cor de forma mais aprofundada nos processos de ensino-aprendizagem, especialmente considerando seu potencial para articular conceitos fundamentais da óptica, como luz, visão e interação da radiação com a matéria.

No campo do ensino de física, os estudos identificados demonstram que a cor pode desempenhar um papel relevante na construção de conceitos científicos, especialmente quando associada a atividades experimentais, recursos visuais e abordagens interdisciplinares. As pesquisas analisadas evidenciam que a exploração da cor pode favorecer a compreensão de fenômenos ópticos, estimular a investigação científica e promover maior engajamento dos estudantes. Além disso, abordagens que articulam física com outras áreas, como química, biologia, arte e contextos culturais, mostram-se promissoras para tornar o ensino mais significativo, ampliando as possibilidades de interpretação e compreensão do fenômeno da cor para além de uma perspectiva puramente conceitual.

Dessa forma, os achados desta revisão reforçam a importância de ampliar pesquisas que integrem o estudo da cor enquanto fenômeno físico às práticas pedagógicas no ensino de física. Ao considerar tanto dimensões científicas quanto contextos sociais e culturais, torna-se possível desenvolver propostas didáticas mais contextualizadas, capazes de aproximar os estudantes do conhecimento científico. Assim, o aprofundamento de investigações sobre a cor pode contribuir para o fortalecimento do ensino de física, favorecendo abordagens interdisciplinares, o desenvolvimento do pensamento crítico e a compreensão mais ampla dos fenômenos naturais.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AFTENIEVA, Olha et al. Development of a teaching platform about plasmonics based on the color perception of colloidal gold. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 8, p. 2566-2573, Jul. 2021. DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c00183. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.1c00183>. Acesso em: 11 jun. 2024.

ALEXOPOULOS, Angelos N. et al. The colours of the Higgs boson: a study in creativity and science motivation among high-school students in Italy. *Smart Learning Environments*, v. 8, p. 1-23, Out. 2021. DOI: 10.1186/s40561-021-00169-4. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40561-021-00169-4#citeas>. Acesso em: 12 jun. 2024.

ANWAR, Saira et al. The effectiveness of an integrated STEM curriculum unit on middle school students' life science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 59, n. 7, p. 1204-1234, Fev. 2022. DOI: 10.1002/tea.21756. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.21756>. Acesso em: 11 jun. 2024.

BANCROFT, Senetta F. Through theory and action: finding academic identity and ontological security as faculty of color in science education. *Journal of Science Teacher Education*, v. 33, n. 2, p. 170-191, Fev. 2022. DOI: 10.1080/1046560X.2021.2008098. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1046560X.2021.2008098>. Acesso em: 12 jun. 2024.

BARRON, Hillary A.; BROWN, Julie C.; COTNER, Sehoya. The culturally responsive science teaching practices of undergraduate biology teaching assistants. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 58, n. 9, p. 1320-1358, Mai. 2021. DOI: 10.1002/tea.21711. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.21711>. Acesso em: 12 jun. 2024.

CHEN, Jessica L.; MOORE MENSAH, Felicia. Toward socially just science teaching through professional development: The science teacher identity development and agency of two elementary Teachers of Color. *Science Education*, v. 106, n. 2, p. 385-411, Jan. 2022. DOI: 10.1002/sce.21699. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.21699>. Acesso em: 11 jun. 2024.

DEJARNETTE, Anna F. et al. Coordinated activity and common ground during group problem solving in biology. *Learning, Culture and Social Interaction*, v. 43, p. 100767, Dez. 2023. DOI: 10.1016/j.lcsi.2023.100767. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210656123000831>. Acesso em: 12 jun. 2024.

DOS SANTOS, Giovana Blitzkow Scucato; MELLO, Débora Amaral Taveira; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Our Friend the Atom. *Sci & Educ*, v. 31, p. 1075–1099, Out. 2022. DOI: 10.1007/s11191-021-00284-1. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-021-00284-1>. Acesso em: 12 jun. 2024.

DZIOB, Daniel et al. Interdisciplinary teaching using satellite images as a way to introduce remote sensing in secondary school. *Remote Sensing*, v. 12, n. 18, p. 2868, Set. 2020. DOI: 10.3390/rs12182868. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12182868>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SILVA, Matheus de Castro.; SILVA, Penha das Dores Souza. Integrando arte e ciência na formação de professores de química: uma análise semiótica peirceana. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 244–260, Abr. 2021. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p244. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2289>. Acesso em: 12 jun. 2024.

EUGENIO-GOZALBO, Marcia; ARAGÓN, Lourdes; ORTEGA-CUBERO, Inês. Gardens as Science Learning Contexts Across Educational Stages: Learning Assessment Based on Students' Graphic Representations. *Frontiers in Psychology*, [S.l.], v. 11, p. 2226, Set. 2020. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.02226. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02226>. Acesso em: 11 jun. 2024.

FAN, Jing-Yun; YE, Jian-Hong. The effectiveness of inquiry and practice during project design courses at a technology university. *Frontiers in Psychology*, v. 13, p. 859164, Mai. 2022. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.859164. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2022.859164/full>. Acesso em: 11 jun. 2024.

FARIAS FILHO, Benedito B. et al. A química analítica aplicada aos estudos de pigmentos rupestres: uma revisão. *Química Nova*, v. 10, p. 1265–1277, Jun. 2022. DOI: 10.21577/0100-4042.20170929. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/ZqnTjsTycr5pNGfCDMPjpzg/?lang=pt>. Acesso em: 11 de junho de 2024.

FARINA, Modesto; PEREZ, Clotilde; BASTOS, Dorinho. *Psicodinâmica das cores em comunicação*. São Paulo: Editora Blucher, 2011

FRANZOLIN, Fernanda.; PROCHAZKA, Luana de Souza, DE PIETRI, Ana Paula Zampieri.; CARVALHO, Graça Simões. de. Complexidade genética e a expressão da cor da pele, cor dos olhos e estatura humana: transposição didática. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 239–261, Mai. 2020. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2020v25n1p239. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1576>. Acesso em: 12 jun. 2024

GALLEGOS-CÁZARES, Leticia; FLORES-CAMACHO, Fernando; CALDERÓN-CANALES, Elena. The co-existence of cultural and school science models in indigenous Mexican teachers: the mixing colors case. *Cultural Studies of Science Education*, v. 15, p. 211-239, Mai. 2020. DOI: 10.1007/s11422-018-9901-1. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-018-9901-1>. Acesso em: 12 jun. 2024

GALLOWAY, Kelli R.; BRETZ, Stacey Lowery; NOVAK, Michael. Paper chromatography and UV-Vis spectroscopy to characterize anthocyanins and investigate antioxidant properties in the organic teaching laboratory. *Journal of Chemical Education*, v. 92, n. 1, p. 183-188, 2015. Out. DOI: 10.1021/ed400520n. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/ed400520n>. Acesso em: 11 jun. 2024.

GROVIER, Kelly. A misteriosa peça de cerâmica que revela um sentido oculto em 'As Meninas', obra-prima de Velázquez. BBC, [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-cul-55100485>. Acesso em: 11 jun. 2024.

HELLER, Eva. *A psicologia das cores: como as cores afetam a emoção e a razão*. Editora Olhares, 2022.

IJOMA, Jenny N. et al. Visions by WIMIN: BIPOC representation matters. *Molecular Imaging and Biology*, p. 1-6, Out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11307-021-01663-4>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11307-021-01663-4>. Acesso em: 12 jun. 2024.

IM, Rany; IWAYAMA, Tsutomu; OSA, Masashi. Development of Acid-Base Indicators from Natural Pigments in Agar Gel. *Journal of Chemical Education*, v. 100, n. 12, p. 4707-4713, Nov. 2023. DOI: 10.1021/acs.jchemed.3c00131. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.3c00131>. Acesso em: 12 jun. 2024.

IRDAM, Greysi et al. Examining the Relationship of Teacher and Peer Belonging to Rural Attachment and Community Aspirations Among Diverse Rural Youth. *The Rural Educator*, v. 44, n. 4, p. 43-58, Nov. 2023. DOI: 10.55533/2643-9662.1345. Disponível em: <https://scholarsjunction.msstate.edu/ruraleducator/vol44/iss4/4/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

KAJIYA, Daisuke. Demonstrating Purple Color Development to Students by Showing the Highly Visual Effects of Aluminum Ions and pH on Aqueous Anthocyanin Solutions. *Journal of Chemical Education*, v. 97, n. 11, p. 4084-4090, Out. 2020. DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c00476. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.0c00476>. Acesso em: 11 jun. 2024.

KAJIYA, Daisuke. Rainbow colors generated by viewing transparent polymers through polarizers. *Journal of Chemical Education*, v. 97, n. 1, p. 154-158, Out. 2020. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00045. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.9b00045>. Acesso em: 12 jun. 2024.

KAWA, Luciane; OLIVEIRA, Elenise Sauer; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. The production of ecological paints as a contribution to the teaching of chemical concepts. *ACCEFYN*, n. 1, v. 17, pp. 32-36, Nov. 2016. ISSN 0124-5481. Disponível em: <https://www.chinakxjy.com/downloads/V17-2016-1/V17-2016-1-10.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2024

KIRYA, Paula et al. Biomimicry of Blue Morpho butterfly wings: An introduction to nanotechnology through an interdisciplinary science education module. *Journal of the Society for Information Display*, v. 29, n. 11, p. 896-915, Jul. 2021. DOI: 10.1002/jsid.1071. Disponível em: <https://sid.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jsid.1071>. Acesso em: 12 jun. 2024.

LECH, Jenna; DOUNIN, Vladimir. Artistic Anthocyanins and Acid-Base Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 88, n. 12, p. 1684-1686, Out. 2011. DOI: 10.1021/ed1011647. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/ed1011647>. Acesso em: 11 jun. 2024

MABROUK, Suzanne T. Design of an online chemistry of art master's elective course. *Journal of Chemical Education*, v. 99, n. 2, p. 694-700, Jan. 2022. DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c00790. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00790>. Acesso em: 11 jun. 2024.

MATSUSHIMA, Elton Hiroshi. A questão ontológica da percepção de cor. *Paidéia*, v. 11, p. 59-66, Jul. 2001. ISSN 1415-2150. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-863X2001000100007>. Acesso em: 11 jun. 2024.

MORALES-DOYLE, Daniel. A unidade de aspirina: enfrentando um contexto político hostil através do currículo de química. *Estudos Culturais da Educação em Ciências*, v. 15, n. 3, p. 639-657, Jun. 2020. DOI: 10.1007/s11422-019-09932-z. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-019-09932-z>. Acesso em: 12 jun. 2024.

NEALLY, Kate. Uma análise da sub-representação de grupos minorizados na educação em ciência, tecnologia, engenharia e matemática. *Ciências Escolares e Matemática*, v. 122, n. 5, p. 271-280, Ago. 2022. DOI: 10.1111/ssm.12542. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ssm.12542>. Acesso em: 12 jun. 2024

22

NETSHIVHUMBE, NP.; MUDAU, AV. Challenges in the application of the Tshivenda scientific register in the teaching and learning of state of matter and the kinetic molecular theory in grade 10 physical sciences classrooms. *Frontiers Research*, v. 12, p. 688, Dez. 2023. DOI: 10.12688/frontiersresearch.131616.2. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10904935/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

NUNES, Ana Camila Nobre Xavier. Informação através da cor: a construção simbólica psicodinâmica das cores na concepção do produto. *ModaPalavra e-periódico*, [S.l.], n. 9, p. 63-72, Jan.-Jul. 2012. DOI: 1982-615X. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=514053939004>. Acesso em: 11 jun. 2024.

QUIVE, Lucas Gil et al. Exploring materials locally available to teach chemistry experimentally in developing countries. *Education for Chemical Engineers*, v. 34, p. 1-8, Jan. 2021. DOI: 10.1016/j.ece.2020.09.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S174977282030049X>. Acesso em: 12 jun. 2024.

RATTANAKIT, Parawee; CHOOYIMPANIT, Adcharawadee; MAUNGCHANG, Rasimate. Green Analytical Chemistry Laboratory Boxset: From the Lab-at-Home during COVID-19 to a Science Teacher Training. *Journal of Chemical Education*, v. 100, n. 11, p. 4472-4481, Out. 2023. DOI: 10.1021/acs.jchemed.3c00614. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.3c00614>. Acesso em: 12 jun. 2024.

RIVERA, S. Navegando pela raça na formação de professores de ciências: a contra-história de uma mulher docente de cor. *Jornal de Educação de Professores de Ciências*, v. 33, n. 2, p. 192-205, Fev. 2022. DOI: 10.1080/1046560X.2021.2009622. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1046560X.2021.2009622>. Acesso em: 12 jun. 2024.

ROMINE, William et al. Evaluation of a process by which individual interest supports learning within a formal middle school classroom context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 18, p. 1419-1439, Nov. 2020. DOI: 10.1007/s10763-019-10032-1. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-019-10032-1>. Acesso em: 11 jun. 2024.

RUSSO-TAIT, Tatiane. Color-blind or racially conscious? How college science faculty make sense of racial/ethnic underrepresentation in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 59, n. 10, p. 1822-1852, Abr. 2022. DOI: 10.1002/tea.21775. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.21775>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SANDOVAL, Jose; DE SANDOVAL, Julia Salinas. A sensação de cor: um problema da Física? Algumas experiências para sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 7, n. 3, p. 183-195, Dez. 1990. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5166051.pdf>

STUPEL, Moshe; FARHAT, Mtanes; JAHANGIRI, Jay. Revisiting Proof Without Words Using Color Coding. *Resonance*, v. 28, n. 6, p. 975-983, Jun. 2023. DOI: 10.1007/s12045-023-1626-o. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12045-023-1626-o>. Acesso em: 12 jun. 2024.

SVEDEN, Abigail et al. Introduction of the genetic counseling profession by teachers in BIPOC-majority high schools. *Journal of Genetic Counseling*, v. 32, n. 2, p. 411-424, Nov. 2023. DOI: 10.1002/jgc4.1650. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jgc4.1650>. Acesso em: 12 jun. 2024.

THOMSON, Ellen Mazur. Nineteenth Century Color Printing for Visual Instruction. *Design Issues*, v. 38, n. 2, p. 64-79, Abr. 2022. DOI: 10.1162/desi_a_00682. Disponível em: <https://direct.mit.edu/desi/article/38/2/64/110140/Nineteenth-Century-Color-Printing-for-Visual>. Acesso em: 12 jun. 2024.

VARELAS, Maria et al. Embracing equity and excellence while constructing science teacher identities in urban schools: Voices of new Teachers of Color. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 60, n. 1, p. 196-233, Jul. 2023. DOI: 10.1002/tea.21795. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.21795>. Acesso em: 12 jun. 2024.

VARGAS, Sergio Joan Vargas; RAMÍREZ, Luis Hernando Carmona. Enfoque epistemológico y experimental en la enseñanza de las ciencias, una estrategia didáctica para el aprendizaje de la teoría de la luz de Newton. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, n. 41, p. 155-170, Dez. 2021. DOI: 10.7203/dces.41.20806. Disponível em: <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/20806>. Acesso em: 12 jun. 2024.

VISINTAINER, Tammie. Teaching health justice and reimagining narratives of place through community-driven science practices. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 60,

n. 8, p. 1817-1852, Mar. 2023. DOI: 10.1002/tea.21857. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.21857>. Acesso em: 12 jun. 2024.

WATKINS, Jessica; DE LUCCA, Natalie A.; PAO, Serena R. Fostering expansive and connective sensemaking with preservice secondary science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 61, n. 5, p. 1093-1133, Dez. 2023. DOI: 10.1002/tea.21922. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.21922>. Acesso em: 12 jun. 2024.