

APRENDER FAZENDO: PRÁTICAS EXPERIMENTAIS COMO CAMINHO PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

LEARNING BY DOING: EXPERIMENTAL PRACTICES AS A PATH TO CONSTRUCTING SCIENTIFIC CONCEPTS

APRENDER HACIENDO: PRÁCTICAS EXPERIMENTALES COMO CAMINO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS

 <https://doi.org/10.56238/arev7n10-229>

Data de submissão: 23/09/2025

Data de publicação: 23/10/2025

Dimas Pazini Alves

Mestre em Ensino de Física

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo- (UFES)

Endereço: Espírito Santo, País - Brasil

E-mail: dimaspazzini@hotmail.com

Cassiano Ricardo Zoppé Mardegan

Mestre em Ensino de Física

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo- (UFES)

Endereço: Espírito Santo, País - Brasil

E-mail: cassiano22@hotmail.com

Jane Maria da Silva

Mestre em Educação, Ciências e Matemática

Instituição: Educimat - (IFES)

Endereço: Espírito Santo, País - Brasil

E-mail: prof.janesilva12@gmail.com

Lívia Costa da Silva

Mestranda em Engenharia e Ciência dos Materiais

Instituição: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – (UENF)

Endereço: Espírito Santo, País – Brasil

E-mail: livia.c.silva@hotmail.com

Leonardo Ferreira Fia

Pós-Graduado em Metodologia de Ensino de Biologia e Química

Instituição: Faculdade Venda Nova do Imigrante - (FAVENI)

Endereço: Espírito Santo, País – Brasil

E-mail: Leonardoffia@gmail.com

Alan Marques Farias

Mestre em Ensino de Física

Instituição: Instituto Federal de Ciências e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Cariacica

Endereço: Espírito Santo, País – Brasil

E-mail: fm.alan3510@gmail.com

Marcela Camilo
Mestranda em Ensino de Química
Instituição: Instituto Federal do Espírito Santo – (IFES)
Endereço: Espírito Santo, País - Brasil
E-mail: camilo.marcela@hotmail.com

Ana Paula Paulucio Batista
Pós-Graduada em Educação e Gestão Ambiental
Instituição: Faculdade de Tecnologia de Cachoeira de Itapemirim - (FACI)
Endereço: Espírito Santo, País – Brasil
E-mail: paulinhasaocamilo@gmail.com

RESUMO

Considerando a necessidade de tornar o ensino da área Ciências da Natureza mais dinâmico, investigativo e significativo, este trabalho justifica-se pela importância de aproximar o estudante dos fenômenos naturais por meio da experimentação. Objetiva-se analisar como o uso de práticas experimentais pode contribuir para a construção de conceitos científicos pelos alunos, promovendo a aprendizagem significativa. Para tanto, procede-se à realização de atividades práticas desenvolvidas em turmas do Ensino Médio, contemplando experimentos sobre espelhos, cores primárias, teodolito, dispersão da luz, sombras e medidas. As ações foram planejadas de modo a favorecer a observação, a problematização e a interação entre teoria e prática. Desse modo, observa-se que as práticas experimentais despertam o interesse dos estudantes, estimulam o pensamento científico e possibilitam uma compreensão mais concreta dos conteúdos. O que permite concluir que a experimentação, quando contextualizada e orientada pedagogicamente, constitui um instrumento eficaz na construção do conhecimento científico e na formação de sujeitos críticos e participativos.

Palavras-chave: Ciências da Natureza. Aprendizagem Significativa. Práticas Experimentais.

ABSTRACT

Considering the need to make teaching in the Natural Sciences more dynamic, investigative, and meaningful, this work is justified by the importance of introducing students to natural phenomena through experimentation. The aim is to analyze how the use of experimental practices can contribute to students' development of scientific concepts, promoting meaningful learning. To this end, practical activities were conducted in high school classes, including experiments on mirrors, primary colors, theodolites, light dispersion, shadows, and measurements. The activities were planned to encourage observation, problem-solving, and the interaction between theory and practice. Thus, it is observed that experimental practices spark students' interest, stimulate scientific thinking, and enable a more concrete understanding of the content. This allows us to conclude that experimentation, when contextualized and pedagogically guided, constitutes an effective tool in the construction of scientific knowledge and in the development of critical and participatory individuals.

Keywords: Natural Sciences. Meaningful Learning. Experimental Practices.

RESUMEN

Considerando la necesidad de que la enseñanza de las Ciencias Naturales sea más dinámica, investigativa y significativa, este trabajo se justifica por la importancia de introducir a los estudiantes a los fenómenos naturales a través de la experimentación. El objetivo es analizar cómo el uso de prácticas experimentales puede contribuir al desarrollo de conceptos científicos en los estudiantes,

promoviendo el aprendizaje significativo. Para ello, se realizaron actividades prácticas en clases de secundaria, incluyendo experimentos con espejos, colores primarios, teodolitos, dispersión de la luz, sombras y mediciones. Las actividades se planificaron para fomentar la observación, la resolución de problemas y la interacción entre la teoría y la práctica. Así, se observa que las prácticas experimentales despiertan el interés de los estudiantes, estimulan el pensamiento científico y facilitan una comprensión más concreta del contenido. Esto nos permite concluir que la experimentación, contextualizada y guiada pedagógicamente, constituye una herramienta eficaz en la construcción del conocimiento científico y en el desarrollo de individuos críticos y participativos.

Palabras clave: Ciencias Naturales. Aprendizaje Significativo. Prácticas Experimentales.

1 INTRODUÇÃO

O ensino da área de Ciências da Natureza enfrenta o desafio de despertar o interesse dos estudantes e promover uma aprendizagem que ultrapasse a simples memorização de conteúdo. Em muitas escolas, as aulas ainda se desenvolvem de maneira tradicional, centradas na exposição teórica, o que limita o protagonismo discente e dificulta a compreensão dos fenômenos científicos em sua dimensão prática e contextualizada. Diante desse cenário, surge a necessidade de adotar metodologias que estimulem a participação ativa dos alunos, o pensamento crítico e a capacidade de relacionar teoria e prática, tornando o aprendizado mais significativo e duradouro.

Nesse contexto, o uso de práticas experimentais representa um importante recurso pedagógico para aproximar o estudante do fazer científico. A experimentação permite observar fenômenos, formular hipóteses, testar ideias e compreender as leis naturais a partir da própria investigação. Segundo Ausubel (1963), a aprendizagem significativa ocorre quando novos conhecimentos se integram à estrutura cognitiva do aluno de maneira não arbitrária e substantiva, a partir de conceitos já existentes. Dessa forma, as práticas experimentais favorecem a construção de significados, uma vez que permitem que o estudante estabeleça conexões entre suas experiências cotidianas e os conteúdos científicos abordados em sala de aula.

Entretanto, observa-se que o uso de atividades experimentais ainda é pouco explorado em muitas escolas públicas, em razão da escassez de recursos, da falta de formação continuada e das dificuldades de integração dessas práticas ao currículo. Considerando esse desafio, o presente estudo propõe investigar de que maneira as práticas experimentais podem contribuir para a construção de conceitos científicos e para a aprendizagem significativa dos estudantes. A pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Itinerário Formativo “Terra, Vida e Cosmo”, com turmas da 2^a ano do ensino médio, e teve como foco a aplicação de atividades que envolvem fenômenos físicos, como reflexão e refração da luz, cores primárias, dispersão luminosa, medidas e construção de instrumentos ópticos simples.

Assim, o objetivo central deste trabalho é analisar como o uso de práticas experimentais pode contribuir para o aprimoramento da aprendizagem científica dos estudantes, estimulando a curiosidade e o desenvolvimento do raciocínio lógico. Especificamente, busca-se aplicar atividades experimentais, observar as concepções prévias dos alunos sobre fenômenos físicos, avaliar o impacto dessas atividades na compreensão conceitual e relacionar os resultados obtidos com os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Dessa forma, pretende-se evidenciar o papel transformador da experimentação na formação de sujeitos críticos, criativos e capazes de compreender a ciência como parte integrante de sua vida cotidiana.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA EM ENSINO APRENDIZAGEM

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) (Ausubel, 2003) (Moreira, 2016) o aprendizado efetivo e duradouro de um determinado conteúdo deve ocorrer quando as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe.

Segundo Ausubel (1963, p.143) “aprendizagem significativa é uma relação não arbitrária entre a nova informação e o conhecimento relevante pré-existente na estrutura cognitiva do aprendiz”.

Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Segundo Ausubel, que foi o principal mentor desta teoria, as implicações para a sala de aula devem levar em consideração três pilares básicos:

1) O conhecimento prévio do aluno é a variável isolada mais importante para o aprendizado de novos conteúdos: “Descubra o que ele já sabe e o ensine de acordo”. Para colocar em prática este pilar, seria preciso fazer um mapeamento dos conhecimentos prévios dos alunos. A partir dele, definir as estratégias de ensino mais adequadas para potencializar o aprendizado dos estudantes. Trata-se de uma tarefa trabalhosa, pois envolve a aplicação de um questionário ou realização de entrevistas, seguida de uma análise minuciosa das respostas. Infelizmente, este processo nem sempre é factível, dada a corriqueira carga de trabalho dos docentes. Assim sendo, um ponto de partida alternativo seria o uso de resultados de mapeamentos de concepções alternativas dos alunos, vastamente relatados na literatura. Embora não se constitua de um mapeamento das concepções dos próprios estudantes, os resultados destes levantamentos apontam resultados praticamente iguais ou muito parecidos, independentemente do país, região geográfica ou condição social dos alunos (Shipstone, 1984, 1988; Driver *et al.*, 1994; Cepni & Keles, 2006) onde o levantamento foi feito.

2) A partir do mapeamento destas concepções, o professor deve evidiar esforços para promover a relacionabilidade dos conteúdos que pretende ensinar com os conhecimentos prévios dos alunos. Busca-se com isso dar significado às novas informações, relacionando-as de maneira lógica e não arbitrária com os conhecimentos prévios existentes na mente do aprendiz. Assim, em vez de simplesmente memorizar fatos isolados, os alunos são incentivados a construir conexões entre o que já sabem e o que estão aprendendo. Para que este processo seja exitoso, Ausubel sugere que o professor deve levar em consideração a organização sequencial do conteúdo, iniciando a exposição a partir de exemplos e situações que façam parte do cotidiano do estudante em direção ao formalismo conceitual necessário para sua explicação.

Outro aspecto relevante levantado por Ausubel é que o professor deve utilizar diferentes recursos instrucionais, seja para a exposição do conteúdo, seja para aproximar os estudantes do fenômeno que se pretende estudar. Pode-se lançar mão de experimentos, vídeos, simulações, games, sensores existentes no celular, placa de Arduíno, entre outros. Independentemente do recurso a ser utilizado, é importante que as atividades promovam interações de boa qualidade entre os estudantes e entre os estudantes e o professor. O aspecto das interações sociais é também defendido por Vygotsky (1987) como um pilar básico para o aprendizado de boa qualidade.

3) Também como decorrência natural do primeiro e mais importante pilar proposto por Ausubel, o ensino de novos conteúdos será conhecimento prévio para novos aprendizados. Então, eles precisam passar por um processo de consolidação por parte dos alunos. O aprendizado de novos conteúdos é lento e apresenta avanços e retrocessos. Por isso, os alunos devem ser expostos a atividades que oportunizem a negociação de significados (aluno-aluno e aluno-professor) do conteúdo que está sendo estudado. Observe que novamente aqui as interações sociais ocupam o papel central no desenvolvimento destas atividades.

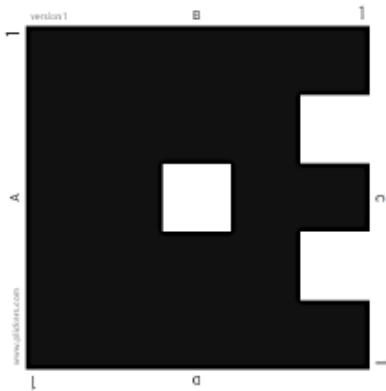
Atividades de resolução de exercícios em sala e em casa, resolução de situações-problema, problemas do tipo desafios (Borochovicius; Tortella, 2014) e discussão de questões conceituais são exemplos de atividades que, se utilizadas em conjunto, tem grande potencial para promover a consolidação dos conteúdos por parte dos estudantes. A realização de um experimento em sala de aula (seja ele demonstrativo ou executado pelos estudantes) buscando também promover a consolidação de conteúdos, deve ser feita a partir de um roteiro com perguntas prévias e levantamento de hipóteses, seguida de execução do experimento, testagem das hipóteses e discussão dos resultados. Isso vale também para o uso de vídeos, simuladores ou qualquer outro recurso instrucional.

As atividades desenvolvidas para colocar esse pressuposto em prática envolvem diferentes ações. Uma delas propõe a discussão de testes conceituais de acordo com o método de Instrução pelos Colegas (IpC) proposto por Araújo & Mazur (2013). Deslauriers, Schelew e Wieman (2011) demonstraram a eficiência deste método na melhora da qualidade do aprendizado dos estudantes. Trata-se de uma atividade com grande poder de promover negociação de significados (Moreira, 2016) e é de fácil implementação em sala de aula. E também conta com grande aceitação dos alunos.

A implementação em sala de aula pode ser feita com o professor introduzindo algum tópico novo, seja de forma expositiva ou usando algum outro tipo de recurso instrucional, com o objetivo fornecer uma visão geral do assunto e estabelecer uma base comum de conhecimento para os alunos. Em seguida, é apresentado aos alunos uma questão conceitual de múltipla escolha, preferencialmente selecionada do ENEM, de provas de vestibulares ou até mesmo de livros textos. Cada aluno deve ler

em silêncio a questão e escolher a opção de resposta que julgar correta. O professor pede então para cada aluno apresentar sua opção de resposta levantando-se o *QR Code* tal como o apresentado abaixo para o aluno 1.

Figura 1 - Cartão Plickers utilizado para as votações de acordo com o método de Instrução pelos Colegas. Se o aluno 1 o apresentar na posição mostrada nesta Figura, significa que ele estará escolhendo a opção b como resposta do exercício.

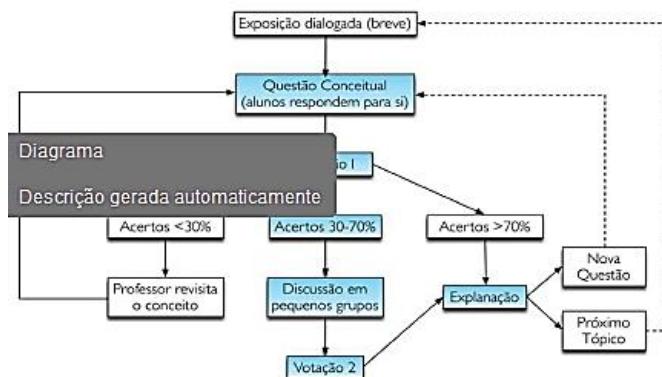


Fonte: www.Plickers.com

Esta votação é feita com auxílio do aplicativo *Plickers* (www.plickers.com), cuja funções principais podem ser utilizadas de forma gratuita. Cada aluno tem seu próprio *QR Code*. Após esta primeira votação, o professor tem três opções:

- Se menos de 30 % dos alunos mencionar a resposta correta, significa que a maioria dos alunos ainda não compreendeu aquele assunto. Portanto, o professor deve continuar a explanação do assunto e retornar mais tarde com outra pergunta.
- Se mais de 70 % dos alunos acertarem, o professor comenta brevemente a questão e passa para uma nova questão com maior nível de dificuldade ou passa para o próximo tópico, pois significa que a maioria dos alunos já compreendeu o assunto em discussão.
- Se a porcentagem de acertos estiver entre 30 e 70%, sugere-se que os alunos busquem outro(s) colega(s) ao seu redor com resposta(s) diferente(s) de modo a discutirem, onde cada um vai tentar convencer o outro sobre a sua opção de resposta. O esquema mostrado abaixo, ilustra o passo a passo do método:

Figura 2 – Esquema explicativo para a utilização do método de Instrução pelos Colegas tal como proposto pelos autores e utilizado nas atividades da Sequência Didática



Fonte: Araújo e Mazur (2013).

O desejável é que as questões apresentem índice de acertos entre 30 e 70% na primeira votação, pois a partir deste resultado são desencadeadas as discussões entre os estudantes. Na segunda votação, em geral, o índice de acertos aumenta, pois os estudantes detentores da resposta correta acabam por ter maior poder de convencimento dos colegas, indicando também uma maior compreensão do conceito discutido. Para finalizar, o professor deve fazer alguns comentários breves e iniciar uma nova questão conceitual ou passar para um novo assunto. Segundo Vygotski (1987), as interações sociais de boa qualidade desempenham papel preponderante no aprendizado dos estudantes.

2.2 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

A aprendizagem significativa, como definida por Ausubel (1963), baseia-se no pressuposto de que novos conhecimentos se relacionam de maneira não arbitrária com estruturas cognitivas já existentes no aprendiz. No contexto de conteúdos ópticos e de cor, concepções alternativas — ideias intuitivas que divergem ou se opõem à explicação científica — surgem frequentemente como obstáculos à aprendizagem conceitual. Embora idealmente devesse ser realizado um diagnóstico preciso dos conhecimentos prévios de cada aluno, isso é muitas vezes inviável em função da carga de trabalho docente e das limitações de tempo e recursos. Assim, fundamentar as atividades em padrões identificados de concepções alternativas pela literatura torna-se uma estratégia eficiente para orientar intervenções pedagógicas.

Estudos brasileiros corroboram a presença dessas concepções alternativas nos temas em questão. Por exemplo, Langhi (2011) revisou pesquisas de Educação em Astronomia e constatou que estudantes e professores formados mantêm concepções intuitivas sobre o céu, o Sol e fenômenos ópticos, indicando necessidade de intervenções sistemáticas em nível nacional para melhoria da formação e do ensino. No que se refere às percepções da cor do céu, Correia (UESB) discute que

muitos alunos ainda interpretam fenômenos ópticos como a tonalidade azul do céu a partir de ideias visuais imediatas ou culturais, sem entender a influência do espalhamento de luz na atmosfera (efeito Rayleigh) ou do comprimento de onda mais curto da luz azul.

No âmbito da mistura de cores, há propostas didáticas brasileiras que mostram que estudantes confundem luz e pigmento, ou não percebem claramente a distinção entre síntese aditiva e substrativa. Um exemplo disso está no trabalho “Teoria das cores — uma proposta didática” (PIBID Paraná, 2014), que identificou concepções prévias errôneas sobre luz, visão e formação de cores antes mesmo de expor os alunos aos processos aditivo e substrativo; ao final, após sequência didática com atividades experimentais e questionários, observou progresso na compreensão científica desses temas.

Em óptica geométrica, há evidências de que muitos alunos enfrentam dificuldades iniciais mesmo em conceitos básicos como imagem em espelho plano. Uma pesquisa elaborou um teste de lápis e papel para detectar se estudantes possuem concepções científicas ou alternativas sobre tópicos introdutórios de óptica, e constatou que muitos, apesar de exposição ao conteúdo, não fazem distinção entre imagem real e virtual ou situam a imagem “dentro” do espelho de modo físico, sem considerar que a imagem é virtual.

2.3 IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS

Dado o panorama nacional, para alunos brasileiros, essas concepções alternativas têm implicações diretas para planejamento de aulas experimentais em óptica e cor. Primeiramente, é recomendável incorporar atividades diagnósticas simples no início do trabalho — pequenos testes, discussões em grupo, questionários abertos — para “ativar” concepções prévias explicitamente. Em seguida, utilizar experimentos de baixo custo (espelhos planos, filtros de luz, espectroscópio rudimentar, água com leite, etc.) para observar fenômenos, permitindo que os alunos percebam discrepâncias entre o que pensavam e o que observam.

Outra implicação é a necessidade de mediação docente atenta: durante a atividade experimental, é essencial promover discussões orientadas, incentivar reflexões e explicitar os princípios científicos subjacentes, como a lei da reflexão, a natureza da luz branca, o espalhamento atmosférico de luz. Atividades que causem conflito cognitivo — situações em que a concepção alternativa do aluno é confrontada por evidência experimental ou representações visuais — são bastante eficazes, segundo estudos brasileiros de ensino de cores e óptica.

3 METODOLOGIA

3.1 ROTEIROS

Para investigar como roteiros simples contribuem para manter o foco dos alunos e estimular discussões e reflexões produtivas, este estudo utilizou uma abordagem qualitativa-descritiva, baseada em intervenções experimentais em sala de aula. Os roteiros instrucionais foram desenhados com etapas claras: apresentação do fenômeno, execução experimental, discussão em grupo e sistematização dos conceitos, seguindo diretrizes recomendadas em pesquisas recentes.

Inspirando-se em estudos brasileiros que analisam sequências de ensino investigativo, como relatado por Silva et al. (2020), que utilizaram sequência didática para ressignificar ideias dos estudantes sobre água, este trabalho adotou roteiros que favorecem a autonomia dos alunos na exploração do fenômeno (ativo componentes experimentais) e promovem a interação discursiva e reflexão (SILVA; GONÇALVES; MANCINI, 2020).

Em outra pesquisa no Brasil, onde foi analisado o papel de roteiros de experimentos disponíveis em repositórios virtuais, constatou-se que a maioria desses roteiros adota três momentos: introdução conceitual, experimento com procedimentos dirigidos e atividade de consolidação, mas poucos começam com levantamento de concepções prévias, o que reduz possibilidades de reflexão crítica (CIEDU, 2022). Esse achado fundamenta a escolha metodológica de incluir no roteiro desta investigação uma etapa inicial de sondagem das ideias dos alunos antes da realização do experimento.

Nesse estudo, os roteiros foram aplicados em turmas de Ensino Médio e envolveram experimentos simples (espelhos planos, mistura de cores, dispersão da luz etc.), com materiais acessíveis. Cada roteiro iniciou com uma breve introdução do fenômeno e levantamento das concepções dos alunos (via perguntas orientadoras), seguido pela execução prática, depois uma discussão mediada pelo docente que favoreceu a troca de ideias entre alunos, com estímulo para que explicassem suas observações e refletissem sobre diferenças entre expectativas iniciais e resultados observados. Por fim, realizou-se uma etapa de consolidação conceitual, em que se relacionou o que foi observado com o referencial teórico científico.

Essa metodologia baseia-se em evidências de que atividades experimentais simples, quando guiadas por roteiros claros e com momentos de reflexão, contribuem significativamente para a aprendizagem (CAPISTRANO; SILVA; JUCÁ, 2025) e para que os alunos desenvolvam pensamento crítico (SOUZA; MERÇON, 2003). O uso de roteiros simples favorece também a organização dos experimentos, minimiza erros de procedimento e mantém o engajamento, conforme apontado em estudos brasileiros de ensino de ciências.

Figura 3 – Roteiros simples e de fácil interpretação

Cores primárias e secundárias

As cores estão presentes no nosso dia a dia, desde as flores e a natureza até os objetos que temos em casa e roupas que vestimos. Estas podem ser classificadas como cores primárias, secundárias ou terciárias, ou ainda cores quentes, frias e neutras. Mas o que essas classificações significam?

Cores primárias

Chamamos de primárias o conjunto de cores que podem ser usadas para combinar e criar outras cores. São usadas para aplicações humanas, normalmente, três cores primárias, o azul, o vermelho e o amarelo. As cores secundárias são, por sua vez, aquelas que surgem da mistura de duas cores primárias, e as terciárias correspondem às misturas entre uma cor primária e outra secundária.

Objetivos:

- Demonstrar de maneira experimental e com a união de cores primárias para o surgimento de cores secundárias.

Materiais:

- 3 potes transparentes;
- água;
- corante vermelho, azul e amarelo;
- uma fonte de luz (pode ser a lâmpada do celular).

Procedimento experimental:

- Posicione os potes de acordo com o esquema.
- Visualize a cor formada.
- Pinte o terceiro pote com a cor observada.

4 – Discuta em grupo e responda: Por que o céu é azul e o por do Sol é vermelho?

5 – Assista ao vídeo:
<https://www.youtube.com/watch?v=bTJBpSWNiM> ou pelo QRCode:

6 – Agora com base no vídeo responda novamente à pergunta descrita no item 5.

Associação de espelhos planos

Introdução

Definimos associação de espelhos como o encontro de dois espelhos planos colocados lado a lado com uma de suas arestas em comum. Quando colocamos algum objeto entre eles, observamos várias imagens formadas.

Objetivos

- Demonstrar de maneira experimental a determinação do número de imagens formadas em uma associação de dois espelhos planos.
- Relacionar o ângulo formado pela associação de dois espelhos planos e o número de imagens formadas.

Materiais

- 2 espelhos planos;
- 1 transferidor;
- 1 objeto (para formação da imagem).

Procedimento experimental

- Posicione os espelhos formando os ângulos indicados na tabela.
- Posicione o objeto entre os dois espelhos planos.
- Anote o número de imagens visualizadas para cada ângulo.

Número de imagens com relação à variação do ângulo	
Ângulo α	Número de Imagens
30°	
45°	
60°	
90°	
120°	
180°	

4. Faça os cálculos e confirme se o número de imagens é o mesmo na associação entre os espelhos, caso contrário revise o experimento.

Cálculos

5. Agora faça a ilustração esquematizada para cada ângulo como demonstrado no ângulo de 90° e com base no número de imagens encontradas nos cálculos.

6. O que foi possível observar à medida que os ângulos foram aumentando? (resposta do grupo)

7. O que acontece se os dois espelhos forem colocados em paralelo (com o objeto entre eles)? Como ilustra a figura.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para Cardoso (2024, p.11), “a sequência didática é uma abordagem pedagógica fundamental no campo da Educação, pois representa um conjunto estruturado de atividades cuidadosamente planejadas, interligadas e desenvolvidas de forma sequencial”. Assim, as atividades foram estruturadas em três momentos: exploração inicial, experimentação e análise dos resultados.

A primeira atividade experimental, intitulada “Associação de espelhos planos”, teve como objetivo explorar o comportamento da luz ao ser refletida em diferentes ângulos, possibilitando a compreensão da formação de múltiplas imagens. Para isso, foram disponibilizados aos alunos os seguintes materiais:

- 2 espelhos planos pequenos (encontrados em armários);
- 1 transferidor;
- 1 objeto pequeno (como uma bolinha de papel) para formação da imagem.

O procedimento experimental consistiu nas seguintes etapas:

- Posicionar os espelhos formando os ângulos indicados na tabela (30° , 45° , 60° , 90° , 120° e 180°);
- Colocar o objeto entre os dois espelhos;

3. Anotar o número de imagens visualizadas para cada ângulo;
4. Esquematizar as imagens encontradas para cada ângulo;
5. Responder questões reflexivas propostas, como:

O que foi possível observar à medida que os ângulos aumentavam?

O que acontece se os dois espelhos forem colocados em paralelo?

Apesar das orientações simples, observou-se que muitos grupos apresentaram dificuldades na manipulação dos materiais, justificando que tiveram poucas oportunidades de realizar atividades experimentais de forma autônoma durante a trajetória escolar. Essas observações dialogam com o estudo de Galiazzi (2001), que destaca a importância de inserir os estudantes em práticas investigativas, nas quais o fazer experimental favorece a construção do conhecimento científico por meio da ação e da reflexão. O contato direto com o fenômeno observado contribui para superar concepções alternativas e promover a aprendizagem significativa.

As atividades foram realizadas em grupos, favorecendo a aprendizagem colaborativa, conforme destacam Inácio e Sousa (2021), uma vez que o conhecimento é construído na interação social, mediado pela linguagem e pela colaboração. O trabalho em equipe estimulou o diálogo, a troca de ideias e a construção coletiva de explicações sobre os fenômenos observados.

Além disso, conforme apontam Catelli e Libardi (2011), o trabalho experimental no ensino de Ciências contribui para o desenvolvimento de habilidades científicas essenciais, como a formulação de hipóteses, o planejamento e execução de experimentos, a coleta e análise de dados e a comunicação de resultados. Ao aplicar esses procedimentos, os alunos puderam relacionar os conceitos teóricos discutidos em sala de aula com as situações práticas vivenciadas, estabelecendo uma ponte entre teoria e prática.

Essa vivência favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual, elementos fundamentais para a formação científica e cidadã. Dessa forma, a atividade não se limitou à observação de fenômenos físicos, mas configurou-se como um espaço de aprendizagem significativa, no qual os estudantes atuaram como protagonistas na construção de seu próprio conhecimento, articulando saberes prévios, hipóteses e novas compreensões sobre o comportamento da luz e das imagens refletidas em espelhos planos.

Figura 4 – Prática experimental: associação de espelhos planos



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na segunda atividade experimental, intitulada “Cores primárias e secundárias”, foram disponibilizados aos alunos três copos plásticos transparentes contendo água com anilina nas cores vermelho, azul e amarelo, atuando como filtros de luz. Os alunos utilizaram a lanterna do celular para iluminar os copos, projetando os feixes de luz sobre uma superfície branca de modo que se sobrepuxessem. Essa configuração permitiu a observação das cores resultantes da mistura aditiva de luz, demonstrando a formação de cores secundárias (ciano, magenta e verde) a partir da combinação das cores primárias (vermelho, azul e amarelo) (ROCHA, 2010; TEIXEIRA, 2011).

Figura 5 – Prática experimental: cores primárias e secundárias



Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante a atividade, foi apresentada a questão: “Por que o céu é azul e o pôr do sol é vermelho?”. Muitas respostas iniciais indicaram concepções alternativas, como “é porque Deus quis assim” ou “o céu recebe o reflexo da cor do mar azul”. Para o pôr do sol ser vermelho, muitos alunos

não souberam responder. Ao questionar sobre a resposta referente ao céu ser azul, perguntando “A água do mar então é azul?”, os alunos foram levados a refletir criticamente sobre suas concepções prévias (TEIXEIRA, 2011).

No final da discussão, foram apresentados os fundamentos científicos sobre dispersão da luz e o fenômeno da atmosfera terrestre, permitindo a compreensão das cores do céu e do pôr do sol. Estudos indicam que atividades experimentais que exploram a mistura aditiva de luz com filtros coloridos são eficazes para confrontar concepções alternativas e favorecer a aprendizagem significativa, demonstrando que essas concepções não dependem de país, região geográfica ou condição social (ROCHA, 2010; TEIXEIRA, 2011).

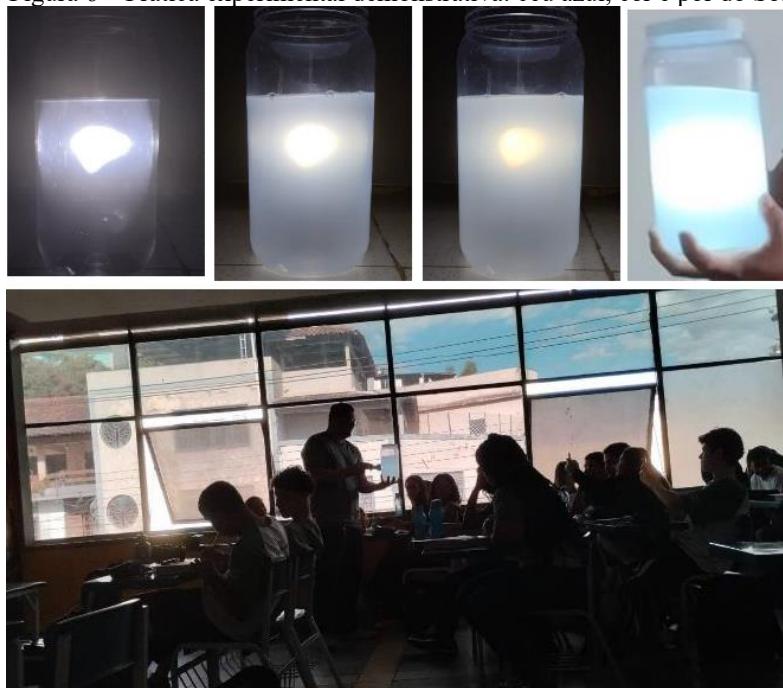
Na terceira atividade experimental, intitulada “A luz como uma radiação eletromagnética”, o objetivo foi identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao Sol e promover uma compreensão mais aprofundada do espectro eletromagnético da luz utilizando um espectroscópio rudimentar. A atividade iniciou-se com tarefas simples, como pintar a figura do Sol e responder a algumas perguntas, com o intuito de explorar as concepções iniciais dos estudantes sobre o tema.

Os dados obtidos das respostas dos alunos revelaram diferentes associações de cores ao Sol. A maioria dos alunos associou o Sol à cor amarela (54%), seguida por amarelo com laranja (31%), e outras combinações como amarelo, vermelho e laranja (5%). Essas respostas refletem a percepção comum de que o Sol possui uma coloração amarela, influenciada por fatores como dispersão da luz na atmosfera terrestre e experiências culturais e educacionais (SANTOS, 2015).

Ao questionar os alunos sobre a cor real do Sol, observou-se uma variedade de respostas, incluindo branco, vermelho, laranja e combinações dessas cores. Essa diversidade de respostas evidencia a complexidade da percepção da cor do Sol e a influência de fatores físicos e culturais na formação dessas concepções (SANTOS, 2015).

Para aprofundar a compreensão dos alunos sobre o comportamento da luz, foi realizado um experimento demonstrativo utilizando materiais simples: um recipiente transparente com água, gotas de leite, uma fonte de luz e um ambiente com pouca iluminação. Ao adicionar as gotas de leite à água, representando partículas suspensas na atmosfera, e iluminar o recipiente com a fonte de luz, os alunos puderam observar a dispersão da luz e compreender por que o céu é azul e o pôr do sol apresenta tonalidades avermelhadas. Esse experimento ilustrou de forma prática os conceitos de dispersão da luz e a interação da luz com as partículas na atmosfera (SANTOS, 2015).

Figura 6 – Prática experimental demonstrativa: céu azul, cor e pôr do Sol



Fonte: Elaborado pelos autores.

Além disso, foi proposta a construção de um espectroscópio utilizando materiais simples, como pedaços de DVD e filtros coloridos. Embora a construção completa do espectroscópio não tenha sido realizada devido ao tempo disponível, os alunos puderam observar o espectro visível da luz e compreender como diferentes filtros afetam a percepção das cores. Essa atividade prática proporcionou uma compreensão mais aprofundada do espectro eletromagnético da luz e estimulou o interesse dos alunos pela experimentação científica (SANTOS, 2015).

Figura 7 – Prática experimental: espectro visível da luz



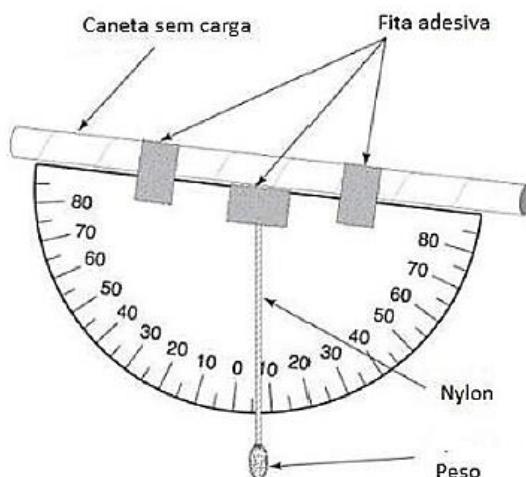
Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo Krasilchik (2004), as aulas práticas desempenham um papel fundamental no ensino de Ciências, pois estimulam o interesse dos alunos, permitindo-lhes formular hipóteses, controlar e manipular materiais, interpretar dados obtidos e vivenciar a metodologia científica. Essas experiências práticas tornam os conceitos teóricos mais concretos e significativos, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e engajante.

Na quarta atividade experimental, os alunos foram desafiados a construir um teodolito artesanal utilizando materiais de fácil acesso, como um transferidor de 180°, um tubo de caneta transparente, fita adesiva e um pequeno peso. A construção do teodolito foi orientada com o objetivo de proporcionar aos estudantes uma compreensão prática das relações trigonométricas, especificamente no contexto de triângulos retângulos.

A utilização de materiais manipuláveis, como o teodolito caseiro, tem sido reconhecida como uma estratégia eficaz no ensino de conceitos matemáticos, pois permite que os alunos visualizem e experimentem diretamente os fenômenos estudados (SANTOS, 2015). A construção do teodolito proporcionou uma aplicação concreta dos conceitos de ângulos e trigonometria, facilitando a compreensão das relações entre os lados e os ângulos dos triângulos retângulos.

Figura 8 – Esquema para construção de um teodolito caseiro



Fonte: Souza (2014).

Após a construção, os alunos foram divididos em grupos e conduzidos ao pátio da escola, onde pontos de referência previamente marcados permitiram a medição de ângulos entre diferentes pontos. Cada grupo registrou suas observações e, posteriormente, aplicou os cálculos trigonométricos para determinar as alturas de objetos ao redor da escola. Essa atividade prática possibilitou a aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, promovendo uma aprendizagem significativa.

Figura 9 – Utilização do teodolito caseiro



Fonte: Elaborado pelos autores.

No entanto, observou-se que alguns alunos apresentaram dificuldades nas operações de multiplicação e divisão de números decimais, o que impactou na precisão dos cálculos realizados. Essa situação evidencia a importância de reforçar habilidades matemáticas básicas, como operações com números decimais, para garantir a eficácia na aplicação de conceitos mais avançados (SANTOS, 2015).

Ao comparar os resultados obtidos pelos diferentes grupos, foi possível identificar tanto medições precisas quanto discrepantes. As discrepâncias nos resultados foram atribuídas a possíveis erros procedimentais, como imprecisões na leitura dos ângulos ou na aplicação das fórmulas trigonométricas. Essa análise crítica dos resultados permitiu que os alunos refletissem sobre a importância da precisão e da metodologia no processo científico.

Em conclusão, a construção e aplicação do teodolito caseiro proporcionaram uma experiência prática e significativa no ensino de trigonometria, permitindo aos alunos conectar teoria e prática de maneira eficaz.

A quinta atividade, intitulada “Sombras e Medidas”, teve como objetivo demonstrar que é possível calcular a altura dos objetos por meio da análise de suas sombras. Embora tenha sido realizada exclusivamente em sala de aula, a atividade proporcionou aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos matemáticos em um contexto prático.

Durante a atividade, os alunos foram orientados a realizar cálculos envolvendo multiplicação e divisão de números decimais, sem o auxílio de calculadoras. Observou-se que muitos apresentaram dificuldades significativas ao efetuar essas operações manualmente. Essa situação reflete um desafio comum no ensino de Matemática, especialmente no que diz respeito às operações com números decimais. Segundo Mestre (2007), os alunos frequentemente enfrentam dificuldades na aplicação da regra "vírgula debaixo de vírgula" nas operações de adição com empréstimo e da multiplicação, além de apresentarem desafios no cálculo mental com valores monetários e na adição de décimas sem a

referência ao sistema monetário.

Apesar de ser considerada uma prática tradicionalista, a realização de cálculos manuais é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da compreensão profunda dos conceitos matemáticos. Ao realizar os cálculos no papel, os alunos são incentivados a entender os princípios subjacentes às operações, em vez de dependerem exclusivamente de ferramentas tecnológicas. Essa abordagem permite que desenvolvam a confiança em suas habilidades matemáticas e aprimorem sua capacidade de estimar resultados e verificar a precisão de seus próprios cálculos. Além disso, ao enfrentar desafios e superar obstáculos, os alunos podem adquirir uma sensação de conquista pessoal que não é facilmente obtida ao simplesmente utilizar uma calculadora.

Portanto, embora a utilização de tecnologias no ensino de Matemática seja valiosa, é essencial equilibrá-la com práticas que promovam o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual dos alunos. A realização de cálculos manuais, mesmo diante das dificuldades, contribui significativamente para a formação de indivíduos capazes de aplicar conhecimentos matemáticos de forma eficaz e reflexiva.

Por fim, para consolidação dos conteúdos, foram utilizados testes conceituais seguindo a dinâmica proposta pelo método de Instrução pelos Colegas (Peer Instruction). Esse método envolve a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, encorajando-os a interagir entre si, discutir conceitos e colaborar na resolução de problemas. As questões aplicadas são projetadas para desafiar os alunos e estimular a reflexão sobre os conteúdos estudados.

Inicialmente, os alunos responderam individualmente às questões, utilizando dispositivos de resposta eletrônica ou aplicativos específicos em dispositivos móveis. Essa etapa permitiu avaliar a compreensão individual e identificar áreas em que o conceito ainda não estava totalmente assimilado. Em seguida, os estudantes foram organizados em pares ou pequenos grupos, nos quais discutiram as questões, compartilhando ideias, argumentando e explicando seu raciocínio. Esse processo promoveu a troca de perspectivas, a construção conjunta do conhecimento e a consolidação dos conceitos.

Figura 10 – Utilização dos cartões do aplicativo plickers.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A aplicação do Peer Instruction demonstrou ser eficaz na promoção do aprendizado ativo e no engajamento dos estudantes. De acordo com Mazur (1997), essa metodologia possibilita que os alunos se tornem protagonistas do próprio aprendizado, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. Estudos recentes também indicam que o Peer Instruction pode melhorar significativamente o desempenho dos alunos em cursos de Matemática, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados (VOZZO et al., 2024).

Dessa forma, a implementação de metodologias ativas, como o Peer Instruction, mostrou-se fundamental para promover um ensino mais dinâmico e participativo, alinhado às necessidades e características dos estudantes contemporâneos. O processo de discussão e argumentação em grupo contribuiu para o fortalecimento do aprendizado colaborativo, favorecendo a autonomia intelectual e a construção de conhecimento significativo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na vivência em sala de aula durante a aplicação do material desenvolvido, observou-se que a metodologia adotada apresentou resultados positivos significativos. Os roteiros elaborados mostraram-se eficazes para manter o foco dos alunos e garantir que todas as etapas propostas fossem realizadas de maneira estruturada.

As atividades que utilizaram diferentes recursos instrucionais — incluindo experimentos, vídeos e simulações — fomentaram discussões produtivas sobre os fenômenos estudados e conseguiram captar a atenção da maioria dos alunos, inclusive daqueles mais apáticos ou indiferentes. Esse engajamento permitiu que os estudantes confrontassem suas respostas prévias, promovendo reflexão sobre a discrepância entre concepções iniciais equivocadas e evidências fornecidas pelos recursos utilizados, reforçando o aprendizado significativo (Hake, 1998; Mazur, 1997).

Os testes conceituais aplicados segundo o método de Instrução pelos Colegas (Peer Instruction), com o auxílio do aplicativo Plickers, demonstraram-se eficientes na promoção de discussões entre os alunos acerca dos conceitos em estudo. Além disso, esses instrumentos foram bem recebidos pela quase totalidade dos estudantes, favorecendo a participação ativa, a troca de ideias e a construção coletiva do conhecimento, alinhando-se às práticas de ensino ativo recomendadas pela literatura científica (Mazur, 1997; Crouch; Mazur, 2001).

5 CONCLUSÃO

A análise das atividades experimentais desenvolvidas evidencia que o uso de metodologias ativas, aliado a recursos diversificados, promoveu um aprendizado significativo e engajou os alunos na construção do conhecimento científico. Observou-se que os roteiros estruturados, os experimentos práticos, os testes conceituais e a utilização do método de Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) permitiram aos estudantes confrontar suas concepções iniciais com evidências concretas, favorecendo a reflexão crítica e a consolidação dos conceitos de física e matemática.

Os resultados demonstram que a aprendizagem ativa contribuiu tanto para o desenvolvimento de habilidades cognitivas — como raciocínio lógico, cálculo manual, observação e interpretação de fenômenos — quanto para habilidades sociointerativas, incluindo comunicação, trabalho em equipe e argumentação científica. Além disso, os instrumentos de avaliação formativa, como testes conceituais e atividades de discussão, mostraram-se eficientes na identificação de lacunas no conhecimento e na promoção de debates produtivos entre os alunos, reforçando a importância da participação ativa e da interação social no processo de ensino-aprendizagem (Mazur, 1997; Hake, 1998; Crouch; Mazur, 2001).

Dessa forma, o estudo reforça a relevância do ensino baseado em metodologias ativas e experimentação no contexto da educação científica, evidenciando que estratégias pedagógicas que combinam teoria e prática podem ampliar a compreensão conceitual dos estudantes, ao mesmo tempo em que estimulam autonomia, pensamento crítico e engajamento. Esses achados oferecem contribuições significativas para o desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras em disciplinas da área Ciências da Natureza, com potencial de aplicação em diferentes contextos escolares.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.30, n.2, p.362-384, abr. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/26150>>. Acesso em: 12 de outubro de 2022.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.
- BOROCHEVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio**, v. 22, n. 83, p. 263–294, 2014.
- CAPISTRANO, J. G.; SILVA, S. A.; JUCÁ, S. C. Hands-on activities in science education in the elementary school in Brazil: mapping research on the topic. **European Public & Social Innovation Review**, v. 10, n. 1, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.31637/epsir-2026-1919>. Acesso em: 14 out. 2025.
- CARDOSO, M. B. **Sequências didáticas: orientações para iniciantes na pesquisa em educação matemática**. Iguatu, CE: Quipá Editora, 2024. 50 p. ISBN 978-65-5376-287-9.
- CATELLI, F.; LIBARDI, H. CDs como lentes difrativas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 2307-2314, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/YM7bTkZ4MNhzdfTJyzM6d9G/>. Acesso em: 14 out. 2025.
- CEPNI, S.; KELES, E. Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 4, p. 269–291, 2006.
- CIEDU. **Estudo dos roteiros de experimentos disponibilizados em repositórios virtuais por meio do ensino por investigação**. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 28, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/LJNmpSH8XwzCB84JLFkCqdj/>. Acesso em: 14 out. 2025.
- CORREIA, J. J. **As cores do céu**. **Caderno de Física da UEFS**, v. 20, n. 2, São Felipe (BA): Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2022. DOI: 10.101.02/cadfsuefs.v20i02.9302.
- CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.1374249>. Acesso em: 15 out. 2025.
- DESLAURIERS, L.; SCHELEW, E.; WIEMAN, C. Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. **Science**, v. 332, n. 6031, p. 862-864, 2011.
- DRIVER, R.; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P.; ROBINSON, V. **Making sense of secondary science**. 1. ed. London: Routledge, 1994.

GALIAZZI, M. C. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a investigação coletiva. **Revista Brasileira de Educação**, v. 6, n. 17, p. 69-80, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/xJ9FZcgBpg8NKq3KyZNs3Hk/>. Acesso em: 14 out. 2025.

GOULARTT, M.; DALRI, J.; HIGA, I. **Teoria das cores — uma proposta didática**. Trabalho apresentado no âmbito do PIBID Física, Colégio da Rede Pública Estadual, São José dos Pinhais (PR), 2014. Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). RIUNILA.

HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1119/1.18809>. Acesso em: 15 out. 2025.

INÁCIO, G. F.; SOUSA, F. J. S. Aprendizagem colaborativa no ensino de biologia: uso de celular e podcast. **Revista Estudos Aplicados**, v. 6, n. 12, p. 1-14, 2021. Disponível em: https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_estudos_aplicados/article/view/8122. Acesso em: 14 out. 2025.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

MAZUR, E. **Peer instruction: a user's manual**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre, 2016.

ROCHA, M. N. O azul do céu e o vermelho do pôr-do-sol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 1-6, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/rkskrJdTpN97wD5KHMRqf5P/>. Acesso em: 14 out. 2025.

SANTOS, L. A. M. **Utilização de material concreto no ensino de matemática: uma experiência com o teodolito caseiro no ensino de trigonometria**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2015. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/1887>. Acesso em: 14 out. 2025.

SHIPSTONE, D. M. A study of children's understanding of electricity in simple D.C. circuits. **European Journal of Science Education**, v. 6, p. 185–198, 1984.

SHIPSTONE, D. M. Pupils' understanding of simple electrical circuits. **Physics Education**, v. 23, p. 92–96, 1988.

SILVA, E. A.; GONÇALVES, P. R.; MANCINI, K. Ressignificando ideias e construindo o conhecimento científico no ensino médio pelo estudo da água: relato de experiência. **Revista Guará**, Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, v. 8, n. 1, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/guara/article/view/44467>. Acesso em: 14 out. 2025.

SOUZA, J. O.; MERÇON, F. O trabalho experimental no ensino de química: um estudo de caso em turmas do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 18, n. 1, p. 12–17, 2003. Disponível em: <https://qnesc.sbj.org.br/online/qnesc18/v18a03.pdf>. Acesso em: 14 out. 2025.

TEIXEIRA, A. M. M. B. Concepções alternativas em ciência: um instrumento de diagnóstico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 1-8, 2011. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/303717085.pdf>. Acesso em: 14 out. 2025.

VOZZO, R.; JOHNSON, S.; TUKE, J. An assessment of peer instruction in large first year mathematics courses. **arXiv**, 23 maio 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2405.14151>. Acesso em: 15 out. 2025.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 1. ed. brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1987. 135 p.