I Congresso de Ensino de Física do Sertão
Edição Vale do São Francisco

A COR E A RADIAÇÃO TÉRMICA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

TEACHING SEQUENCE FOR INVESTIGATING THERMAL RADIATION

MYSAEL GOMES DOS SANTOS[1], MARCO AURÉLIO CLEMENTE GONÇALVES[2], MARIELE REGINA PINHEIRO GONÇALVES[3].

[1]Mestrando do MNPEF-Polo 08, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), mysaelmgs@gmail.com.

[2,3] Docente do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF-Polo08) Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), cpgef@univasf.edu.br.

Resumo

Este trabalho apresenta uma sequência didática aplicada sob a perspectiva do ensino por investigação. O objetivo foi utilizar a experimentação, fundamentada na filosofia pragmática de John Dewey, para analisar como a cor de um corpo influencia a absorção e a emissão de radiação térmica, em consonância com a Lei de Kirchhoff. A metodologia, estruturada em quatro momentos e aplicada a estudantes do Ensino Médio de uma escola pública rural, compreendeu a realização de avaliação diagnóstica, o levantamento de hipóteses em grupo frente a uma situação-problema, a coleta de dados de temperatura no experimento prático "Latas ao Sol" (utilizando recipientes nas cores preta, branca e alumínio expostos ao sol e à sombra) e a aplicação de um questionário reflexivo final. Os resultados confirmaram o maior aquecimento da lata de cor preta em relação à branca e à de alumínio durante a exposição solar, com diferença de até 3°C após 10 minutos de exposição direta. No entanto, na etapa de resfriamento, ao invés das temperaturas diminuírem, os dados obtidos, mostraram uma estabilização das temperaturas das latas, indicando equilíbrio térmico, o que propiciou uma análise crítica com os estudantes sobre a interferência de trocas térmicas por convecção no arranjo experimental.

Palavras-Chave: Radiação Térmica; Lei de Kirchhoff; Ensino por Investigação; Experimentação.

Abstract

This paper presents a didactic sequence applied under the perspective of inquiry-based teaching. The objective was to use experimentation, grounded in John Dewey's pragmatic philosophy, to analyze how the color of a body influences the absorption and emission of thermal radiation, in accordance with Kirchhoff's Law. The methodology, structured into four stages and applied to high school students from a rural public school, comprised the administration of a diagnostic assessment, the formulation of group hypotheses in response to a problem-situation, the collection of temperature data in the practical experiment "Cans under the Sun" (using black, white, and aluminum-colored containers exposed to sunlight and shade), and the administration of a final reflective questionnaire. The results confirmed greater heating of the black can compared to the white and aluminum ones during solar exposure, with a difference of up to 3°C after 10 minutes of direct exposure. However, during the cooling stage, rather than decreasing, the temperatures of the cans stabilized, indicating the attainment of thermal equilibrium. This provided an opportunity for a critical analysis with the students regarding the interference of convective heat transfer in the experimental setup.

Keywords: Thermal Radiation; Kirchhoff's Law; Inquiry-Based Teaching; Experimentation.

Introdução

A radiação térmica é um dos mecanismos fundamentais de transferência de calor, distinguindo-se da condução e da convecção por não exigir um meio material para se propagar. Trata-se de radiação eletromagnética emitida por qualquer corpo cuja temperatura esteja acima do zero absoluto, decorrente da agitação térmica de suas partículas carregadas, com espectro situado predominantemente na faixa do infravermelho. Quando essa radiação incide sobre a superfície de um material, parte é refletida, parte é absorvida e parte pode ser transmitida, e a proporção entre essas frações depende, entre outros fatores, das características da superfície.

A relação entre absorção e emissão de radiação térmica é descrita pela Lei de Kirchhoff (LAGE, 2020), segundo a qual, em condições de equilíbrio térmico, a emissividade de um corpo é diretamente proporcional à sua absortividade, para uma dada temperatura e frequência. Embora o conceito de corpo negro represente um absorvedor e emissor ideal, na prática objetos de tonalidades mais escuras aproximam-se desse comportamento, enquanto superfícies claras tendem a refletir maior parcela da radiação incidente.

Essa correlação entre coloração e comportamento térmico é observável em situações cotidianas, como a escolha de roupas claras em dias quentes ou o superaquecimento de superfícies escuras expostas ao sol, e oferece um ponto de partida pedagogicamente fértil para o estudo da termologia no Ensino Médio.

Apesar dessa relevância cotidiana, o ensino de termologia na educação básica frequentemente se limita a abordagens expositivas e matematizadas, que privilegiam a memorização de fórmulas em detrimento da compreensão conceitual e experimental dos fenômenos. Pesquisas em educação em ciências têm apontado que essa ênfase no tratamento abstrato contribui para a formação de concepções alternativas e para o baixo engajamento dos estudantes com a Física (CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015). Nesse contexto, o Ensino por Investigação surge como uma alternativa metodológica promissora, por colocar o estudante no centro do processo de construção do conhecimento, a partir da formulação e teste de hipóteses diante de problemas concretos.

Essa perspectiva encontra respaldo na filosofia pragmática de John Dewey (1985), para quem a experiência vivencial, os conhecimentos prévios e a interação social constituem pilares fundamentais da aprendizagem significativa. Dewey defende que o pensamento reflexivo, desencadeado por situações-problema autênticas, é o motor da investigação e, portanto, da construção do saber. É justamente nesse princípio que se ancora a proposta aqui apresentada.

O presente trabalho relata a elaboração e a aplicação de uma sequência didática investigativa voltada ao estudo da influência da cor na absorção e emissão de radiação térmica, tendo como eixo central o experimento "Latas ao Sol", proposto por Bonjorno, Bonjorno e Clinton (2016). O objetivo foi proporcionar aos estudantes do Ensino Médio de uma escola pública rural a oportunidade de investigar, por meio da experimentação e da discussão coletiva, as relações entre coloração superficial e comportamento térmico dos materiais, à luz da Lei de Kirchhoff.

O artigo está organizado da seguinte forma: na seção seguinte, descreve-se a metodologia adotada; em seguida, apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos; por fim, tecem-se as considerações finais sobre as implicações pedagógicas do estudo.

Metodologia

A sequência elaborada trabalhou o tema “A Cor Influencia na Reflexão e Absorção da Radiação Térmica?” cujo objetivo era fazer com que os alunos analisassem o comportamento da radiação térmica de acordo com a cor do objeto. Foi aplicada a 10 alunos da turma de 2º ano do ensino médio, composta por 35 alunos, de uma escola estadual de tempo integral na área rural, distante cerca de 20 km da cidade de Petrolina -PE. Os critérios utilizados para seleção desses alunos foi a presença e a participação em todos os momentos da sequência didática, sendo aplicada no horário regular das aulas. Os instrumentos utilizados para coleta dos dados foram uma avaliação diagnóstica, um registro escrito das respostas à situação-problema, um registro das temperaturas coletadas pelos estudantes durante a execução do experimento, e um questionário reflexivo final.
Para isso ela foi dividida em quatro momentos, sendo cada um aplicado em uma aula de 50 min. O primeiro consistiu na apresentação do tema e na aplicação de uma avaliação diagnóstica com 12 questões, em que as 7 primeiras questões foram usadas para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a leitura de medidas em um termômetro analógico, tipos de propagação de calor e radiação térmica. E as 5 questões restantes para funcionar como um pré-teste para comparação com um questionário posterior.
O segundo momento, consistiu na separação da turma em grupos de 5 pessoas para que elaborassem hipóteses para a seguinte situação problema: “Quando a radiação térmica incide sobre a superfície de um corpo, parte dela é refletida e parte é absorvida, causando no corpo a elevação da temperatura. As parcelas de energia refletida e absorvida, no entanto, não são iguais para todos os corpos. Existem corpos que refletem mais e absorvem menos energia e vice-versa. Se três latinhas de refrigerante de mesmo tamanho, mesma quantidade de água, mas de cores

diferentes são expostas ao sol, qual esquenta mais? Qual esquenta menos? E, após aquecerem, qual esfria mais? E qual esfria menos?".

Após isso, foi solicitado para que os grupos trouxessem os materiais para a realização do experimento na próxima aula. Os materiais solicitados foram: uma latinha de refrigerante pintada de preto, outra pintada de branco e outra envolta num papel alumínio. O restante do material como a placa de isopor, os termômetros e água ficou a cargo do professor aplicador e da escola.

O terceiro momento, foi realizado o experimento das Latas ao Sol. Com os materiais em mãos foi orientado ao grupo que enchessem as latinhas com água da torneira, colocassem na placa de isopor e introduzissem um termômetro em cada latinha e aguardar cerca de 1 minuto antes de registrar em um caderno em uma tabela para que os termômetros entrassem em equilíbrio térmico. Após isso, as latinhas foram expostas ao Sol e anotadas as suas temperaturas nos próximos 10 min de exposição esperando um intervalo de 1 min entre uma medida e outra. Depois, as latinhas foram levadas para a sombra e anotadas suas medidas pelos próximos 10 min.

Ressalta-se que foi utilizada uma aula adicional para a preparação dos materiais, já que alguns grupos precisaram pintar as latinhas. Contudo, considerando-se que os materiais sejam trazidos prontos, a sequência é perfeitamente aplicável em 4 aulas.

No quarto momento, após a realização das medidas, foi aplicado um questionário com 5 questões para que eles pudessem discutir os resultados obtidos entre si e chegar a uma resposta comum ao grupo comparando os dados do aquecimento e do resfriamento. A tabela 1 abaixo resume os momentos da sequência:

Tabela 1. Momentos da sequência didática.

Momento	Descrição	Aulas/Horas
1	Apresentação do tema e aplicação da avaliação diagnóstica	1 aula/50 min
2	Elaboração de hipóteses para a situação-problema apresentada	1 aula/50 min
3	Realização do experimento e coleta de dados	2 aulas/100 min
4	Aplicação de um questionário para discussão em grupo	1 aula/50 min

Fonte: Autores 2026

A sequência didática aqui descrita buscou alinhar-se aos princípios do Ensino por Investigação ao colocar o estudante diante de uma situação-problema concreta, ao incentivá-lo a formular hipóteses e ao submeter-las à verificação experimental, e, por fim, ao promover a reflexão crítica sobre os dados obtidos. A opção pelo experimento "Latas ao Sol" mostrou-se adequada ao contexto da escola pública rural, por utilizar materiais de baixo custo e de fácil obtenção, além de permitir a coleta de dados quantitativos passíveis de análise em sala de aula. Na seção seguinte,

apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos em cada um dos quatro momentos, à luz do referencial teórico adotado. O método empregado para a análise dos dados quantitativos foram feitos por meio de estatística descritiva comparando as respostas da avaliação diagnóstica com o do questionário reflexivo. Já para análise dos dados qualitativos foi empregado a análise de conteúdo comparando as concepções iniciais, hipóteses, resultados experimentais e explicações finais da situação-problema e do questionário reflexivo final. Também foram consideradas situações em que os estudantes tiveram que remodelar suas explicações diante dos resultados inesperados.

Resultados e Discussão

A avaliação diagnóstica, aplicada individualmente aos 10 participantes, revelou no primeiro momento, que apenas 2 alunos sabiam ler um termômetro analógico. Os outros 8 alunos erraram por fazer uma confusão na parte decimal. Por esse motivo foi exposto algumas orientações sobre as medidas em termômetro analógico antes da realização do experimento.

Nas questões referentes a propagação de calor, foi observado um acerto de 60%. Por exemplo, nas questões sobre propagação de calor por condução, em que era colocada uma situação de uma colher numa panela ao fogo, 9 alunos responderam que a colher aqueceria, enquanto que 1 respondeu que ela dilataria. E quando perguntado sobre citar materiais isolantes térmicos, 6 responderam adequadamente, e os outros 4 entre suas respostas colocaram exemplos de materiais condutores.

Nas questões sobre propagação de calor por convecção, 5 alunos responderam que os ares-condicionados normalmente são instalados próximos ao teto para uma melhor circulação do ar frio citando, inclusive, que o ar frio desce e o ar quente sobe. Os outros 5 responderam para ventilar melhor, mostrando uma resposta mais genérica. Sobre as questões de propagação de calor por radiação, 7 falaram que “o calor do Sol” chega à Terra pela radiação, mas 5 dentre esses, equivocaram-se ao especificar que a transmissão ocorre pelos raios ultravioletas. Os 3 restantes responderam que não sabiam.

Já nas questões que tratavam da influência da cor na absorção e reflexão da radiação pôde-se perceber que todos eles tinham a ideia que a cor preta absorve mais radiação quando exposta ao Sol, mas quando colocada na sombra, 60% responderam que a cor branca resfria mais rápido, 20% responderam que resfriariam por igual e os 20% responderam que não sabiam.

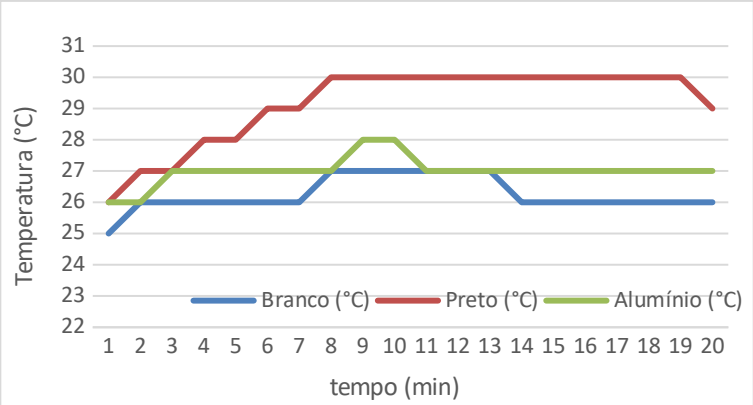
No segundo momento, trouxeram-se as situações-problema, “se três latinhas de refrigerante de mesmo tamanho, mesma quantidade de água, mas de cores diferentes são expostas ao sol, qual esquenta mais? Qual esquenta menos? E, após aquecerem, qual esfria mais? E qual esfria menos?”, os alunos foram separados em dois grupos de 5 componentes, e percebeu-se que ambos grupos tinham a ideia de que ao Sol a latinha de cor escura (preta) aqueceria mais rápido, e a de cor clara (branca) devagar. E ao colocar na sombra a branca esfriaria mais rápido. Inclusive um grupo mencionou que se fosse utilizado latinhas de tamanhos diferentes, elas poderiam absorver a mesma quantidade de calor.

Nos terceiros e quarto momento, realizou a execução do experimento e foi solicitado aos alunos que fizessem uma tabela, para criação de um gráfico posterior no questionário final.

Quando perguntado sobre a função da placa de isopor no experimento, um dos grupos respondeu que era para que não absorvesse a “temperatura do solo ou outro material”. Embora não tenha usado o termo corretamente, é possível verificar a ideia de isolante. O outro grupo respondeu para impedir a condução térmica entre as latinhas.

Na pergunta sobre o aumento de temperatura das latinhas, responderam que foi por receber “calor do Sol” pelos raios solares, ou absorveram a radiação. Todos também perceberam que as latinhas recebem a mesma quantidade de energia solar, mas que as temperaturas finais são diferentes. Eles chegaram à conclusão, pelos dados do experimento, que a latinha preta é a que esquenta mais, ou mais rápido, e a branca menos, ou mais devagar. Mas na parte do resfriamento, eles concluíram que a branca resfria mais rápido ao invés da preta. Mas isso acontece pelos dados obtidos mostrados na figura 1, os 10 primeiros minutos as latinhas estavam no sol e depois foram colocados na sombra.

Figura 1: Representação gráfica do aquecimento das latinhas – Grupo 1.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

É provável que a parte do resfriamento não tenha ocorrido como o esperado, devido ao fato de que as latinhas atingiram o equilíbrio térmico com o ambiente, visto que as temperaturas finais ficaram muito próximas entre si. Isso se torna mais evidente ao observar as temperaturas finais muito próximas entre os termômetros (diferença de 1 ºC apenas), e ao ver que no dia e horário da realização do experimento, a temperatura ambiente estava em torno de 29 ºC. Se fosse levado para uma sala climatizada, talvez o resultado estivesse mais próximo da expectativa.

Ressalta-se que, embora o resultado do resfriamento tenha divergido da expectativa inicial, essa discrepância não invalida a sequência didática. Pelo contrário, constituiu-se em oportunidade pedagógica valiosa: os alunos foram levados a refletir sobre a interferência de variáveis não controladas, em especial a convecção, no comportamento térmico observado, exercitando assim uma postura crítica e investigativa diante dos fenômenos científicos

Considerações Finais

As articulações desta proposta pedagógica demonstram que a inserção de discussões ligadas à História e Filosofia da Ciência é viável e necessária no Ensino Médio, especialmente em contextos de educação rural, orientada pelo método da investigação como processo reflexivo, a sequência didática fomentou a agência dos estudantes na reconstrução ativa da experiência, com uma problematização inicial em um ciclo de pensamento deliberado que culminou na formulação de hipóteses e na validação.

Os resultados obtidos confirmaram as hipóteses iniciais dos discentes quanto à maior taxa de absorção térmica da cor preta em exposição solar, validando a eficácia da sequência didática no que tange aos processos de aquecimento.

No entanto, a etapa de resfriamento revelou uma anomalia experimental em relação à Lei de Kirchhoff, uma vez que a lata branca apresentou uma taxa de decréscimo de temperatura superior à prevista teoricamente. Longe de invalidar a intervenção, essa discrepância evidenciou a complexidade das trocas térmicas reais, em que mecanismos de convecção e condução podem ter se sobreposto à radiação no ambiente não controlado da sombra.

Essa perspectiva de valorização do imprevisto experimental encontra ressonância direta na filosofia pragmática de John Dewey, para quem a experiência vivencial é o pilar fundamental da construção do saber. Ao confrontarem o resultado inesperado no resfriamento das latas, os estudantes foram compelidos a transcender a mera memorização de leis físicas, engajando-se em um processo de investigação reflexiva sobre as limitações do arranjo experimental e a

interferência de variáveis ambientais. Assim, a anomalia observada deixou de ser um erro procedimental para se tornar um objeto de validação do saber por meio da interação social e da investigação ativa.

Como preconiza Dewey, o significado do conteúdo escolar emerge justamente dessa capacidade de o educando testar e reconstruir suas hipóteses frente a problemas concretos, transformando a sala de aula em um laboratório de pensamento racional e autocrítico.

Conclui-se que a abordagem explícita da natureza falível do conhecimento fornece chaves de leitura essenciais para desconstruir o dogmatismo em sala de aula, promovendo uma educação científica crítica e cidadã.

Referências Bibliográficas

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina Azenha; CLINTON, Márcio Prado. Física: termologia, óptica, ondulatória, 2º ano. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

DEWEY, John. Experiência e natureza; Lógica, teoria da investigação; A arte como experiência; Vida e educação; Teoria da vida moral. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1985. (Os pensadores).

LAGE, Eduardo. A radiação térmica. Revista de Ciência Elementar, Porto, v. 8, n. 3, p. 32, set. 2020. Disponível em: https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2020/032/. Acesso em: 16 jun. 2026.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.