

## Cores, luz e pigmentação

Duração: 3 aulas

Referência do Livro do Estudante: Unidade 3, Capítulo 9

### Relevância para a aprendizagem

Nesta sequência didática, o objetivo é possibilitar aos estudantes a compreensão de fenômenos associados à natureza da luz, seus comportamentos na natureza, a formação de cores e o fenômeno que nos permite enxergá-las. Nesse sentido, propõe-se um conjunto de aulas com atividades práticas de caráter investigativo, direcionadas à elaboração de hipóteses, coleta e organização de dados e discussão dos resultados observados. Como objetivo suplementar, esta sequência oferece atividades e oportunidades para troca de informações, de modo que os estudantes possam desenvolver habilidades de planejamento, execução e análise em experimentos, associando-os aos conceitos físicos relevantes à situação.

### Objetivos de aprendizagem

- Compreender a composição de cores a partir de cores primárias.
- Identificar cores-luz e cores-pigmento e compreender os processos de mistura de cores em cada caso.
- Relacionar os fenômenos luminosos de absorção e reflexão às cores observadas dos objetos.
- Analisar a cor de objetos quando iluminados com fontes luminosas de diferentes cores.

### Competências gerais e específicas (BNCC)

	Competências
Gerais	2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
	4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
	9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
Específicas	1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
	2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
	3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.

### Objetos de conhecimento e habilidades (BNCC)

Objeto de conhecimento	Habilidades
Estrutura da matéria	(EF09CI04) Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.

## Desenvolvimento

### Aula 1 – Investigando a classificação das cores

Duração: 1 aula (cerca de 45 minutos).

Local: sala de aula com baixa luminosidade externa.

Organização dos estudantes: sentados em suas carteiras, organizadas em fileiras.

Recursos e/ou material necessário: giz, quadro de giz, cartolina branca e três luminárias com lâmpadas coloridas (uma verde, uma vermelha e uma azul).

#### **Atividade 1 – As cores e suas classificações (15 minutos)**

Inicie a aula promovendo questionamentos acerca de quais cores os estudantes acham que dão origem às demais cores. Inicialmente, espera-se que os estudantes respondam utilizando os conceitos adquiridos em diferentes oportunidades, como na disciplina de Arte ou em vivências relacionadas a equipamentos eletrônicos, como gráficos de computador ou características de aparelhos de televisão.

Continue a discussão perguntando quais cores que eles acham possíveis de serem formadas a partir das cores primárias. Nesta questão, os estudantes certamente pensarão em misturas de tintas ou giz de cera, tais como a criação do violeta a partir do vermelho (magenta) e azul (ciano), do verde pela mistura do azul (ciano) com o amarelo, e do laranja pela união do vermelho (magenta) com o amarelo.

Amplie a discussão destacando que as cores podem ser classificadas, de acordo com a sua decomposição, em cores primárias ou secundárias, ou pelas sensações que podem causar. Explique que as cores primárias são cores que originam outras cores, ao passo que as cores secundárias são aquelas que podem ser decompostas em cores primárias. Mencione também que em alguns contextos as cores podem ser classificadas de acordo com a ideia de “temperatura” que podem passar. Fala-se, nesses casos, em cores quentes e cores frias, sendo as cores quentes aquelas relacionadas à ideia de fogo, como o amarelo, o vermelho e o laranja; e as cores frias as associadas à sensação de frio ou frescor, como o azul e o verde. Ressalte que a classificação relacionada às sensações térmicas das cores é completamente subjetiva, sendo oportuno lembrar aqui o conceito de temperatura, que é o grau de agitação das partículas que formam o corpo. Sendo assim, uma obra de arte com cores “frias” e outra obra com cores “quentes”, em um mesmo ambiente, como na sala de um museu, possuem a mesma temperatura.

#### **Atividade 2 – Prática experimental demonstrativa acerca das cores (30 minutos)**

Após a discussão acerca das possíveis classificações para as cores, explique aos estudantes que, ao falar de cores, é necessário distinguir entre cor-luz e cor-pigmento, sendo que a primeira corresponde à cor emitida por uma fonte de luz, como lâmpadas e lanternas, por exemplo, e a segunda corresponde à cor que recebemos de fonte não luminosa e, portanto, perceptível somente quando iluminada. As cores-pigmento são as fornecidas por tintas, cremes, pastas, corantes em geral.

## 4º bimestre – Sequência didática 3

Mencione que, em ambos os casos, há um conjunto de cores primárias que torna possível formar todas as cores do espectro visível. Aproveite para explicar que revistas e livros, inclusive os didáticos, são, em sua grande maioria, impressos em quatro cores. Nesse tipo de impressão, em cores-pigmento, cada página é impressa com combinações de vermelho (magenta), azul (ciano), amarelo e preto, todas programadas pelas máquinas das gráficas de maneira a formar as cores desejadas.

Diga aos estudantes que eles realizarão uma atividade para investigar as cores-luz e que, para isso, é necessário que a sala tenha pouca luminosidade. Reduza, então, a luminosidade da sala, fechando janelas, cortinas, desligando as lâmpadas etc. Para que nenhum estudante se machuque ao se movimentar pela sala no escuro, oriente-os a ficar sentados durante toda a atividade.

Disponha as três luminárias sobre uma mesa. Caso não tenha sido possível encontrar as lâmpadas coloridas, utilize três luminárias (ou lanternas com bocal de rosca) com lâmpadas de cor branca e embrulhe cada um dos bocais das luminárias com papel celofane: um bocal deve ser coberto com celofane vermelho; outro, com celofane verde; e outro, com celofane azul. O celofane deve ser preso aos bocais com fita adesiva ou elástico. Procure não deixar espaço entre a lâmpada e o bocal, cobrindo toda a região que será iluminada.

Feito isso, ligue uma luminária (ou lanterna) por vez, projetando a luz em uma parede ou cartolina branca, para que os estudantes vejam a cor emitida. Depois acenda as luminárias duas a duas, para que os estudantes possam observar a cor das regiões correspondentes à sobreposição das cores das lâmpadas. Assim, ligue a luminária com o vermelho e o verde. Em seguida, acione as luminárias com as cores vermelho e azul e depois as luminárias azul e verde, solicitando aos estudantes que observem e anotem, no caderno, quais as cores obtidas nestas sobreposições. Por fim, acione as três luminárias juntas, formando, então, a cor branca. Proponha aos estudantes que representem em seus cadernos a atividade, indicando os materiais necessários e o procedimento. Solicite que representem, com esquemas, as observações, indicando as regiões e cores correspondentes.

Para auxiliá-los, é possível propor o preenchimento de um quadro como o seguinte. Nele, já estão indicadas as suas possibilidades de preenchimento.

Cor da lâmpada desligada	Cor das lâmpadas ligadas	Cor projetada no material branco (parede ou cartolina)
Vermelha	Azul e verde	Ciano (azul)
Verde	Vermelho e azul	Magenta (vermelho)
Azul	Verde e vermelho	Amarela

Quadro elaborado para fins didáticos.

Finalizadas as demonstrações, solicite aos estudantes que compartilhem suas observações com os colegas. Registre os resultados das observações no quadro de giz. Mencione que, para compor outras cores utilizando o arranjo dessa atividade, seria necessário que as lâmpadas tivessem um dispositivo que permitisse regular a intensidade luminosa de cada lâmpada.

## Aula 2 – Fenômenos luminosos e as cores dos objetos

Duração: 1 aula (cerca de 45 minutos).

Local: sala com baixa luminosidade externa.

Organização dos estudantes: organizados em grupos de quatro integrantes.

Recursos e/ou material necessário: giz, quadro de giz, folhas de papel branco, pincéis, três luminárias com lâmpadas nas cores verde, vermelho e azul, cartolina branca e tintas guache nas cores verde, vermelho e azul e outras cores.

### Atividade 1 – Compreendendo os fenômenos luminosos (20 minutos)

Inicie a aula orientando os estudantes a se organizarem em grupos de quatro integrantes. Relembre com a turma que na aula anterior foi desenvolvida uma atividade experimental para analisar a classificação de cores-luz, que são as cores emitidas por fontes luminosas – no caso da atividade, pelas lâmpadas.

Diga aos estudantes que nesta aula eles analisarão os fenômenos correspondentes às cores-pigmento, que são as cores que são refletidas por objetos não luminosos. Comente que é a partir desse conceito que podemos compreender como as cores dos objetos são percebidas por nós.

Mencione que a luz, como a luz do Sol ou a luz das lâmpadas da atividade da aula anterior, sempre se propaga no espaço em linha reta e, ao entrar em contato com qualquer tipo de material, pode produzir três fenômenos característicos: reflexão, refração e absorção. Escreva o nome desses três fenômenos no quadro de giz e solicite aos estudantes que elaborem definições ou destaquem exemplos de ocorrência de cada fenômeno. Auxilie-os, citando exemplos do cotidiano, como a observação do reflexo em um espelho (reflexão), a aparência de “quebrado” quando um lápis é colocado dentro de um copo parcialmente cheio de água (refração) etc. Em seguida, conceitue brevemente esses fenômenos.

Explique que as cores dos objetos dependem dos fenômenos de reflexão e absorção, e que a cor que observamos corresponde ao comprimento de onda da luz cuja cor o objeto reflete. Portanto, um objeto que enxergamos como vermelho, por exemplo, ao ser iluminado por uma luz branca, reflete a luz correspondente ao comprimento de onda do vermelho e absorve as demais. Proponha aos estudantes que respondam aos seguintes questionamentos (lembrando que a cor que enxergamos em um objeto é o resultado da cor que ele reflete): “Uma superfície branca absorve a luz correspondente a quais comprimentos de onda? E uma superfície preta?”; “Se um objeto que enxergamos como vermelho quando iluminado com luz branca for iluminado por uma luz verde, qual será a cor observada desse objeto?”.

Auxilie os grupos caso surjam dúvidas. Cite, por fim, que eles desenvolverão uma atividade para verificar alguns fenômenos luminosos associados à observação de cores de objetos.

## 4º bimestre – Sequência didática 3

### Atividade 2 – Investigando as cores dos objetos (25 minutos)

Distribua uma folha de papel branco, pincéis e tintas a cada grupo. Peça aos grupos que tracem retângulos utilizando tintas de cores diferentes. Com a sala iluminada normalmente, solicite que anotem em seus cadernos a cor da luz que ilumina a folha e as cores observadas de cada retângulo. Em seguida, reduza a luminosidade da sala e ligue uma das lâmpadas coloridas (verde, vermelha ou azul). Solicite a cada grupo, alternadamente, que ilumine com a luz colorida a folha de papel com os retângulos. Em cada etapa, peça que anotem em seus cadernos os resultados das observações.

Como desenvolvimento da atividade, solicite aos estudantes que tentem elaborar uma explicação, utilizando os conceitos de reflexão e absorção, para as observações resultantes das diversas etapas da atividade. Faça os seguintes questionamentos: “Qual a cor observada do retângulo pintado com tinta vermelha quando iluminado pela luz branca? E pela luz vermelha? E pela luz verde?”; “Em cada situação descrita no item anterior, as ondas correspondentes a quais comprimentos de onda são absorvidas? E quais são refletidas?”.

Escolha um dos casos e incentive a discussão para que os estudantes compartilhem as suas explicações. A partir do caso escolhido, faça um esquema no quadro de giz representando as ondas absorvidas e as refletidas e a cor observada em cada caso. Uma possível extensão dessa atividade consiste em propor aos grupos que elaborem pinturas com tintas de diferentes cores e as iluminem com as lâmpadas coloridas e observem como a imagem muda de acordo com a luz escolhida.

### Aula 3 – Analisando as cores dos pigmentos

Duração: 1 aula (cerca de 45 minutos).

Local: sala de aula ou laboratório.

Organização dos estudantes: em grupos de quatro integrantes.

Recursos e/ou material necessário: giz, quadro de giz, canetas hidrográficas coloridas, álcool etílico, copos transparentes ou béquer de 250 mL, papel-filtro, palito de sorvete, tesoura com pontas arredondadas e fita adesiva.

Inicie a aula mencionando aos estudantes que eles analisarão os fenômenos correspondentes às cores-pigmento, que são as cores que são refletidas por um objeto.

Em seguida, solicite que se organizem em grupos de quatro integrantes para a realização de uma atividade experimental de cromatografia de papel, para investigação dos pigmentos das tintas de canetas de diversas cores.

Após a organização dos grupos, disponibilize a eles os seguintes materiais:

- canetas hidrográficas de várias cores, considerando uma cor diferente para cada um dos grupos (por exemplo: preto para um grupo, marrom para outro, laranja para um terceiro grupo, e assim por diante);
- álcool etílico anidro ou álcool comum de uso farmacêutico ou de limpeza;

## 4º bimestre – Sequência didática 3

- béquer de 250 mL ou copo incolor e transparente;
- papel-filtro ou papel para filtragem de café;
- tesoura com pontas arredondadas;
- fita adesiva.

Oriente os estudantes a cortarem o papel-filtro em tiras retangulares com cerca de 2 cm de largura no comprimento do próprio papel, aparando as pontas de modo a formar um retângulo. Solicite aos estudantes que, em seguida, com a caneta colorida de seu grupo, façam uma circunferência preenchida, de cerca de 0,5 cm de diâmetro, a cerca de 2 cm (aproximadamente 2 dedos) da borda inferior do papel-filtro. Nesse momento, peça a cada grupo que levante uma hipótese a respeito de quais cores de pigmento constituem as tintas que selecionaram para testar e anotem a hipótese em seus cadernos.

Depois, peça que, utilizando uma fita adesiva, cole a tira em um palito de sorvete ou em lápis. Formado um “T”, para facilitar segurar a tira.

A seguir, solicite aos estudantes que peguem um copo transparente, coloquem nele cerca de um dedo de álcool e mergulhem parcialmente no álcool a tira de papel-filtro, de forma que o álcool molhe a borda do papel mais próxima ao trecho que foi pintado. Alerta para que não se coloque a parte pintada diretamente no álcool.

Oriente os estudantes a aguardarem cerca de 10 minutos, enquanto o álcool sobe pelo papel, e peça que, quando perceberem que o álcool parou de subir, retirem o papel e deixe-o secar. Informe a eles que o conjunto de cores primárias em pigmentos é usualmente o magenta, o ciano e o amarelo. Solicite aos estudantes que anotem a cor da caneta, as cores observadas nas tiras e, se possível, as proporções aproximadas de cada cor.

Em seguida, solicite aos grupos que troquem as tiras e anotem os resultados de suas observações. As trocas deverão ocorrer até que todos os grupos tenham analisado todas as tiras.

Por fim, questione os grupos a respeito dos resultados obtidos e as hipóteses levantadas sobre a constituição dos pigmentos das canetas coloridas selecionadas para o teste.

Explique aos estudantes que a atividade realizada é denominada cromatografia de papel, uma técnica que consiste na utilização de um determinado líquido (no caso, o álcool), para a separação de substâncias. Esclareça que a separação dos pigmentos da tinta da caneta ocorre porque o papel-filtro é colocado no álcool e as substâncias presentes na tinta da caneta que têm mais afinidade com o álcool tem uma movimentação mais rápida ao longo do papel, enquanto as substâncias que têm mais afinidade com o papel ficam relativamente retidas, tendo uma movimentação mais lenta. Isso torna possível ver quais são os pigmentos empregados no processo para formar cada uma das cores de caneta testadas. Escolha uma das cores para verificar e comentar o resultado obtido.

## 4º bimestre – Sequência didática 3

### Aferição do objetivo de aprendizagem

A avaliação do processo de aprendizagem pode ser realizada por meio das atividades propostas nesta sequência didática e deve considerar o desenvolvimento individual de cada um dos estudantes. Desse modo, promove-se o ato de avaliar para a formação do estudante em todas as suas dimensões, considerando seus aspectos procedimentais e atitudinais e a elaboração de conceitos.

Inicialmente, espera-se que os estudantes consigam identificar as possíveis classificações das cores e, com base nas classificações associadas à luz, compreendam que todas as cores podem ser formadas pela composição de um conjunto de cores primárias adequado. Espera-se também que os estudantes possam, com segurança, associar os fenômenos luminosos de reflexão e absorção às cores dos objetos, compreendendo que a cor observada de um objeto depende da cor da luz que o ilumina (aula 1).

Complementarmente, objetiva-se que os estudantes, ao desenvolver as atividades experimentais, elaborem hipóteses e consigam construir uma argumentação baseada em conhecimentos científicos acerca das cores e de sua relação com os fenômenos da luz (aulas 2 e 3).

Finalmente, destacam-se como elementos avaliativos o trabalho em equipe e o desenvolvimento das habilidades sociais e comunicativas dos estudantes, por meio de trabalhos em grupo e da participação nas rodas de discussão.

Reserve um momento da aula para que os estudantes realizem uma autoavaliação em relação aos objetivos de aprendizagem desta sequência. Assim, estimule-os a analisar a aprendizagem de conceitos específicos e também o desenvolvimento de valores e atitudes necessários ao trabalho coletivo. Para isso, são sugeridas as seguintes questões:

- *Quais conceitos relacionados às cores eu tive mais dificuldade de compreender e quais eu achei mais interessantes?*
- *Eu fui capaz de contribuir com minhas ideias e habilidades para a elaboração dos experimentos propostos?*

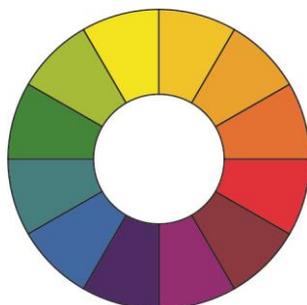
### Questões para auxiliar na aferição

Além das atividades propostas nesta sequência didática, algumas questões podem ser utilizadas para aferir a aprendizagem dos estudantes em relação aos objetivos aqui explorados. Sugestões:

## 4º bimestre – Sequência didática 3

1. João estava na aula de Arte de seu colégio e resolveu desenhar um círculo cromático como o da figura a seguir.

Avits Estúdio Gráfico/Arquivo da editora



Círculo cromático.

Sua amiga Marcela, intrigada com o desenho de João, perguntou qual seria a cor resultante da associação de algumas das cores do círculo policromático. Cite algumas das possibilidades de cores resultantes que João poderia mostrar para a amiga.

2. Considere um quarto com objetos que não são fontes de luz primária, isto é, não emitem luz. Quando estamos no quarto iluminado, conseguimos observar os objetos em seu interior. Já com o quarto completamente escuro, não conseguimos mais enxergá-los. Explique por que isso ocorre.
3. Em cidades quentes, é comum ouvirmos recomendações para que usemos roupas de cores claras para melhorar o conforto térmico. Empregando os conceitos de reflexão e absorção de luz, justifique essa recomendação.

### Gabarito das questões

1. Espera-se que os estudantes citem que João poderia fornecer exemplos como os a seguir para Marcelina:  
Amarelo + vermelho = laranja  
Azul + vermelho = violeta  
Amarelo + azul = verde
2. Espera-se que os estudantes mencionem que é possível enxergar os objetos porque eles refletem a luz que recebem. Contudo, quando não há uma fonte de luz, não ocorre o fenômeno da reflexão e, portanto, não enxergamos mais nenhum objeto.
3. Roupas com cores claras refletem ondas correspondentes ao comprimento de onda de diversas cores (refletem muito mais cores do que absorvem), ou seja, a absorção de luz associada às roupas claras é menor que a associada às roupas escuras. A energia luminosa absorvida é convertida em energia térmica, contribuindo para o aumento de temperatura dos corpos. Portanto, uma roupa que reflete mais ondas, absorve menos e, conseqüentemente, apresenta menor aumento de temperatura resultante da transformação de energia luminosa em energia térmica.