

Capítulo 4

DECOMPOSIÇÃO DA LUZ BRANCA

Giovana Araújo Cordeiro Costa Couto

Mariana Ferreira Brandão

Mariana Godoy de Oliveira

Gabriela de Souza Rego

RESUMO

O estudo investigou os efeitos da aplicação de energia elétrica a um disco de Newton, ferramenta utilizada para demonstrar fenômenos ópticos e físicos, a fim de rotacioná-lo. Nesse sentido, para o experimento, a ferramenta foi elaborada a partir da superfície de um CD, que serviu como suporte para a simulação do disco de Newton semelhante ao original. Desse modo, foi possível identificar que a rotação do disco gerou a dispersão das cores. Este experimento possibilitou a compreensão dos diferentes modos de interação da energia cinética, dos movimentos mecânicos e da óptica. Da mesma maneira, através deste experimento verificou-se a existência de um movimento de refração da luz na parte traseira do mesmo disco de Newton juntamente a uma fonte de luz, gerando a dispersão da luz branca trazendo o aspecto de arco-íris. Verifica-se que a trajetória do raio luminoso se dá pelo meio em que ele se encontra. Neste caso, o raio está em contato com o ar, seguindo uma linha reta, e atravessa o disco causando assim um desvio na trajetória do raio luminoso.

Palavras-chave: Decomposição da luz branca. Experimento eletroquímico. Refração da luz.

INTRODUÇÃO

Desde a Antiguidade, muitos pensadores demonstravam interesse pelos fenômenos visuais, estudando diversos aspectos relacionados às cores, como o arco-íris, as cores produzidas por prismas e os fenômenos coloridos produzidos em reações químicas. Nesta época tinha-se a ideia de que o aparecimento das cores a partir da luz branca acontecia em razão das impurezas que ela recebia quando incidia sobre um prisma de vidro. Nas décadas de 1660 e 1670, o cientista Isaac Newton realizou experiências com um prisma para demonstrar fenômenos como a refração e a dispersão luminosa (MARTINS, 2015). Newton percebeu que a luz branca, proveniente do Sol, se dispersava em feixes coloridos, e a este conjunto de cores chamou “spectrum”, pois ele não era a favor da ideia de que este colorido surgia devido a impurezas existentes no prisma. Assim sendo, realizou um novo experimento onde deixava apenas uma cor passar através de um segundo prisma. Com isso, verificou que o mesmo não adicionava nada ao feixe de luz que incidia sobre ele, então lançou a hipótese de não ser a luz branca uma cor pura, como se pensava até então, e sim o resultado da superposição ou mistura de todas as cores do espectro.

Nesse sentido, com o intuito de comprovar e ilustrar a hipótese de Newton, será necessário a utilização de um gerador químico de energia elétrica conectado a um disco de Newton. Sendo assim, é preciso salientar o conceito de gerador a fim de melhorar a compreensão do experimento, um gerador consiste em um dispositivo que converte vários tipos de energia não elétrica, como a mecânica, a eólica e a solar em energia elétrica, logo, tendo em vista que o experimento apresentado faz uso de um gerador eletroquímico, a conversão de energia utilizada será a de energia química, ou potencial, em energia elétrica.

Ademais, o gerador utilizado para mover o disco será outro modelo de pilha com base teórica na pilha de Daniell, com a finalidade de tornar o experimento mais econômico e prático. Em tal modelo há a presença de células eletroquímicas formada pelos metais cobre e alumínio em solução aquosa de NaCl (Cloreto de Sódio), formando um conjunto de bateria com a intenção de aumentar a tensão e a corrente elétrica.

Nesse sentido, cabe identificar o fenômeno da refração da luz, ou desvio na trajetória de uma onda, um evento que consiste na mudança na velocidade de propagação da onda eletromagnética ao atravessar meios óp-

ticos distintos, de modo a alterar o comprimento de onda do raio luminoso. (EQUIPE TODA MATÉRIA, 2024). Dessa maneira, é possível ocorrer uma mudança de direção da propagação da luz, contudo, nota-se que a frequência permanece constante. Portanto, considerando que o disco de Newton foi produzido em um CD, ao direcionar uma fonte de luz a ele, o fenômeno de refração da luz acaba por ocorrer.

Nesse panorama, a dispersão luminosa é um fenômeno óptico particular da refração que consiste na separação da luz em suas diferentes cores, o que ocorre, por exemplo, no arco-íris, que se forma através da separação das cores que constituem a luz solar. Assim, o fenômeno do arco-íris se assemelha ao experimento de Newton, tendo em vista que ocorre quando a luz solar, uma onda de luz branca, incide sobre uma gota de água, de modo que os raios luminosos são refratados e sofrem a dispersão (SANTOS, 2024).

Desse modo, se faz necessário evidenciar o motivo das cores violeta e vermelha se encontrarem em extremidades opostas na decomposição da luz branca, a fim de contribuir para a total compreensão do experimento. A luz branca é composta da superposição das cores, que possuem diferentes frequências, logo, quanto menor o comprimento de onda, maior será o desvio da luz. Diante disso, visto que o índice de refração da cor vermelha é menor que o da cor violeta, ela sofre menor desvio que o violeta e, desse modo, sua velocidade será maior que a da cor violeta (HELERBROCK, 2024).

A escolha dessas cores para esclarecimento deu-se considerando que a luz solar, além de ondas eletromagnéticas presentes na região visível, onde o comprimento de onda fica entre 400 nm e 700 nm, possui radiações não visíveis, os raios infravermelhos (IV) e os raios ultravioletas (UV), que estão presentes nos limites do espectro de luz visível (FOGAÇA, s.d.). Perante o exposto, o comprimento de onda dos raios infravermelhos é superior a 700 nm, indo até 50.000 nm e o dos raios ultravioletas vai de 400 nm a 200 nm.

Dentro deste contexto, o trabalho tem como objetivo explicar a decomposição da luz branca através da rotação de um disco de Newton ligado a um gerador eletroquímico. Assim, também se torna possível demonstrar a conversão de energia química em energia elétrica, de modo a apresentar a Eletroquímica, parte da Físico-Química que estuda esse fenômeno e seu processo contrário, bem como apresentar o fenômeno da refração da luz no disco de Newton presente nesta pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais utilizados:

- Forma de gelo;
- Dois CDs;
- Folha A4;
- Hipoclorito de sódio;
- Cloreto de sódio;
- Água;
- Interruptor (chave);
- Parafusos;
- Multímetro digital;
- Anteparo branco;
- Dois eletrodos de cobre alumínio.

Na parte experimental foi usada uma forma de gelo com 8 buracos, esta possuindo 8 peças metálicas, sendo duas placas de metais cobre e alumínio inseridas na forma. Na parte de trás da forma há dois discos de Newton, estando um ligado diretamente a bateria que, quando ligada, provoca a rotação do disco, enquanto o outro, se move em função da solução de Cloreto de Sódio, água e hipoclorito de sódio, os quais geram uma tensão de 0,9 Volts, suficiente para rotacioná-lo. Por meio de testes experimentais, o grupo determinou a quantidade ideal de Cloreto de Sódio para que haja a rotação ideal do disco rotacionado pelo gerador eletroquímico. Inicialmente houve a tentativa de realizar o experimento com 5 gramas do composto, entretanto o resultado foi insatisfatório, de modo que a quantidade de sal a ser utilizada foi definida em aproximadamente 15 gramas por experimento.

Dessa forma, haverá a demonstração do fenômeno da refração da luz, dispersão luminosa, no mesmo disco de Newton. Ademais, a partir de uma pequena lanterna apontada para a mídia de CD (parte de trás do CD), serão observadas as cores refratadas sobre um anteparo branco.

O experimento tem por finalidade o uso de ferramentas químicas, com o objetivo de gerar eletricidade. O disco de Newton por si é um meio bastante conhecido de provar a ciência na composição de cores (PELEGATI, 2022). Dessa forma, para a demonstração, usaremos para a movimentação do disco uma bateria caseira baseada teoricamente num conjunto de pilhas de Daniell (LIMA, 2022). Serão duas baterias com oito células, perfazendo,

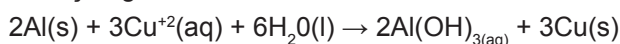
no total, 5,16 volts e uma corrente que depende da carga. Nesta carga, inicialmente, será uma lâmpada de led de três cores que consome uma corrente de 12 amperes, e através de um interruptor (chave) é possível ligar o motor da bateria, assim desligando o led, logo, será possível mover o disco com esta bateria.

Na pilha, as equações químicas podem ser resumidas nas seguintes equações:

No eletrodo de cobre, $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$

No eletrodo de alumínio, $2\text{Al}(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{aq})} + 6\text{H}^{+}_{(\text{aq})} + 6\text{e}^-$

A reação global da célula:



Cada célula formada pelo par de eletrodos cobre-alumínio na solução salina, preparada por hipoclorito de sódio (água sanitária) NaClO, cloreto de sódio (sal de cozinha) NaCl e água H_2O , faz gerar uma potência de cerca de 0,9 Volts, contudo, isso acontece apenas se os eletrodos estiverem limpos e isentos do fenômeno da passivação (DIAS, 2018). É necessário saber o potencial padrão de cada eletrodo.

O potencial da célula é dado por essa fórmula:

$$\Delta E = E_{\text{oxi}} + E_{\text{red}}$$

Essa equação utiliza a variação do potencial porque, como no dispositivo ocorre a oxidação e a redução, a medida do potencial será dada pela subtração do potencial de cada um dos eletrodos (metais). Para calcular o potencial da bateria é necessário conhecer o potencial padrão de cada eletrodo, alumínio e cobre.

- $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{+3} + 3\text{e}^- \quad E^\circ = +1,66 \text{ V}$
- $\text{Cu}^{+2} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu} \quad E^\circ = -0,763 \text{ V}$

Na equação do alumínio, os elétrons estão à direita da seta, logo, é uma equação de oxidação cujo potencial é + 1,66 V. Já a equação do cobre apresenta elétrons à esquerda da seta, logo, é uma equação de redução onde o potencial é – 0,763 V. Substituindo os valores na expressão, temos:

$$\Delta E = E_{\text{oxi}} + E_{\text{red}}$$

$$\Delta E = 1,66 + (-0,763)$$

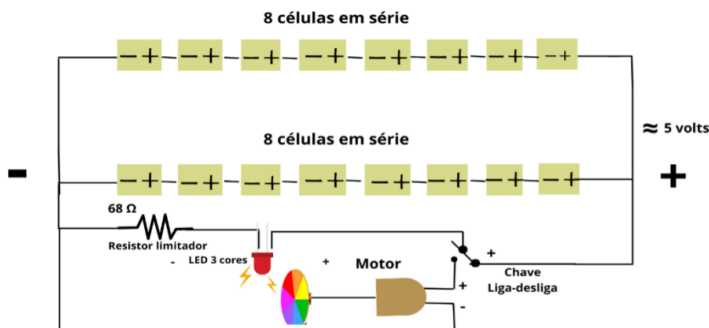
$$\Delta E = 1,66 - 0,763$$

$$\Delta E = 0,897 \text{ V}$$

Portanto, o potencial da bateria eletroquímica é de 0,897 V. Esse valor representa a ddp, que é a diferença de potencial que uma determinada pilha gerará a partir do metal alumínio e cobre, logo, é a diferença de potencial que impulsiona o fluxo de elétrons do ânodo para o cátodo através do circuito externo.

Assim, será observado que o disco em movimento terá todas as cores misturadas, comprovando a hipótese de Newton de que a luz branca não é uma cor pura e sim uma mistura de todas as cores do espectro. A figura 1 ilustra uma representação esquemática da bateria caseira com 16 pilhas galvânicas gerando cerca de 5 Volts.

Figura 1 - Circuito para demonstração



Fonte: autoria do grupo

RESULTADOS OBSERVADOS

Enquanto o experimento era conduzido, observou-se o processo de passivação nos eletrodos de alumínio e cobre. A passivação química é um processo usado no intuito de aumentar a resistência à corrosão de superfícies metálicas. Esse processo contribui para a proteção do metal contra reações indesejadas. A passivação forma uma película isolante que dificulta

a passagem de corrente elétrica, reduzindo o potencial final da bateria eletroquímica. Isso influenciou diretamente a eficiência da geração de corrente elétrica e a estabilidade da pilha eletrolítica ao longo do tempo. A figura 2 ilustra a passivação:

Figura 2- Passivação



Fonte: Autoria do grupo

Durante o experimento, além da geração de corrente elétrica movimentando o disco de Newton, observou-se um fenômeno interessante relacionado à refração da luz, a dispersão luminosa. Utilizando o mesmo disco de Newton, observou-se que a luz refletida sobre a mídia de CD sofreu refração e decompôs-se no espectro visível e colorido nas mesmas cores do disco de Newton. Assim, comprovou-se que a luz branca é composta por esse espectro de cores. Esta configuração permitiu a visualização das cores refratadas sobre um anteparo branco. A figura 3 ilustra este fenômeno.

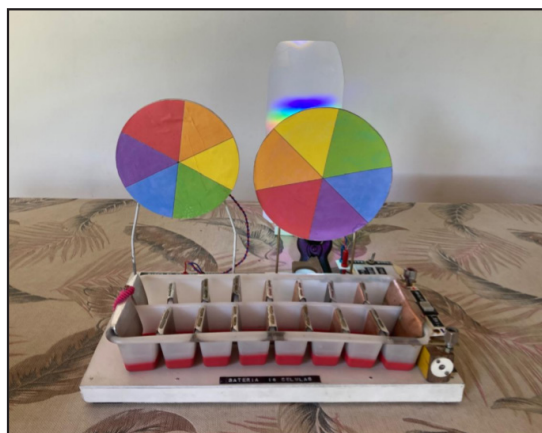
Figura 3- Luz refletida sobre mídia de cd sofrendo refração



Fonte: Autoria do grupo

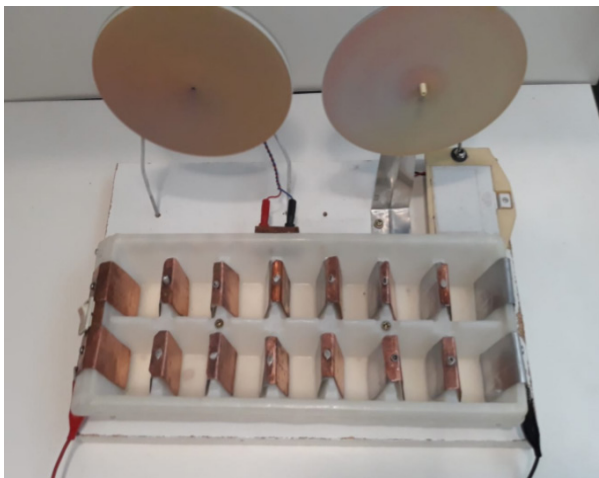
Ademais, a refração da luz observada no trabalho elaborado comprova que a luz branca seria uma mistura heterogênea das demais cores, segundo Newton. Na rotação do disco as cores misturam-se e o disco aparentemente fica esbranquiçado, isso ocorre devido a cor branca ser composta pelas demais cores do disco. Cada cor se sobrepõe nos nossos olhos, assim causando a ideia de que “está branco”. A figuras 5 e 4 ilustram esse fenômeno.

Figura 4- Discos de Newton parados



Fonte: Autoria do grupo

Figura 5- Discos de Newton em movimento



Fonte: Autoria do grupo

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo, notou-se que, na antiguidade, os pensadores acreditavam que as cores advindas da luz branca se davam devido às impurezas que ela recebia ao incidir no prisma de vidro, contudo, ao aprofundar-se no experimento de Newton, percebe-se que tal afirmação foi feita de modo errôneo. Assim, através do projeto elaborado e fazendo-se uso da rotação dos discos de Newton, deseja-se expor a composição da luz branca, além de, através de um anteparo branco presente na parte de trás dos discos, mostrar os fenômenos ópticos da refração da luz e sua decomposição. Nesse sentido, é notória a semelhança presente entre o projeto elaborado e o experimento de Isaac Newton, tendo em vista que ambos visam expor a formação da luz branca.

Desse modo, espera-se que, através do trabalho desenvolvido, questões relacionadas à composição da luz branca sejam sanadas. Ademais, tal projeto contribui para enriquecer o conhecimento da sociedade, visto que expõe descobertas científicas e une experiências de especialistas a fim de comprovar as hipóteses apresentadas.

Outrossim, considerando que as cores estão presentes na rotina de todo indivíduo e tendo em vista que a luz branca é o resultado da superposição de todas as cores do espectro, percebe-se que o experimento está

inserido no cotidiano visto que mostra a decomposição da luz branca, além de, ao utilizar um gerador eletroquímico, apresentar a conversão de energia química em elétrica.

Esta pesquisa propôs, como objetivo geral, apresentar os fenômenos ópticos observados no disco de Newton através de uma pilha galvânica caseira. Para que o trabalho não se limitasse à teoria, elaboramos uma célula eletroquímica utilizando uma solução contendo hipoclorito de sódio (água sanitária) e cloreto de sódio com eletrodos de cobre e alumínio. Pode-se chegar, assim, na geração de energia elétrica a partir desta solução, assim gerando a rotação do disco de Newton. Pode-se observar a ocorrência do fenômeno da refração da luz, dispersão luminosa, que acontece a partir de um feixe de luz apontado para a parte de trás do CD, possibilitando a visualização das cores refletidas no anteparo branco.

REFERÊNCIAS

CALDAS, J. Museu Interativo da Física da UFPA: Ação educativa com ênfase em divulgação e popularização da História e da Filosofia da Ciência para o ensino de Física. 2015. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Faculdade de Física. Universidade Federal do Pará, Belém, 2015, 19:30.

DA COSTA, Erika Canuto. **Composição da luz branca**. Nova Escola, 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/planos-de-aula/fundamental/3ano/ciencias/composicao-da-luz-branca/2352>. Acesso em: 05 abr. 2024, 14:34.

DIAS, Diogo Lopes. **Cálculo do potencial de uma pilha**. Mundo Educação, 2018. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/calculo-potencial-uma-pilha.htm>. Acesso em: 12 jul. 2024, 12:31.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Luz solar e a radiação ultravioleta**. Mundo Educação, [s.d.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/luz-solar-radiacao-ultravioleta.htm>. Acesso em: 10 ago. 2024, 16:20.

HELERBROCK, Rafael. **“Dispersão da luz branca”**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/a-dispersao-luz-branca.htm>. Acesso em: 14 de julho de 2024, 16:40.

LIMA, Ana Lorenzen. **Pilha de Daniell**: O que é, funcionamento. Mundo Educação, 2022. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/pilha-daniell.htm>. Acesso em: 16 abr. 2024, 15:05.

MARTINS, Roberto De Andrade. **As pesquisas de Newton sobre a luz**: Uma visão histórica. SciELO, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/JY8NCgHBqbPp3XDBxwgJMSt/?lang=pt>. Acesso em: 05 abr. 2024, 16:33.

MATÉRIA, Equipe. **Refração da Luz**: o que é, leis e índice. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/refracao-da-luz/>. Acesso em: 17 jul. 2024, 9:20.

PELEGATI, Mariana Antunes. **Fazendo ciência**: Disco de Newton. UNESP, 2022. Disponível em: <https://www.ibb.unesp.br/#!/extensao/projetos/fazendo-ciencias-estimulando-o-interesse-e-a-construcao-de-conhecimentos-de-alunos-dos-anos-iniciais/experimentos-de-fisica/disco-de-newton/>. Acesso em: 12 jul. 2024, 16:25.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. **“Formação de um arco-íris”**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/formacao-um-arco-iris.htm>. Acesso em: 13 de julho de 2024, 10:16.

