



PRODUTO EDUCACIONAL
LUZ E COR - UMA PROPOSTA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR

FABIANA CRISTINA CAETANO

MARINGÁ-PR
Fevereiro-2020

PRODUTO EDUCACIONAL
LUZ E COR - UMA PROPOSTA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR

FABIANA CRISTINA CAETANO

Este Produto Educacional compõe o trabalho de Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual de Maringá como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Shalimar Calegari Zanatta

MARINGÁ-PR
Fevereiro –2020

CARTA AO LEITOR

Caro Leitor...

Diante as dificuldades encontradas por nós professores na sala de aula no que diz respeito ao Ensino de Física e a elaboração de várias metodologias que sejam motivadoras e atrativas, onde essas metodologias devem promover uma aprendizagem significativa e com excelência.

Salientamos, neste Produto Educacional, a importância de atividades práticas com materiais de baixo custo, incentivo a leitura e pesquisa com o objetivo de desenvolver os conceitos físicos sobre Luz e Cor e sua relação com outras áreas do conhecimento.

A satisfação de todo professor é que seus alunos aprendam de maneira significativa, e a elaboração desse material mostrou que é possível desenvolver metodologias potencialmente significativas.

O Produto Educacional traz um texto de apoio, que têm como objetivos: diagnosticar, avaliar e também como organizador prévio.

Todo processo de elaboração, aplicação e desenvolvimento deste Produto Educacional fazem parte das condições para a realização do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física que proporcionou muito conhecimento, sendo de primordial importância para o nosso crescimento profissional e pessoal.

Este material estará disponível para download na página do MN-PEF/DFI/UEM (<http://www.dfi.uem.br/dfimestrado/?q=node/60>) e pode ser adaptado pelo docente interessado de acordo com a realidade de cada série.

Maringá, fevereiro de 2020.

A Autora.

SUMÁRIO

CARTA AO LEITOR.....	3
1. PROPOSTA DIDÁTICA.....	5
2. APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA	10
3. AVALIAÇÃO.....	30
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
APÊNDICE A Registro da Aplicação do PE	34

1. PROPOSTA DIDÁTICA

Este trabalho descreve o Produto Educacional, doravante representado por PE, como parte integrante do Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física, conhecido abreviadamente por MNPEF da Universidade Estadual de Maringá / UEM.

Trata-se de uma proposta didática que valoriza a interdisciplinaridade entre os conteúdos de Ciências, principalmente de Física e Biologia. O tema escolhido “LUZ E COR - UMA PROPOSTA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR” se justifica pelo seu caráter motivacional que, de acordo com a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, uma das referências teóricas para este trabalho, é um parâmetro relevante para a aprendizagem dos conceitos envolvidos.

A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel é uma teoria cognitivista de aprendizagem que valoriza o papel do professor enquanto agente mediador do conhecimento. No entanto, nessa teoria, o professor deve valorizar o conhecimento prévio do aluno para que o novo conhecimento seja ancorado na sua estrutura cognitiva e assim ser transformado e ampliado.

Assim, cabe ao professor, diagnosticar e organizar uma sequência lógica de conceitos que leve o aluno a compreensão dos conceitos envolvidos. De acordo com Novak (1996), a estratégia de diagnóstico dos subsunçores (conhecimento prévio do aluno) pode ser obtida pela construção de um Mapa Conceitual e depois que a proposta didática foi aplicada, o professor pode repetir a metodologia para averiguar quais foram as ligações que os alunos fizeram entre seus conhecimentos prévios e os recém-estudados.

Outro aspecto relevante para a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel é que o professor deve, primeiramente, mostrar todos os conceitos envolvidos antes de fragmentá-lo.

O Quadro 01 elenca todos os conteúdos que foram trabalhados nesta proposta. Reconhecemos que outros conteúdos poderiam ser trabalhados, no entanto, escolhemos os mais representativos.

QUADRO 01 – Tópicos dos conteúdos abordados. **Fonte:** a autora.

Conteúdos	Temas trabalhados
ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	Campo magnético
	Campo elétrico
	Propriedades físicas: Comprimento, frequência, energia, polarização, interação com a matéria.
MESCLA ADITIVA E MESCLA SUBTRATIVA	Cores primárias
	Mescla subtrativa
	Cor aparente dos objetos
	Corantes
O OLHO HUMANO	Cones
	Bastonetes

O Quadro 02 apresenta um resumo do plano de atividades desenvolvidas nesta proposta.

QUADRO 02 – Plano de atividades a ser desenvolvidas na aplicação do PE. **Fonte:** a autora.

TEMA: LUZ E COR – UMA PROPOSTA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR
METODOLOGIAS DIDÁTICAS: pesquisas, leituras, atividades experimentais, observações de fenômenos, apresentações de trabalho.
PÚBLICO ALVO: ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO
PERÍODO DE APLICAÇÃO E DURAÇÃO: 1º bimestre: 07/03/2019 a 26/04/2019
TEMPO DE EXECUÇÃO - 08 AULAS DE 50 MINUTOS CADA
CONTEÚDOS
a) OS CAMPOS MAGNÉTICOS E ELÉTRICOS; LINHAS DE FORÇA, FLUXO DE CAMPO MAGNÉTICO.
b) ONDAS ELETROMAGNÉTICAS: COMPRIMENTO, FREQUÊNCIA, ENERGIA;
c) CORES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS;
d) MESCLA ADITIVA E MESCLA SUBTRATIVA;
e) A COR APARENTE DOS OBJETOS;
f) OLHO HUMANO: CONES, BASTONETES.

OBJETIVO GERAL

- COMPREENDER O FENÔMENO, DO PONTO DE VISTA FÍSICO E BIOLÓGICO, PARA A FORMAÇÃO DA COR DE UM OBJETO.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- IDENTIFICAR A LUZ COMO ONDA ELETROMAGNÉTICA, CONSTITUÍDAS PELA OSCILAÇÃO DO CAMPO ELÉTRICO E MAGNÉTICO;
- PERCEBER A EXISTÊNCIA DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS INVISÍVEIS AOS OLHOS, CALOR, CORRENTE ELÉTRICA ALTERNADA, MICRO-ONDAS, ETC.
- DIFERENCIAR O COMPORTAMENTO DA ONDA ELETROMAGNÉTICA EM RELAÇÃO A COR QUE OS OLHOS PERCEBEM.
- DIFERENCIAR A COR LUZ DA COR PIGMENTO, IDENTIFICANDO SUAS CORES PRIMÁRIAS EM CADA UMA DESSAS MESCLAS.

AVALIAÇÃO

ELABORAÇÃO DE MAPAS CONCEITUAIS SOBRE OS CONCEITOS ENVOLVIDOS. SEMINÁRIOS, E IMPRESSÕES REGISTRADAS PELO(A) DOCENTE DA APLICAÇÃO EXPERIMENTAL.

É relevante mencionar que o texto de apoio: “O que é luz”, página 111, trabalhado em sala de aula, foi elaborado pela autora, no intuito de cumprir com os objetivos propostos neste trabalho.

Os conteúdos trazidos por alguns livros didáticos são sempre fragmentados e não revelam as relações entre as diferentes áreas do conhecimento e nem entre uma determinada área em específico. Estes temas são abordados em momentos diferentes sem que se estabeleçam as devidas correlações. Mostrar as possíveis relações entre os saberes é um desafio para o professor.

O Quadro 03 apresenta a ordem e as divisões de aplicação da proposta didática por aula. Essas atividades foram organizadas com o objetivo de abrir um “leque” de opções para que os alunos durante o processo de ensino aprendizagem tenham oportunidades de adquirir novos conhecimentos de diversas formas (pesquisa, debate e prática) reorganizando assim seus conhecimentos.

QUADRO 03 – Ordem por aula para a aplicação do conteúdo e a metodologia utilizada da proposta didática. **Fonte:** a autora.

MOMENTO: 1ª AULA

CONTEÚDOS:

DIAGNÓSTICO DOS SUBSUNÇORES E CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE LUZ E COR;
VÍDEOS SOBRE O TEMA.

METODOLOGIA:

APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E EXPLICAÇÃO ORAL SOBRE MAPA CONCEITUAL
APRESENTAMOS ALGUNS QUESTIONAMENTOS PARA DIRECIONAR A ATENÇÃO AOS VÍDEOS APRESENTADOS:

[HTTPS://YOUTU.BE/HRBKNIG5EIE](https://youtu.be/HRBKNIG5EIE) (TEMPO DE DURAÇÃO = 0min:52s)

[HTTPS://YOUTU.BE/45F5VA6SH08](https://youtu.be/45F5VA6SH08) (TEMPO DE DURAÇÃO = 8min:27s)

[HTTPS://YOUTU.BE/S_DSDC0FFGI](https://youtu.be/S_DSDC0FFGI) (TEMPO DE DURAÇÃO = 4min:42s)

[HTTPS://YOUTU.BE/HK8U1L39GVC](https://youtu.be/HK8U1L39GVC) (TEMPO DE DURAÇÃO = 1min:46s)

Os alunos foram distribuídos em grupos para que cada um conduzisse uma pesquisa num tema pré-determinado.

MOMENTO: 2ª E 3ª AULAS

CONTEÚDO: ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

METODOLOGIA: LEITURA DO TEXTO: O QUE É LUZ?

DEBATE SOBRE O TEXTO.

MOMENTO: 4ª E 5ª AULAS

CONTEÚDO: APRESENTAÇÕES DAS PESQUISAS REALIZADAS PELOS ESTUDANTES.

TEMAS:

1-OLHO HUMANO: CONES, BASTONETES;

2-PRISMA DE NEWTON;

3- POR QUE O CÉU É AZUL?

4-ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO;

5- INFRAVERMELHO;

6- ESPECTROSCOPIA;

METODOLOGIA:

TEXTOS PESQUISADOS NA *INTERNET*, LIVROS DIDÁTICOS E PARADIDÁTICOS

APRESENTAÇÃO EM *SLIDES*

PRÁTICAS EXPERIMENTAIS

MOMENTO: 6ª E 7ª AULAS

CONTEÚDO:

ARCO-ÍRIS COM VELA

ESPECTROSCÓPIO CASEIRO

TRAJETÓRIA DA LUZ

EXPERIMENTO DE OERSTED

INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA – LEI DE FARADAY

METODOLOGIA: ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DEMONSTRATIVAS (PROFESSORA)

MOMENTO: 8ª

CONTEÚDO: MAPA CONCEITUAL

METODOLOGIA: CONFECÇÃO DE UM MAPA CONCEITUAL INDIVIDUAL SOBRE LUZ E COR

2. APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Este capítulo foi dividida por momentos, como sugestão de aplicação da proposta didática em sala de aula.

1º momento – Aula 1 – Tempo: 50 minutos

Avaliando os conhecimentos prévios e problematizando o tema

Apresentar a Proposta Didática, os conteúdos envolvidos, os objetivos, o que seria um mapa conceitual e como eles podem ser feitos.

Os mapas conceituais devem ser confeccionados individualmente, os alunos devem ser instigados a responderem as três questões abaixo numa folha A4:

1. O que é luz?
2. Por que enxergamos?
3. O que é cor?

Para dar um suporte teórico para as possíveis respostas, sugere-se que os alunos assistam quatro vídeos, disponíveis nos seguintes endereços:

- <https://youtu.be/hrbkniq5eie> - Experiência da cor – luz
- <https://youtu.be/45f5va6sh08> - Decomposição da luz, teoria das cores e a cor de um corpo
- https://youtu.be/s_dsdC0ffqi - Foto recepção - cones e bastonetes
- <https://youtu.be/hk8u1l39gvc> - Cores, luz, arco-íris e visão

Com duração total de 18 minutos e 46 segundos, esses vídeos abordam: formação das cores, visão, cones e bastonetes, formação das imagens e os ajuda a responder as questões apontadas.

No final, propõem-se que os estudantes se dividam em grupos, resultando em não maiores que 6 integrantes. Cada um dos grupos ficará responsável pela pesquisa de um dos temas elencados¹:

- 1-Olho humano: cones, bastonetes;

¹ O professor pode sugerir que os alunos escolham os temas, ou que ela mesma escolha outro que ache mais adequado.

- 2-Prisma de Newton;
- 3- Por que o céu é azul?
- 4-Espectro Eletromagnético;
- 5- Infravermelho;
- 6- Espectroscopia;

Para facilitar sugere-se criar um grupo no 'WhatsApp', para que os estudantes possam tirar suas dúvidas, enviar alguma curiosidade sobre o tema ou compartilhar os resultados das pesquisas. O objetivo principal dessa atividade é estimular o interesse pela pesquisa científica. Toda essa dinâmica de divisão de grupos, temas e orientações podem ser realizadas pelo grupo de 'WhatsApp'.

2º momento – Aulas 2 e 3 – Apresentação dos conceitos

Tempo: 100 minutos

Sugere-se utilizar o texto aqui proposto sobre o tema: O que é Luz?. Isto porque, nossos livros didáticos ou apostilas apresentam os temas de forma desconexa e fragmentada, dificultando que o aluno perceba que as teorias apresentam relações entre si e com os conceitos e os fenômenos observados.

Texto - O que é luz?

Introdução

É importante salientar que o conceito de corpúsculo, ou partícula, é completamente diferente do conceito de onda; uma partícula transporta matéria, uma onda não! Uma partícula pode se locomover no vácuo, as ondas mecânicas necessitam de um meio para se propagarem. A exemplo disto, temos as ondas sonoras que são longitudinais e se propagam no ar com velocidade de $340,9m/s$, quando a temperatura é de $25^{\circ}C$. Em sólidos, esta velocidade pode dobrar ou até triplicar. Na água, a velocidade do som é de $1.400 m/s$, como característica principal das ondas, elas podem atravessar ou desviar de obstáculos, quando menores que seu comprimento de onda. As partículas não apresentam esta propriedade de desviar-se.

Para a Física Clássica, a luz era constituída por partículas ou se comportava como ondas, uma coisa ou outra. Era impossível aceitar ambos os modelos, um descartava o outro.

O problema é que, com alguns ajustes, a luz podia ser explicada, tanto empregando o caráter ondulatório, quanto o caráter corpuscular. Desta forma, a natureza da luz foi a mais célebre discussão da ciência de todos os tempos.

Nenhum outro conceito despertou tantas questões polêmicas e desafiou por tanto tempo a humanidade.

Desenvolvimento Histórico

Para Empédocles (492-432) a luz era parte de um dos quatro elementos, o fogo, sem, contudo, se confundir com este. Ele acreditava que os corpos luminosos emitiam algo que encontrava os raios emanados dos olhos.

No âmbito das visões atomistas gregas, destacamos as ideias de Leucipo (480-420 a.C) e Demócrito (460-370 a.C), os quais entendiam a luz como sendo composta por átomos arredondados e velozes que se deslocavam no vazio. A visão dar-se-ia devido a um fluxo de partículas emanado dos objetos e assimilado pelos nossos olhos. Tanto Demócrito, como os atomistas da época, detinham um pensamento de percepção sensorial. Para eles, o ato de “ver” dependia tanto dos objetos (que deveriam emitir átomos), quanto dos nossos olhos, que deveriam formar a imagem.

Aristóteles (384-322 a.C) entendia que não havia os átomos, mas sim, uma substância, que preenchia todo o espaço – o éter. Ele foi um dos primeiros a tentar dar uma explicação não corpuscular para a natureza da luz. Ele criticou o modelo de visão atomista. Para ele, este modelo não explicava, por exemplo, o que aconteceria com a imagem dos objetos, quando elas se cruzassem no espaço. Ou como poderia caber a imagem de um grande objeto na pupila.

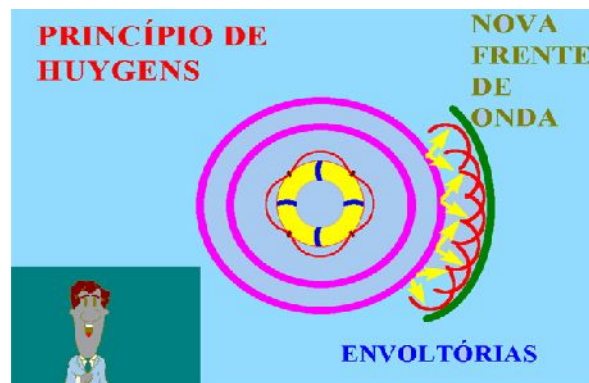
Pitágoras (582-500 a.C.) acreditava que a visão era causada, exclusivamente, por algo emitido pelo olho. O ato de enxergar estava nos olhos e não nos objetos. Para ele, eram os olhos que emitiam alguma espécie de “tentáculos” para se apropriar da luz.

Os árabes e os chineses também discutiram a natureza da luz. Foram os chineses que descobriram que poderiam utilizar espelhos côncavos como queimadores. O árabe Ibn Al-Haytham (965-1039), conhecido como Alhazen, fez diversas considerações acerca da natureza da luz. Para ele, a luz era emitida por uma força auto luminosa que constituía uma fonte primária, no entanto, a luz também poderia ser emitida por uma fonte secundária, caso das partículas de poeira que compõem um fecho de luz solar.

René Descartes (1596-1650) foi outro grande cientista que se interessou em desvendar a natureza da luz. Em seus estudos sobre a luz, Descartes afirmou que a luz seria o movimento dos glóbulos de “éter” propagados instantaneamente de um ponto a outro e que as cores estavam ligadas às diferentes velocidades em que os glóbulos de “éter” giravam, sendo que as partículas que rodavam mais rapidamente dariam a sensação de vermelho, as mais lentas produziam o azul e verde e as outras cores eram produzidas por rotações de velocidades intermediárias.

Christian Huygens (1629 – 1695) se destacou como um dos estudiosos que apoiavam a ideia de que a luz apresenta um comportamento ondulatório. Ele observou a dupla refração da calcita e afirmou que a luz tem “dois lados opostos”. Em 1690, Huygens publicou no “Tratado sobre a luz”, onde criou uma teoria para explicar a propagação da luz em linha reta, além de explicar os fenômenos da reflexão e refração. De acordo com esta teoria, cada partícula do “éter” transmite o seu movimento à partícula seguinte ao longo de uma reta que parte do ponto luminoso. O resultado é uma onda em torno de cada partícula e que a tem como centro.

Figura 1 – Desenho esquemático ilustrando o princípio de Huygens para a propagação da luz como onda.



Fonte: <https://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/ondas2/ondas2.html>.

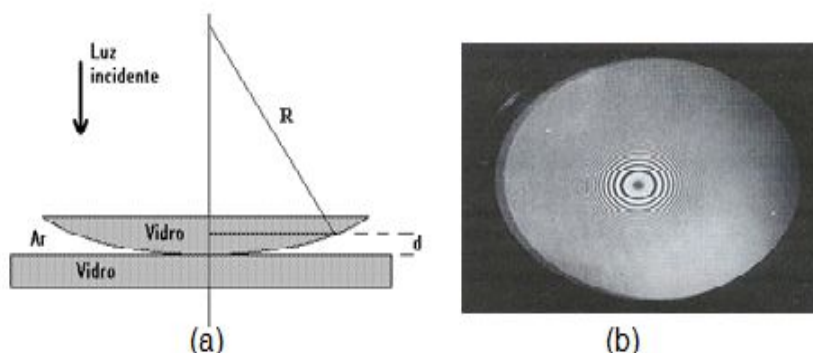
Enquanto Huygens foi um grande defensor da teoria ondulatória da luz, Newton (1643 – 1727) foi um grande opositor. Newton, assim como Descartes, defendia uma ideia mecanicista da luz. Na verdade, todos os conceitos físicos desta época eram interpretados utilizando as noções de força, velocidade e aceleração. No caso da luz, os fenômenos eram interpretados como alterações mecânicas do “éter”. O “éter” era o meio por onde se dava as forças de interação a distância como descrita por Newton para um universo mecânico

Por volta de 1666 quando ainda era estudante na Universidade de Cambridge, Newton escreveu um trabalho intitulado “Sobre as cores”, e, em seguida, 1675, “Hipótese da luz” e “Discurso das observações”. Esses trabalhos formam a essência do livro II do *Óptica*, publicado em 1704. Uma das teorias apresentadas é que as vibrações no “éter” se moveriam mais rapidamente do que os raios de luz.

Sendo assim, haveria lugares em que o “éter” estaria mais denso e, em outros, mais rarefeitos. Um raio de luz que encontrasse o trecho do “éter” mais rarefeito seria transmitido e o que encontrasse o trecho do éter mais denso seria refletido. Com estas ideias, Newton conseguiu explicar o fenômeno observado e cunhado como “anéis de Newton”. É importante salientar que, para Newton, a luz branca era a composição de todas as cores.

Os anéis de Newton são pequenos e múltiplos anéis multicoloridos que aparecem quando duas superfícies transparentes se sobrepõem e seu contato não é perfeito. O fenômeno é causado pela interferência entre as ondas incidentes, refletoras e refratadas na camada de ar variável existente entre as superfícies, que são utilizadas para obter os "anéis"— uma superfície esférica e uma superfície plana adjacente (Figuras 2 (a) e (b)).

Figura 2 - Ilustração dos anéis de Newton. Em (a) Superfície em que se observa os anéis de Newton e em (b) padrão observado para os anéis de Newton obtido pelo esquema representado em (a).



Fontes: (a) <<https://www.if.ufrgs.br/tex/fisica-4/convexglassonflatfringes.jpg>>.

(b) <<https://1.bp.blogspot.com/lzDkGIH4E1E/VU9a6lyQvjl/AAAAAAAAAVg/MSuIAN4RQ7w/s1600/aneis.gif>>.

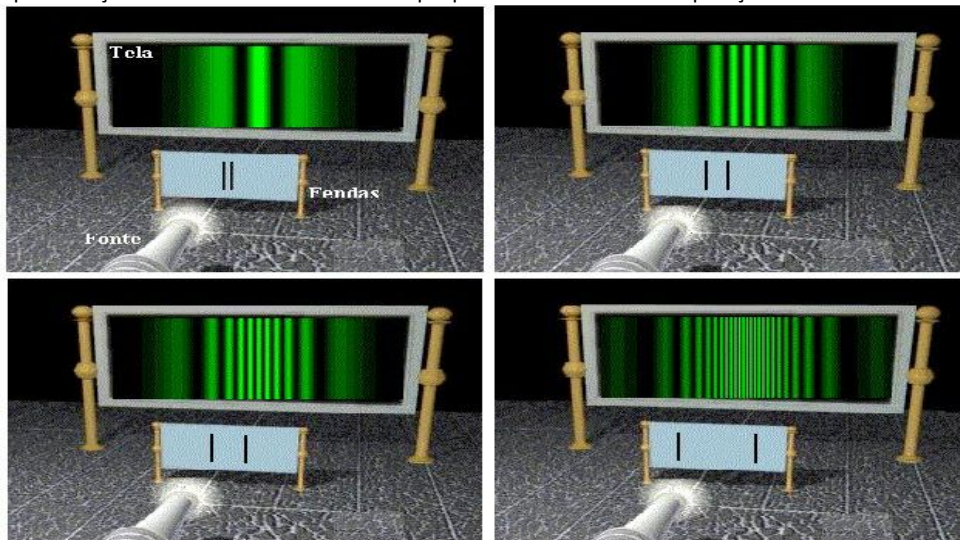
O fenômeno é aquele colorido observado em bolhas de sabão ou no óleo derramado sobre uma superfície.

Newton introduziu a ideia de que raios de cores diferentes variavam em “magnitude, força ou vigor”, e assim excitavam no éter vibrações de diferentes intensidades que, em certo momento, transmitiriam raios de uma determinada cor e, em outros, raios de outras cores. Através de relações matemáticas entre o raio de curvatura de uma das lentes e do diâmetro dos anéis, Newton chegou a especular sobre relações entre a espessura da camada de ar entre os prismas e a posição dos anéis.

A fama que Newton já havia conquistado deu ao seu modelo maior credibilidade. Ou seja, a luz era considerada como um conjunto de partículas que se deslocavam no éter com diferentes velocidades.

No entanto, sempre há quem questione os paradigmas! Thomas Young (1773-1829) questionou várias afirmações da teoria corpuscular de Newton e percebeu que era ineficiente para explicar alguns fenômenos como a interferência e a polarização. Young estudou os efeitos da luz quando esta atravessa duas fendas próximas uma da outra (Figura 3).

Figura 3 - Representação da Interferência de fenda dupla para vários valores de separação entre as fendas.



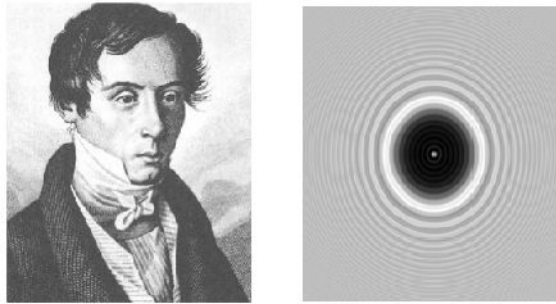
Fonte: <<https://www.misteriosdouniverso.net/2015/03/os-caminhos-da-luz-o-que-e-dualidade.html>>.

Diante do impasse, em 1819, a Academia de Ciências da França decidiu dar um prêmio para quem conseguisse uma teoria matemática coerente para explicar os fenômenos associados à luz e melhor definisse sua natureza.

Por ironia do destino, um prêmio foi dado a Étienne-Louis Malus (1775-1812) que utilizou a teoria corpuscular para explicar os fenômenos da reflexão da luz. E outro foi dado a Augustin Fresnel (1788-1827) – Figura 4 (a), que utilizou a teoria ondulatória da luz para explicar o fenômeno da difração.

No entanto, ocorreu um episódio interessante. Enquanto Fresnel apresentava sua teoria, o matemático Denis Poisson (1781-1840), partidário da teoria corpuscular, previu uma coisa absurda, prevista pela teoria de Fresnel. Caso esta teoria estivesse correta, um ponto brilhante deveria aparecer no centro da sombra projetada de um disco circular. A previsão foi de fato confirmada! Conforme ilustrado na Figura 4 (b).

Figura 4 – (a) Imagem de Fresnell e (b) ilustração da configuração da difração produzida por um disco.



Fonte:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Augustin_Jean_Fresnel/<https://pt.wikipedia.org/wiki/Difra%C3%A7%C3%A3o> />.

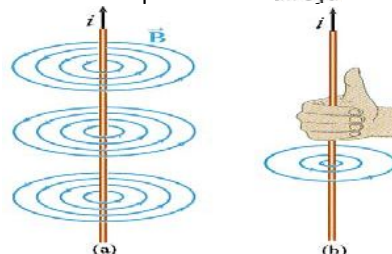
Este fato quase sepultou a teoria corpuscular da luz. Quase, porque aceitá-la exigiria dos cientistas aceitar o “éter” como uma substância com propriedades bem particulares. Além do fato de que o tal “éter” nunca havia sido detectado.

François Arago (1786-1853) observou um fato curioso: dois feixes refratados por calcitas, por exemplo, não interferia um com o outro. Arago noticiou o fato a Young que não tardou em presumir que, ao invés de longitudinais, as ondas da luz eram transversais. Diante do exposto, a teoria ondulatória realmente explicava melhor os fenômenos observados. Assim, faltava detectar a presença do éter no espaço e estudar suas propriedades.

Por outro lado, em 1820, Hans C. Oersted observou que o imã não era a única fonte de produção do fluxo de campo magnético (\vec{B}). Ele observou que se uma corrente contínua (nesta época só se conhecia a corrente contínua) atravessasse um fio paralelo a uma agulha de uma bússola esta sofreria deflexão. Mas se a agulha estivesse perpendicular ao fio nenhum efeito era observado.

A explicação foi dada considerando um campo magnético ao redor do fio por onde passa uma corrente elétrica. Podemos encontrar o campo magnético como ilustrado na Figura 5 (a).

Figura 5 - (a) Representação das linhas do campo magnético (\vec{B}) ao redor do fio por onde passa uma corrente elétrica (i). (b) Mostrando a regra da mão direita que indica a direção e sentido da corrente.



Fonte:

<<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/campo-magnetico---condutor-retilneo-aplicacoes-da-lei-de-ampere.htm>>.

A experiência mostra que o módulo do campo magnético \vec{B} criado ao redor do fio por onde passa uma corrente elétrica é dado pela equação:

$$B = \frac{\mu i}{2\pi R} \quad (1)$$

Onde:

i : é a corrente elétrica

R : a distância do ponto P ao fio

μ : é a grandeza física que caracteriza o meio no qual o fio condutor está imerso. Essa grandeza é chamada de **permeabilidade magnética do meio**. A unidade de μ , no SI, é T.m/A (Tesla x metro/Ampère). Para o vácuo, a permeabilidade magnética (μ_0) vale, por definição:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

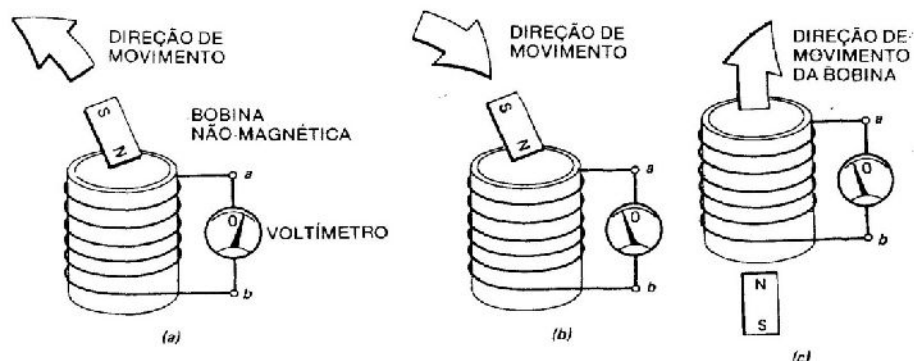
Devido ao princípio da superposição, o campo total é a soma do campo de cada elemento de corrente. Isto também significa que o valor do campo magnético produzido por um fio não interfere o campo magnético produzido por outro fio. Em casos de simetria na distribuição da corrente elétrica, o campo pode ser obtido utilizando a Equação (1) também denominada lei de Ampère.

Observe que a lei de Ampère é apenas um caso de simetria da lei de Oersted e, foram descritas para sistemas em repouso, ou seja, numa configuração estática.

Imagine um circuito constituído por uma fonte de tensão, uma chave liga/desliga e uma lâmpada. Quando a chave estiver ligada a lâmpada estará acesa devido a presença de uma corrente elétrica. Observa-se que se a chave for ligada e desligada várias vezes uma corrente elétrica será induzida num segundo circuito das proximidades.

De acordo com a descoberta de Oersted, o primeiro circuito funciona como um ímã, ou seja, existe uma analogia entre um ímã se movendo nas proximidades de uma bobina (onde se verifica a corrente induzida), conforme ilustrado nas Figuras 6 e, a variação produzida na corrente elétrica contínua (pela chave liga e desliga).

Figura 6 - Ilustração do movimento relativo entre a bobina e o ímã. Observe que há uma corrente indicada pelo voltímetro (multímetro na escala de medidas de tensão) para todos os casos onde há movimento relativo.



Em 1831, Michel Faraday observou que uma corrente induzida poderia ser observada num circuito sem fonte de tensão de 3 modos diferentes:

i) Um circuito ligado (lâmpada e fonte de tensão) se movendo com relação a outro circuito (sem fonte de tensão), produz neste último uma corrente induzida;

ii) O circuito ligado (lâmpada e fonte de tensão) em repouso e um segundo circuito (sem fonte de tensão) se movendo com relação ao primeiro, será observado uma corrente induzida no circuito que se move;

iii) Mantendo os 2 circuitos em repouso, mas ligando e desligando a chave da fonte de tensão do primeiro circuito. A frequência com que se liga e desliga será a frequência de uma tensão alternada que promoverá uma corrente induzida no circuito sem fonte de tensão.

Diante destas observações Faraday, teve a perspicácia de compreender o que estaria variando em todos os casos e o definiu como fluxo do campo magnético Φ_B . Isto quer dizer que uma variação temporal do campo magnético produz uma tensão induzida que promove uma corrente elétrica cujo campo magnético associado se opõe ao campo que a criou. Estamos falando da corrente induzida.

James K Maxwell (1831 – 1879) estudou os resultados obtidos por Faraday juntamente com as equações de Ampère e as leis da eletrostática e, em 1861, concluiu que a lei de Ampère estaria incompleta. Ou seja, a lei de Ampère não era consistente com a simetria da natureza para campos oscilantes no tempo. Assim, Maxwell acrescentou um termo que considera que a variação temporal do campo elétrico também gera um campo magnético. Com este trabalho Maxwell previu a existência de ondas eletromagnéticas que podem viajar no espaço vazio.

Em 1888, Heinrich Rudolf Hertz apresentou resultados irrefutáveis ao Congresso da Sociedade Alemã, que comprovavam a existência das ondas eletromagnéticas. Assim, além de por fim na busca do “éter”, alguns conceitos estabelecidos pelos mecanicistas foram revistos. Principalmente a ação à distância.

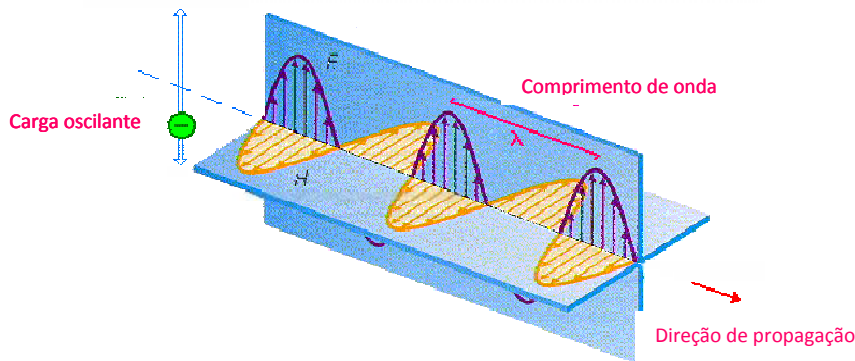
Diante destes resultados, o que seria a luz afinal? A onda eletromagnética de Hertz viaja no espaço com velocidade de propagação, aproximadamente igual a $3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Este resultado foi incrível! Esta era a própria velocidade de propagação da luz!

Afinal, o enigma foi resolvido, a luz é uma onda eletromagnética. Ou seja, uma perturbação de campos oscilantes no tempo e que podem viajar no espaço vazio (vácuo).

Denominamos de equações de Maxwell, um conjunto de 4 equações que são capazes de ditar todos os fenômenos relativos ao eletromagnetismo que também passou a ser um ramo da óptica. Estas equações mostram que os raios X, as micro-ondas, a luz visível, as ondas de rádio, os raios ga-

ma e etc., são todas ondas eletromagnéticas com diferentes frequências e, conseqüentemente, diferentes comprimentos de onda. A Figura 7 mostra o perfil esquemático de uma onda eletromagnética plano-polarizada e monocromática.

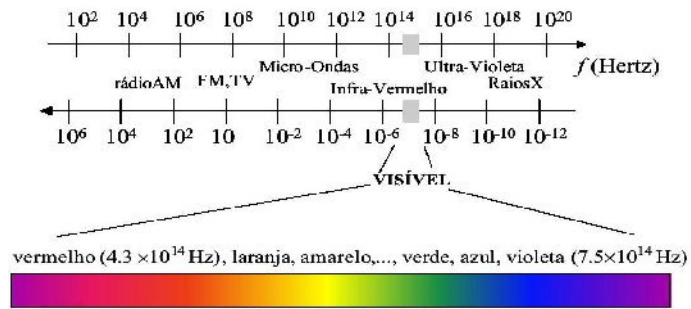
Figura 7 - Representação de uma onda eletromagnética plano-polarizada e monocromática.



Fonte: <<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01044/>>.

A Figura 8 mostra a faixa de frequências de 10^2 a 10^{20} Hz e seus respectivos comprimentos de onda, denominado de espectro eletromagnético.

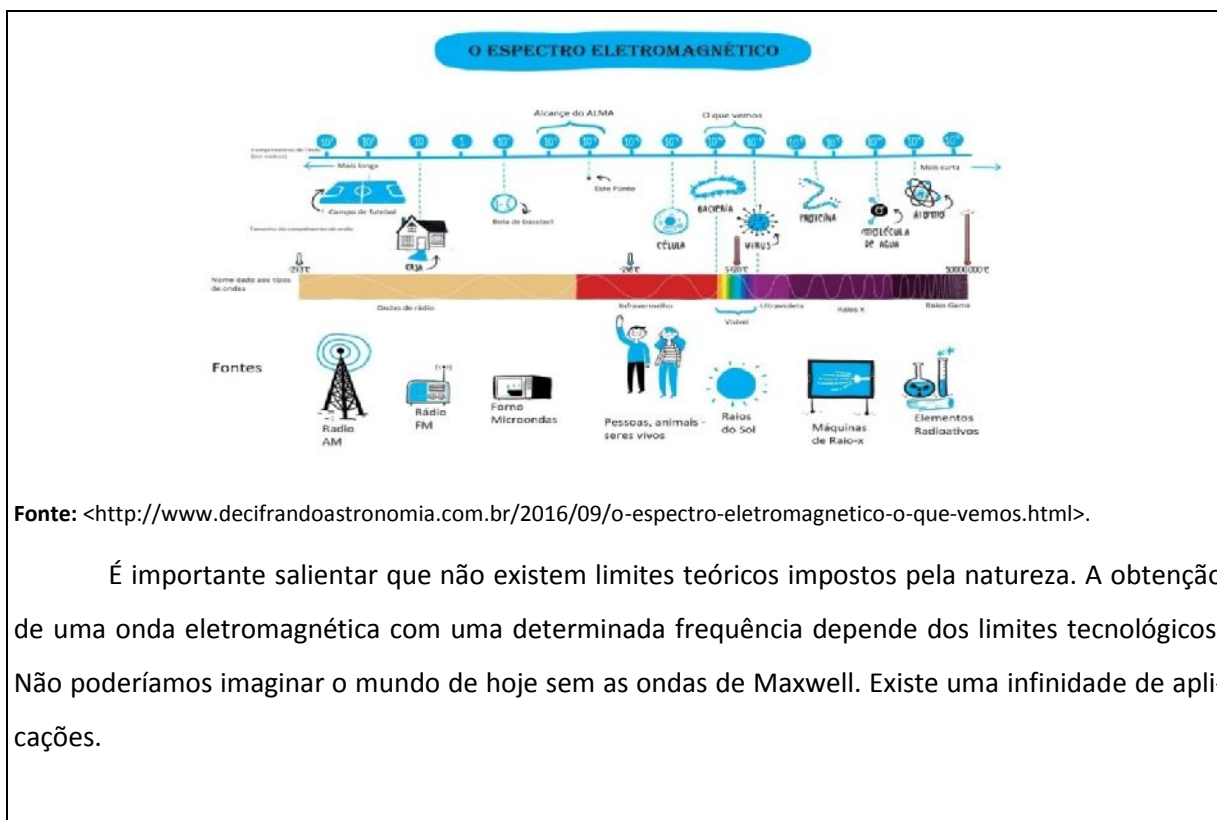
Figura 8 - Representação do Espectro eletromagnético, f (Hz) é a frequência. Destacando a parte da luz visível e a sua decomposição.



Fonte: <<http://cienciaehumanidade.blogspot.com/2010/01/tipos-de-ondas-eletromagneticas.html>>.

A Figura 9 faz uma relação entre o tamanho dos objetos e o comprimento de onda relacionada com as ondas eletromagnéticas mais conhecidas.

Figura 9 - Ilustração da relação entre o tamanho dos objetos e o tamanho do comprimento de onda.



O referido texto foi elaborado para ser distribuído e lido na sala de aula pelos alunos que deverão assinalar os conceitos ou temas não compreendidos. Ao término da leitura, abrir um espaço para as discussões e comentários.

Após as discussões sobre as dúvidas e conceitos envolvidos, como forma de reforçar os temas abordados, os alunos são encaminhados para assistirem aos vídeos:

<<https://youtu.be/gLGnOP6KFjE>> - Luz e do éter luminoso

<<https://youtu.be/vFAMkaVWiAU>> - Ondas e éter

Com duração total de 14 min e 10 s estes vídeos têm como objetivo auxiliar na compreensão do conceito de “éter” daquele período. Já que num primeiro momento, os alunos podem interpretar o “éter” como a substância química conhecida atualmente.

3º Momento - Aulas 4 e 5 – apresentação das pesquisas

Tempo: 100 minutos - 2 aulas

Cada equipe deverá apresentar suas pesquisas utilizando textos, *slides* e experiências. Para que todos possam apresentar, estabeleça previamente o tempo em torno de 15 minutos para cada equipe.

No Apêndice A encontra se registros de como decorreu a aplicação dessa atividade pela docente autora deste trabalho.

4º Momento - Aulas 7 e 8 – Atividades Experimentais

Tempo: 100 minutos – 2 aulas

Para reforçar alguns tópicos abordados sugere-se realizar algumas demonstrações experimentais de fácil acesso. Recomenda-se que esses experimentos sejam produzidos extraclases, em virtude do tempo, que normalmente é limitado. Quanto aos materiais utilizados e a montagem experimental são simples e acessíveis.

Segue os endereços dos textos a ser utilizados, na forma de leitura e a descrição das práticas experimentais.

Atividade Experimental 1 - Espectroscópio Simples

Fonte do texto: <<https://sites.usp.br/nupic/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/aluno-Bloco-VIII-Espectroscopia.pdf>> - Acesso em 23 abr. 2019.

- **Objetivo:** mostrar o espectro da luz visível e entender o efeito físico envolvido.

- **Materiais Utilizados:**
 - fita isolante
 - fita adesiva
 - papel *color set* preto

- 1 CD² ou DVD³
- cola
- régua
- estilete
- tesoura
- tubo papelão (ex.: tubo de papel higiênico)

➤ **Montagem Experimental:**

- Com o papel *color set*, construa um cilindro com aproximadamente 4 cm de diâmetro e de 7 a 10 cm de comprimento. Use um tubo de papelão (tubo de papel higiênico ou papel toalha) como base⁴.
- Faça duas tampas com abas para o cilindro (Figura 10 (a)), utilizando o papel preto. Em uma delas, use um estilete para recortar uma fenda fina (mais ou menos 2 cm x 1mm). Na outra tampa, faça uma abertura no centro (mais ou menos (1 x 1) cm²).
- Retire a película refletora do CD/DVD usando fita adesiva (grude-a na superfície e puxe-a rapidamente). Se necessário, faça um pequeno corte com a tesoura no CD/DVD para facilitar o início da remoção.
- Depois de retirada a película, recorte com a tesoura um pedaço do CD/DVD (mais ou menos (2 × 2) cm²). Utilize preferencialmente a parte mais próxima das bordas, pois as linhas de gravação (que não enxergamos) são mais paralelas, conseqüentemente a imagem será melhor. É importante fazer uma marcação no pedaço recortado do CD/DVD para não esquecer qual a orientação das linhas (em qual posição as linhas são paralelas).
- Fixe o pedaço recortado do CD/DVD na tampa com a abertura, usando a fita isolante apenas nas bordas⁵. (Figura 10 (b)). Preferencialmente, alinhe as linhas de gravação paralelamente à fenda do espectroscópio, assim as imagens que se

² Recomenda-se pelos autores do texto original, não utilizar CDs doados com propaganda, com impressos;

³ No caso do DVD, deve-se fazer um pequeno corte com a tesoura, e separar os discos, utilizar a parte brilhante;

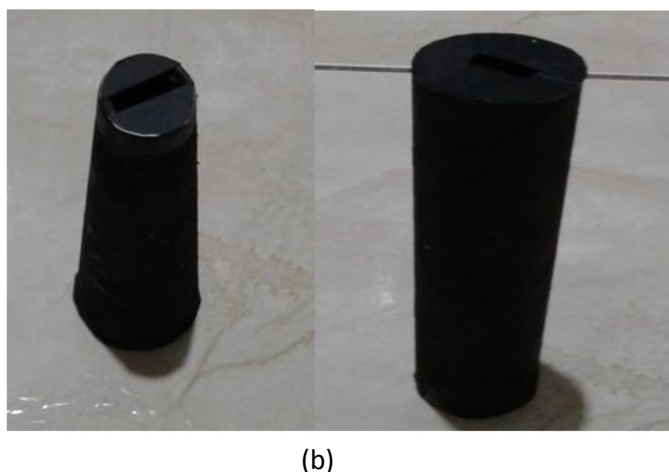
⁴ Este pode ser substituído por um tubo de PVC preto, ou uma caixa de creme dental, pois o formato não é importante, mas tenha o cuidado de revesti-la internamente com papel preto, ou pintar de preto.

⁵ Caso opte por usar cola, tenha cuidado para não sujar a superfície do CD. Nesse caso, fixe o pedaço de CD na parte interior do espectroscópio e aguarde o tempo necessário para a cola secar.

observa também estarão alinhadas com a fenda. Cole as tampas no cilindro, deixando a fenda alinhada com a abertura.

- Para evitar que a luz penetre no interior do tubo por eventuais frestas, vede com fita isolante os pontos de união entre o cilindro e as tampas.
- As Figuras (b) mostram o espectroscópio pronto.

Figura 10 – (a) Ilustração de como fazer a tampa com a fenda. (b) Imagem fotográfica do espectroscópio caseiro (b) lado da abertura com o cd, e (c) o lado da fenda.



Fonte: (a) <<https://sites.usp.br/nupic/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/aluno-Bloco-VIII-Espectroscopia.pdf>>. (b) arquivos da autora.

➤ **Procedimento Experimental:**

- Escolha uma fonte de luz e observe através do espectroscópio. Para isso, olhe pela abertura em que está fixado o pedaço de CD/DVD e direcione a fenda para a fonte de luz. Não precisa chegar muito perto! Procure por uma posição de observação em que você visualize “cores” no interior do tubo. Essas cores são denominadas de **espectro**.

Atividade Experimental 2 - Arco-íris caseiro

Fonte: Manual do Mundo - Vídeo: < <https://youtu.be/-e9crnQEA78>> - Acesso em 03/03/2019

- **Objetivo:** obter e explicar o fenômeno de arco-íris por meio de um CD/DVD;

➤ **Materiais Utilizados:**

- CD ou DVD;
- Vela;
- Lâmpadas: incandescente, fluorescente e de LED (Opcionais);
- Extensão elétrica com soquete;
- Fósforo

➤ **Montagem Experimental:**

- Retire a película refletora do CD usando fita adesiva, se for DVD, faça um pequeno corte com uma tesoura separe as partes e retire a película com fita adesiva;
- Feche a circunferência localizada no centro do CD/DVD com a fita adesiva;

➤ **Procedimento Experimental:**

- Acenda a vela, desligue as luzes (o efeito fica melhor no escuro);
- Posicione o CD/DVD diante da vela e observe o efeito do arco-íris.
- Posicione as lâmpadas uma de cada vez conectadas no soquete e acesas, atrás do CD/DVD para visualizar a imagem (espectro);

Figura 11: Imagem fotográfica dos materiais do experimento caseiro sobre o arco-íris com vela e opcionais com lâmpadas.



Fonte: arquivos da autora.

Atividade Experimental 3- Trajetória da Luz

Fonte: Manual do mundo, < <https://youtu.be/F69tWoZa4ic> > - Acesso em [03/03/2019](#)

➤ **Objetivo:** observar a trajetória da luz e entender o efeito físico envolvido.

➤ **Materiais Utilizados:**

- 1 Garrafa pet de 2,5 l;
- Caneta Laser;
- Canudo;
- 1 ferro de solda ou um prego e alicate;
- Suporte de madeira;
- Bomba de água submersível;
- Mangueira;
- Balde (qualquer recipiente para colocar a bomba);
- Bacia (qualquer recipiente para a água que sai do canudo);
- Cola quente;
- Água uns 3 litros.

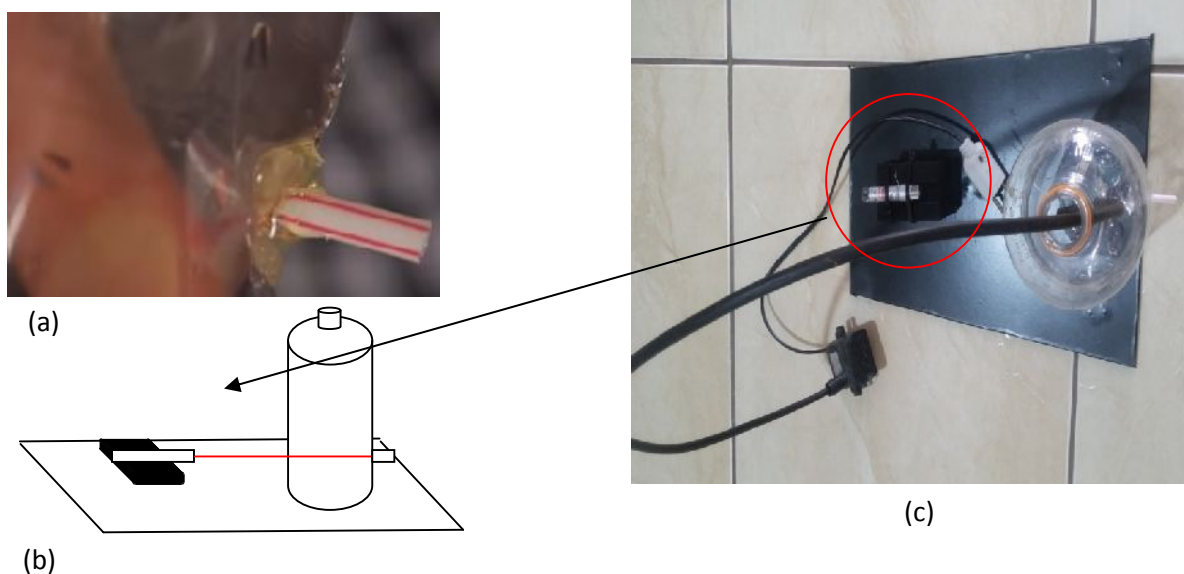
➤ **Montagem Experimental:**

- Corte o canudo com mais ou menos 2,5 cm;
- Faça um furo da largura do canudo, com o ferro de solda ou aquecendo o prego em chama de fogo (segure o prego com o alicate), a uma altura de 10 cm acima da base da garrafa;
- Introduza o canudo no furo, deixando o canudo todo para fora e fixe o canudo com cola quente (Figura 12 (a));
- Providencie um apoio da altura do canudo, para colocar a caneta *laser* de maneira que a luz incida na garrafa passando por dentro do canudo (Figura 12 (b));
- Cole a garrafa e o apoio com a caneta laser na base de madeira;

- Coloque a bomba de água⁶ dentro do balde;
- Faça a ligação da mangueira com a bomba e coloque a outra ponta da mangueira dentro da garrafa.

Na Figura 12 (c) está uma foto do aparato experimental pronto.

Figura 12 - (a) detalhe da fixação do canudo com cola quente; (b) desenho ilustrando a posição do apoio para a caneta laser em relação a posição do canudo na garrafa; (c) Imagem fotográfica do aparato experimental pronto para o experimento sobre a trajetória da Luz.



Fontes: (a) Manual do mundo < <https://youtu.be/F69tWoZa4ic>>; (b) a autora e (c) arquivos da autora.

➤ Procedimento Experimental:

- Coloque água dentro do balde que está com a bomba;
- Posicione o aparato experimental⁷, e o balde coletor de água na posição onde a água que sair da garrafa pelo canudo irá cair (faça um teste antes);
- Acenda a caneta laser e ligue a bomba;
- Observe o percurso da luz desde que sai da caneta laser;
- O efeito é melhor observado se em um ambiente escuro;
- Anote o observado e justifique fisicamente os efeitos observados.

Atividade Experimental 4 - Experimento de Oersted

⁶ A bomba de água é opcional, se preferir feche a passagem de água do canudo, encha a garrafa com outro recipiente e libere a passagem com a caneta laser ligada.

⁷ Sugestão: Coloque o aparato sobre a mesa, e o balde coletor no chão.

Fonte: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construindo-experimento-oersted.htm>> - Acesso em 03/03/2019

➤ **Objetivo:** Reproduzir o experimento de Oersted e entender o efeito físico envolvido.

➤ **Materiais Utilizados:**

- Duas “pilhas grandes” de 1,5 V (Bateria tamanho D);
- Fio de cobre com 0,25 mm de diâmetro (sendo que o comprimento do utilizou-se 70 cm);
- 1 Bússola;
- 1 base de madeira;
- Fita isolante;

➤ **Procedimento Experimental:**

- Junte as pilhas (positivo com negativo) e fixe com a fita isolante;
- Fixe o conjunto pilhas e a bússola na base de madeira conforme Figura 13;
- Fixe com a fita isolante uma extremidade do fio de cobre na extremidade livre da pilha;
- Percorra o fio montando um retângulo (Figura 13);
- Corte um pedaço do fio, e fixe na extremidade livre da outra pilha;
- Mantenha as extremidades livres dos fios de forma que possa tocá-los para observar o efeito (circulado em vermelho na Figura 13). O ideal seria usar um interruptor.

Figura 13 - Imagem fotográfica do aparato experimental para o experimento de Oersted.



Fonte: arquivos da autora.

➤ **Procedimento Experimental:**

- Encoste um fio no outro (ou se usando um interruptor coloque na posição liga), e observe o que acontece com os ponteiros da bússola;
- Anote os fatos observados e justifique (discutam) fisicamente.

Atividade Experimental 5 – Princípio da Indução eletromagnética

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ZmAW9zyc_3s> - Acesso em 09/04/2019.

➤ **Objetivo:**

- Mostrar o princípio de funcionamento de um motor e entender o efeito físico envolvido.

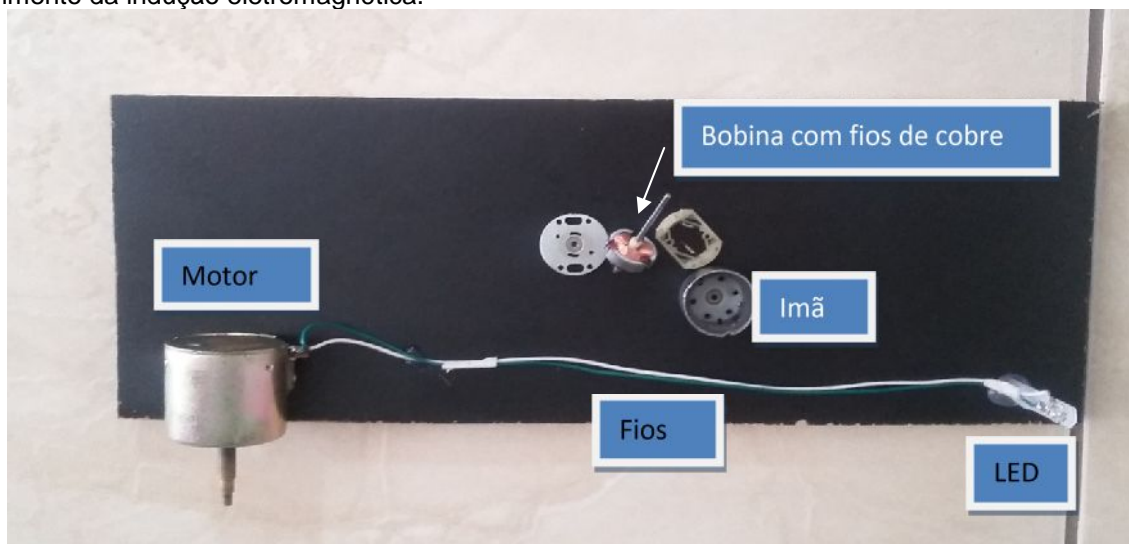
➤ **Materiais Utilizados:**

- LED de 5 mm;
- 1 Micro motor de 12 V;
- Suporte de madeira;
- Dois fios de espessura 0,25 mm com comprimento de 40 cm cada (comprimento do fio depende do comprimento do suporte de madeira);

➤ **Montagem Experimental:**

- Fixe o motor e o LED no suporte de madeira (Figura 14);
- Faça a ligação com os fios;

Figura 14 - Imagem fotográfica do motor desmontado e suas partes, e do aparato experimental para o experimento da indução eletromagnética.



Fonte: arquivos da autora.

➤ Procedimento Experimental:

- Gire o eixo do motor no sentido anti-horário;
- Veja o que ocorre com o LED;
- Mostrar que dentro do motor contém uma parte com uma bobina de cobre e outra revestida por um ímã;
- Explique com o que observou como funciona o motor.

5º Momento - Aula 8 – Diagnosticando o conhecimento adquirido

Tempo: 50 minutos – 1 aula

Conforme já apontado, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, os alunos devem mostrar como os novos conceitos se relacionaram com sua estrutura cognitiva pré-existente. Convidar os alunos a fazer um mapa conceitual e responder as perguntas da aula 1 novamente, para efeitos de comparação dos resultados.

3. AVALIAÇÃO

O objetivo principal do PE, utilizado nesta proposta didática, é a compreensão por parte dos alunos sobre os conceitos e fenômenos Físicos relacionados ao tema: Cor e Luz. Além de trabalhar a interdisciplinaridade, que no caso foi o aspecto relacionado ao olho ligado a componente curricular de Biologia. Para atingir este objetivo faz-se uso da Teoria da Aprendizagem Significativa e os Mapas Conceituais que oferece um suporte avaliativo, auxiliando no diagnóstico de conhecimentos prévios relevantes e nos avanços alcançados pelos alunos. Como complemento no processo de avaliação, considerar o desenvolvimento e apresentação dos seminários por partes dos alunos, e as impressões registradas pelos mesmos ao observar os resultados experimentais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conceitos prévios descritos pelos alunos e suas respostas posteriores à realização de cada etapa desta proposta didática do presente Produto Educacional, quando analisadas e comparadas, deverão conduzir a uma reestruturação de conceitos.

Considerando parte de nosso objetivo, que consiste em mostrar uma relação interdisciplinar entre Luz e Cor, de modo que os alunos possam perceber que outros componentes curriculares se correlacionam e compreender cientificamente, selecionou-se 3 questões:

O que é luz?

O que é cor?

E, por que enxergamos?

Diante disso, o professor precisa estar atento às respostas antes e depois da aplicação da proposta, a fim de analisar se os conhecimentos do senso comum foram reestruturados de forma significativa, ou seja, transformados em conhecimento científico. O mesmo processo deve ser observado ao solicitar que confeccionem um mapa conceitual diagnóstico e outro avaliativo;

É importante também a observação das impressões das reações dos alunos, entre eles o despertar do interesse e a motivação, e não somente o aspecto quantitativo em relação se certo ou errado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, Fábio. Newton e o prisma. **Teoria da Conspiração**. Disponível em: <<https://www.deldebbio.com.br/newton-e-o-prisma>>. Acesso em 09/04/2019.

Alvarez, Hebert. **Cores, luz, arco íris e visão**. 2013. (1m44s). Disponível em: <<https://youtu.be/hk8u1l39gvc>>. Acesso em: 10 fev. 2019

Centro de pesquisa em óptica e fotônica - cepofo. **Laser e suas aplicações!** 2015. (6m08s). Disponível em: <<https://youtu.be/si-jgkeee0a>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

Cienciabit: Ciencia y Tecnología. **Una Dinamo a partir de un Motor Eléctrico**. Proyecto de Ciencias. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZmAW9zyc_3s>. 2016. (7m29s). Acesso em 09 abr. 2019.

Correa, Juliane. **Novas tecnologias da informação e da comunicação: novas estratégias de ensino/aprendizagem**. In: COSCARELLI, Carla Viana (Org.) Novas Tecnologias, novos textos, novas formas de pensar. Belo Horizonte: Autêntica, 2002, p.43-50.

Destr, Giovanna. **Fotorrecepção: cones e bastonetes**. 2017. (4m41s). Disponível em: <https://youtu.be/s_dsd0ffgi>. Acesso em: 10 fev. 2019.

Espectroscopia do infravermelho. **Slideshare**, 9 de jun. de 2014 Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/MssJuh/espectroscopia-35638026>>. Acesso em 11 abr. 2019.

Espectroscopia. **Bloco VIII - espectroscopia - aluno – USP**, 20 de dez. de 2005. Disponível em: <<https://sites.usp.br/nupic/wpcontent/uploads/sites/293/2016/05/aluno-Bloco-VIII-Espectroscopia.pdf>>. Acesso em 23 abr. 2019.

Fontes André. **Experiência da cor – luz**>. 2015. (0m52s). Disponível em: <<https://youtu.be/hrbkng5eie>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

Girardi, Giovana. **Por que o céu é azul**. Super interessante, 31 de mai. de 2008. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/por-que-o-ceu-e-azul/>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

Mundo Nonato. **Decomposição da luz, teoria das cores e a cor de um corpo**. 2014. (8m26s). Disponível em: <<https://youtu.be/45f5va6sh08>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

Khan Academy. **Luz e do éter luminoso | A relatividade especial | Física | Khan Academy**. 2016. (8m41s). Disponível em: <<https://youtu.be/gLGnOP6KFjE>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

Marques, Dominiciano. **Construindo o experimento de Oersted**. Brasil Escola UOL. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/construindo-experimento-oersted.htm>>. Acesso em 03 mar. 2019.

Quer que desenhe. **Ondas e Éter**. 2014. (5m27s). Disponível em: <<https://youtu.be/vFAMkaVWiAU>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

Radiações do espectro eletromagnético e as suas aplicações tecnológicas. **Prezi**, 18 de fev. de 2013. Disponível em: <<https://prezi.com/x7tuv4iwslgl/radiacoes-do-espectro-eletromagnetico-e-as-suas-aplicacoes-tecnologicas/>>. Acesso em 09 abr. 2019.

THENÓRIO, Iberê; FULFARO, Mariana. Manual do mundo. **Led, fluorescente ou halógena?** (teste de lâmpadas). 2015. (17m10s). Disponível em: <<https://youtu.be/qtsycq-u3j0>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

THENÓRIO, Iberê; FULFARO, Mariana. Manual do Mundo. **Como fazer arco íris caseiro com vela e DVD**. Disponível em: <<https://youtu.be/-e9crnQEA78>>. 2013. (4m48s). Acesso em: 03 mar. 2019.

THENÓRIO, Iberê; FULFARO, Mariana. Manual do Mundo. **A luz que faz curva na água**. Disponível em: <<https://youtu.be/F69tWoZa4ic>>. 2012.(4m43s). Acesso em: 03 mar. 2019.

APÊNDICE A - Registro das Aplicação do PE

Neste apêndice apresenta-se o registro das atividades realizadas pelos estudantes ao aplicar o presente produto educacional pela autora aos alunos de uma turma do 2º ano do curso Técnico Integrado de Química do Centro Estadual de Educação Profissional no município de Cianorte – PR. A turma era constituída de 32 alunos, e a divisão das equipes por grupos ficou desta forma: 02 grupos com 06 participantes, 04 grupos com 05 participantes. Cada um dos grupos ficou responsável pela pesquisa de um dos temas elencados a seguir:

1. Olho humano: cones e bastonetes;
2. Prisma de Newton;
3. Por que o céu é azul?
4. Espectro Eletromagnético;
5. Infravermelho;
- 6 Espectroscopia;

A seguir, cita-se por ordem de apresentação:

➤ **Equipe 1: 5 participantes.**

Tema pesquisado - Prisma de Newton - Experiência de Newton com prisma

Metodologia

Os alunos compartilharam o *link* do texto no grupo de WhatsApp, para que os demais estudantes pudessem acompanhar. Em seguida, explicaram oralmente e reproduziram a experiência realizada por Isaac Newton no século XVII, utilizando um texto do site: <https://www.deldebbio.com.br/newton-e-o-prisma> - Acesso em 09/04/2019.

As Figuras A.1 e A.2 mostram o prisma utilizado pelo grupo e as fotos dos resultados do experimento.

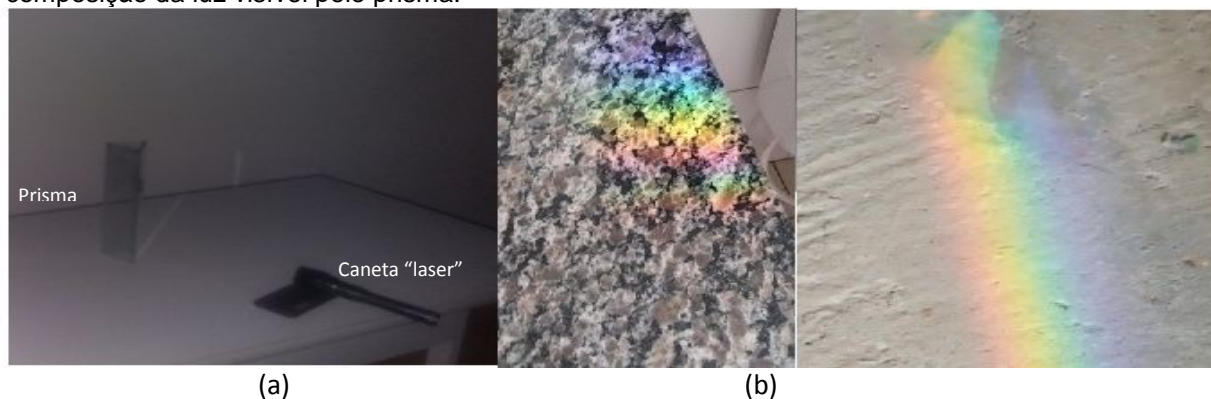
A experiência foi realizada no anfiteatro da escola com uma lanterna de LED e por não demonstrar a dispersão da luz, eles repetiram o experimento em uma sala pequena e escura que fica localizada em um dos laboratórios onde tinha passagem de luz natural.

Figura A.1 – Imagem fotográfica do prisma de vidro com 25 cm de comprimento e 7 cm de aresta utilizado pela Equipe 1.



Fonte: arquivos da autora.

Figura A.2 – Imagem fotográfica do experimento realizado pelos alunos da Equipe 1: (a) no anfiteatro com o uso de uma caneta a luz *laser* e (b) na sala com luz natural (Sol), em que se observa a decomposição da luz visível pelo prisma.



Fonte: arquivos da autora

Texto reproduzido pelos alunos

Newton e o Prisma

Texto do site: <https://www.deldebbio.com.br/newton-e-o-prisma/>

Acesso em: 07/04/2019

*“Em meados de 1664, o físico inglês, Isaac Newton, faria uma experiência que influenciaria substancialmente o futuro da filosofia e da física. Com um prisma de vidro em formato triangular, adquirido numa feira em Cambridge, Newton reproduziu um experimento já conhecido em sua época como **Fenômeno das Cores**.*

*Fechando todas as cortinas do seu laboratório e colocando uma cartolina com um pequeno furo sobre uma das janelas, Newton conseguiu isolar apenas o pouco de luz que precisava. Por fim, quando aproximou seu prisma a este feixe de luz branca, Newton observou que esta, ao atravessar o objeto, dividia-se num fabuloso arco-íris, que mais tarde ele chamaria de **Spectrum**, um degradê que variava do violeta, anil, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho.*

Cientistas anteriores a Newton já havia realizado este experimento, a diferença é que nenhum destes foi tão longe como ele. Em experiências posteriores, Newton isolou cada uma das cores, estudou suas propriedades, ângulos, formatos e com o auxílio de outro prisma, tentou sem sucesso, dividir estas cores isoladas mais uma vez.

Em outra ocasião, Newton repetiu o primeiro experimento, desta vez sem isolar cor alguma, simplesmente colocou outro prisma através do feixe colorido. Ao observar o lado oposto do segundo prisma, Newton viu um único feixe de luz branca, ele havia juntado todas as cores do arco-íris novamente em um único feixe de luz.

Com este experimento, nasce a ciência chamada espectroscopia, usada até hoje para determinar as propriedades das estrelas e galáxias distantes. Nasce no ocidente, o entendimento de que, a diversidade de cores que enxergamos provém de uma só unidade: a luz branca”.

➤ **Equipe 2: 5 participantes.**

Tema pesquisado - Por que o céu é azul?

Metodologia -

O grupo entregou uma cópia do texto para cada estudante, em seguida fizeram a leitura parcial do texto na sala de aula e ilustraram o fenômeno da dispersão no quadro (Figura 32).

Entretanto a leitura parcial confundiu alguns estudantes, então, aconselhei que o grupo compartilhasse o *link* do texto no grupo do *WhatsApp*, para que todos acompanhassem a leitura e tivessem uma melhor compreensão do assunto escolhido pelos alunos.

Texto reproduzido pelos alunos

Por que o céu é azul (Texto do site: <https://super.abril.com.br/ciencia/por-que-o-ceu-e-azul/>
Acesso em: 08/04/2019).

“Não, não é porque ele reflete os oceanos, como muito desavisado já saiu repetindo por aí. Trata-se de um efeito provocado pela dispersão da luz solar através da camada de gases que envolve o nosso planeta. Mas, para entender como isso funciona, é preciso primeiro lembrar de duas características da luz.

A primeira é que a luz se movimenta em ondas – minúsculas, é bem verdade, imperceptíveis aos nossos olhos. A segunda é que a luz solar, por ser branca, é, na verdade, uma mistura de várias outras cores as visíveis, que podemos observar quando se forma um arco-íris e as que ficam nas faixas do infravermelho e do ultravioleta, que estão além da nossa

capacidade visual. Cada uma dessas cores corresponde a uma onda com um determinado comprimento. A azul tem um dos menores comprimentos de onda dentro do espectro visível. A vermelha é a que possui o maior deles.

Pois bem: quando a luz do Sol chega à Terra, ela esbarra na atmosfera e nos milhares de minúsculas partículas de ar presentes ali. Grosso modo, o que vemos é uma espécie de reflexo da luz ao cruzar com essas partículas. Quando o alvo onde a luz bate tem uma dimensão compatível com seu comprimento de onda, parte da energia da luz é absorvida, fazendo suas cargas vibrar e emitir de novo a radiação.

Como os tons de azul têm os menores comprimentos de onda, eles são os únicos compatíveis com essas pequenas partículas, que então absorvem essa luz e a rebatem, espalhando o azul para todos os lugares. Por isso o céu é azulado durante o dia.

Já ao entardecer, como o Sol passa a iluminar a Terra com um ângulo mais oblíquo, a luz tem de atravessar a atmosfera por uma distância maior. Isso faz com que a fração de azul seja diluída de tal modo que não conseguimos vê-la mais, abrindo espaço para enxergarmos apenas os tons mais vermelhos que, por terem um comprimento de onda maior, se espalham menos. Outro fator que influencia a cor do céu é comum nas grandes cidades do mundo: a poluição do ar. Quanto mais houver partículas em suspensão na atmosfera – além das que naturalmente fazem parte dela –, mais a luz azul é espalhada, aumentando a vermelhidão no pôr-do-sol, como se pode notar na comparação entre um entardecer em São Paulo e outro no interior.

Marte provavelmente tem um céu de coloração alaranjada ou avermelhada, por causa de sua atmosfera fina e das partículas de poeira presentes nela.

Rebatendo e espalhando

Como as ondas de luz pintam o nosso Céu:

1. Sete em uma

“Ao chegar às partes mais altas da nossa atmosfera, a luz solar é branca, mas isso significa que, na verdade, ela é uma mistura de todas as cores do arco-íris, além de faixas de radiação que nossos olhos não captam”.

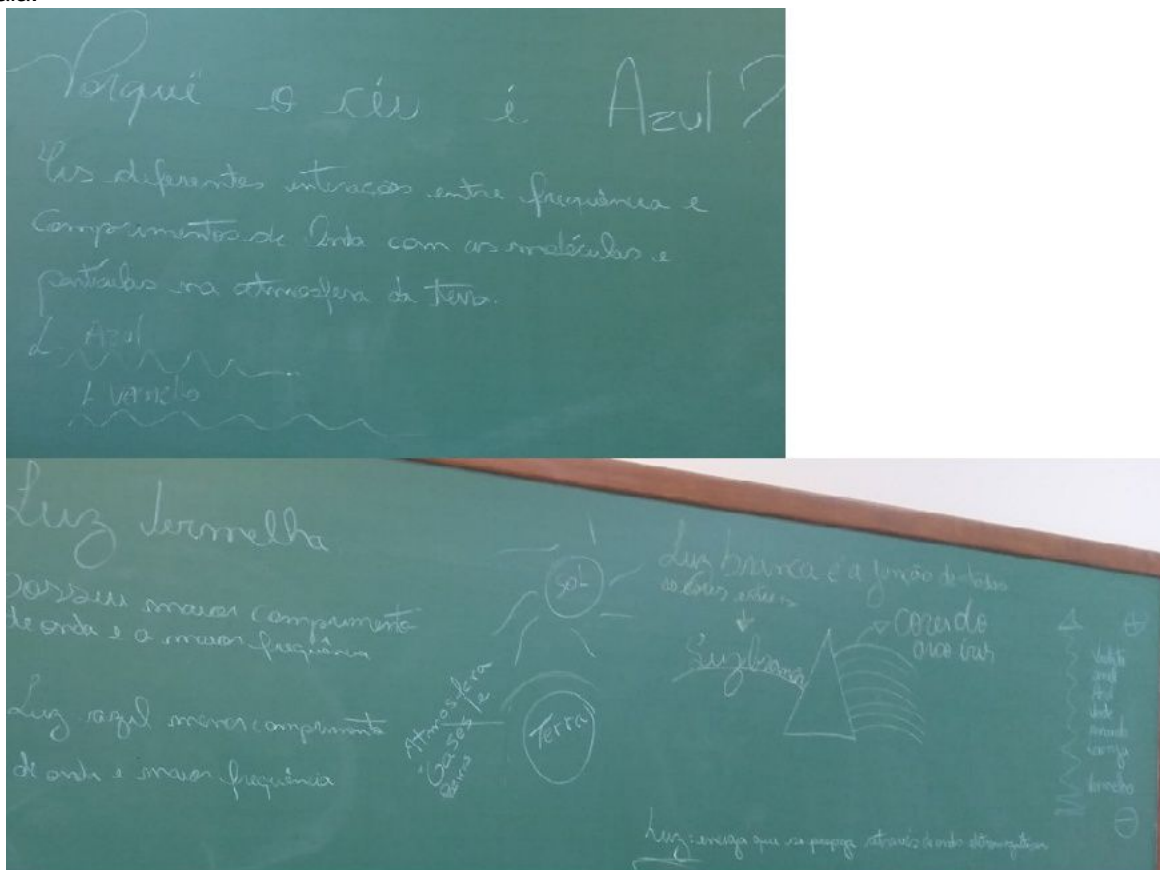
2. Comprimento

“Cada uma das cores do espectro luminoso tem um comprimento de onda característico, o qual pode ser determinado pela distância entre duas “cristas” da ondulação luminosa correspondente”.

3. Rebatida

“Acontece que a luz azul tem o comprimento de onda exato para ser espalhada em todas as direções pelas moléculas da nossa atmosfera durante o dia, o que leva à nossa percepção de um céu azul”.

Figura A.3 - Imagem fotográfica das anotações realizada pelos alunos da Equipe 2 no quadro da sala.



Fonte: arquivos da autora cedida pelos alunos.

- **Equipe 3: 5 participantes.**

Tema pesquisado: Espectro Eletromagnético

Metodologia: apresentação e leitura utilizando *slides* retirados do site: <https://prezi.com/x7tuv4iws1gl/radiacoes-do-espectro-eletromagnetico-e-as-suas-aplicacoes-tecnologicas/> Acesso em 09/04/2019.

Os estudantes tentaram fazer o *download* dos *slides*, mas não conseguiram, então fizeram uso da sala multimídia e da *internet*. Esse grupo necessitou de 20 minutos para apresentar. Não houve registros com fotos das atividades dessa equipe.

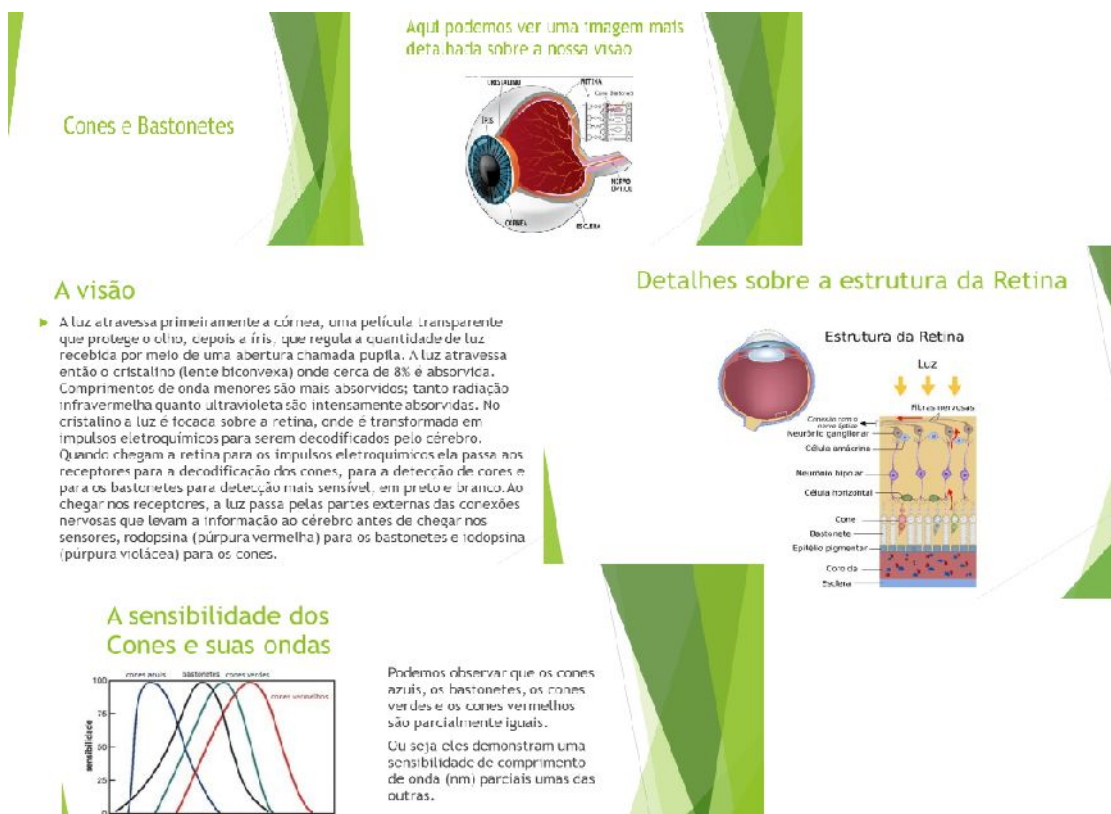
- **Equipe 4 – 5 participantes**

Tema pesquisado - Cones e Bastonetes

Metodologia: apresentação e leitura por meio de *slides*.

Os estudantes apresentaram os *slides* contidos na Figura A.4, mas não souberam dizer a fonte bibliográfica das informações contidas nos mesmos.

Figura A.4 - Imagem dos Slides da apresentação das atividades dos alunos da Equipe 4.



Fonte: desconhecida.

Grupo 5 – 6 participantes.

Tema da pesquisa: Espectroscopia

Metodologia: apresentação e leitura dos *slides* do site:

<<https://pt.slideshare.net/MssJuh/espectroscopia-35638026>> Acesso em: 11 abr. 2019.

A apresentação foi realizada na sala multimídia com uso da internet. Não houve registros por meio de fotos dessa equipe.

Equipe 6: 6 participantes

Tema da pesquisa - Infravermelho

Metodologia: apresentação e leitura dos slides das Figuras A.5 na sala multimídia. Os estudantes não souberam dizer a fonte bibliográfica das informações contidas nos slides.

Figura A.5 - Slides das apresentações dos alunos da Equipe 6.

INFRAVERMELHO

A radiação infravermelha tem origem na vibração molecular, que gera oscilações nas cargas elétricas constituintes dos átomos e provoca a emissão de radiação, por isso, esse tipo de radiação está associada ao calor. Um exemplo disso é que, ao colocar a mão nas proximidades de uma chapa de ferro quente, é possível sentir o calor. Isso ocorre por causa da recepção do corpo às ondas de infravermelho produzidas pelo corpo aquecido.

A radiação infravermelha é uma radiação eletromagnética cujo comprimento de onda é maior do que o da luz visível, e por consequência não é visível para os seres humanos. O nome significa "abaixo do vermelho" (do latim infra, "abaixo"). Isto se deve ao fato de a cor vermelha possuir a menor frequência do espectro de luz visível e o infravermelho possuir uma frequência logo abaixo da dele. O comprimento de onda do infravermelho possui tamanho aproximadamente de 750 nm a 1mm.

O infravermelho não é visível ao olho humano por ser uma onda de comprimento menor que a luz vermelha



Comprimento de onda (nm)

Ondas de rádio
Micro-ondas
Infravermelho
Luz visível
Ultravioleta
Raios X
Raios gama

Grças a esta emissão de ondas de infravermelho pelos corpos em geral, é possível a formação de imagens noturnas, pois cada corpo tem um espectro de emissão de radiação diferente. Assim, a imagem pode ser construída com um sistema detector, sensível a este tipo de radiação.



Medicina: Médicos usam lâmpadas de infravermelho para tratar doenças de pele e aliviar dores musculares. Nestes tratamentos, os raios infravermelhos passam através da pele do paciente e produzem calor.



Indústria: Ondas infravermelhas são usadas extensivamente em fornos projetados especialmente para secar superfícies, couros, metais, papéis e tecidos pintados e esmaltados.



Fonte: desconhecida.