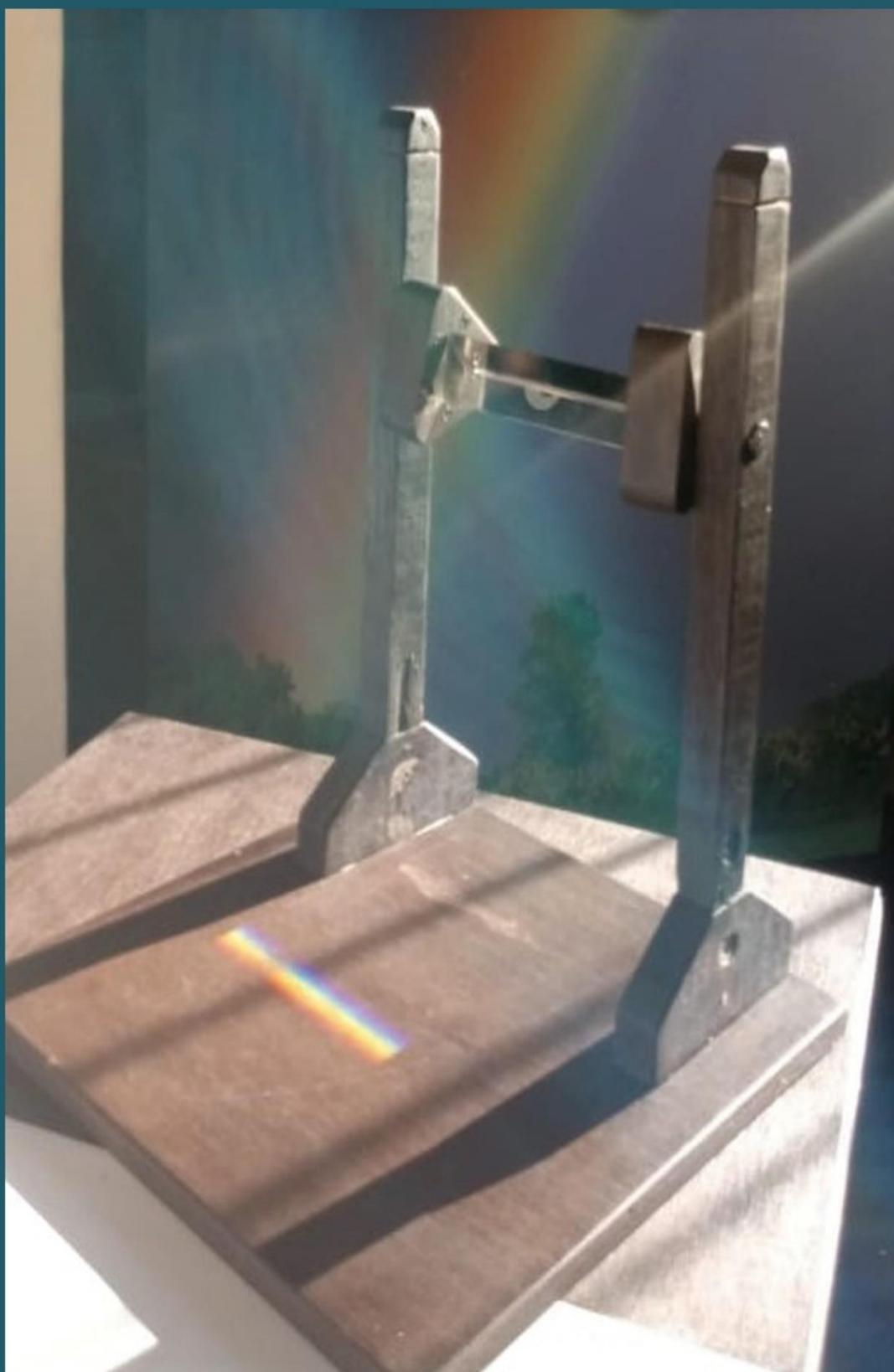


PRODUTO EDUCACIONAL

O QUE VEM DEPOIS DO ARCO-ÍRIS?



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
CAMPUS VOLTA REDONDA



Autora:

Lucrécia Martins Oliveira

Orientador:

Prof. Dr. Ladário da Silva

Universidade Federal Fluminense
Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)

Foto de capa:

Débora Franco

Apoio: 

Volta Redonda - RJ
2020

INTRODUÇÃO

Esta é uma proposta de uma sequência didática desenvolvida nos moldes de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) proposta por Anna Maria Pessoa de Carvalho (Carvalho et al., 2013, 2016) e Lúcia Helena Sasseron (Sasseron e Machado, 2017), que tem objetivo oportunizar a alfabetização científica para alunos do Ensino Fundamental e Médio das Unidades escolares pertencentes a redes particular e pública. Esse produto educacional é fruto da dissertação (Oliveira, 2020) desenvolvida durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) polo 15 - Universidade Federal Fluminense (UFF).

Realizada em um espaço de educação não-formal, o Museu Interativo de Ciências do Sul Fluminense (MICInense), esse trabalho pretende contribuir para o processo de alfabetização científica e construção do conhecimento sobre assuntos científicos através da aprendizagem baseada na resolução de problemas extraídos de situações cotidianas. O tema "o infravermelho" foi escolhido por este ser um fenômeno presente no cotidiano, mas que tem sua explicação e aplicabilidade quase "invisíveis", por conta disto, serve como ponto de partida para que se desenvolvam os conceitos físicos envolvendo a óptica através da descoberta do cientista alemão William Herschel. No desenvolvimento desta proposta são abordados os conteúdos: história da luz, refração da luz solar, características das cores do vermelho ao violeta e em especial a descoberta do infravermelho, dentro de um ambiente investigativo.

A sequência de ensino por investigação é desenvolvida em três etapas: as etapas 1 e 2 possuem a mesma estrutura: problematização inicial, levantamento de hipóteses, momento de manipulação do aparato experimental onde as hipóteses iniciais são testadas e novas hipóteses devem surgir. Nesse momento, segundo Carvalho et al., (2013) o aluno passa da ação manipulativa à intelectual possibilitando a estruturação seu pensamento. A terceira etapa é o momento em que o professor-mediador estimula a participação dos alunos como sugere Carvalho:

Nesta etapa o professor é muito importante. A aula, neste momento, precisa proporcionar espaço e tempo para sistematização coletiva do conhecimento. Ao ouvir o outro, ao responder a professora, o aluno não vai só relembrar o que fez, como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado (CARVALHO, et al., 2103, p. 12).

As estratégias e ferramentas aqui sugeridas foram utilizadas em ambiente não formal de educação, mas podem ser adequadas livremente à realidade e às necessidades do professor ou divulgador da ciência que optar por utilizá-la.

A SEQUÊNCIA

1. ETAPAS DA SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

1.1 PRIMEIRA ETAPA

O objetivo nessa 1ª Etapa é inserir o estudante em um ambiente investigativo. Inicia-se essa etapa com uma abordagem problematizadora, quando a primeira situação-problema lhes é proposta pelo professor-mediador através da pergunta (Figura 2):

O que acontece quando a luz do Sol passa por uma gota d'água?

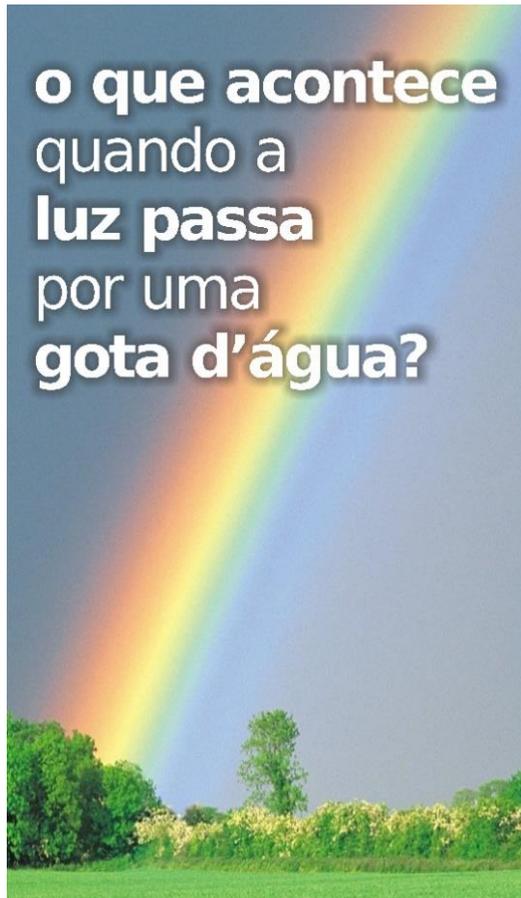
Nesse momento, os alunos elaboram hipóteses com base no conhecimento prévio que cada um possui, tempo estimado 5 minutos. Em um segundo momento, os alunos devem utilizar o prisma para testar as hipóteses apresentadas. O material experimental para utilizado: **prismas.**

Nessa Etapa experimental o aluno deve observar e analisar o que ocorre com o Sol ao passar por um prisma, tempo estimado 5 minutos.

Após o manuseio do prisma, novas hipóteses são formuladas a partir da observação do fenômeno, quando estimulados pelo professor os alunos apresentam novas proposições, tempo estimado 5 minutos.

Material utilizado nesta etapa: prisma e expositor (FIGURAS 1 e 2).

Pré-requisito: Luz solar



Fonte: a autora

Figura 1- Imagem da primeira pergunta problematizadora.

Figura 2- Imagem do expositor com a primeira pergunta problematizadora.



Fonte: a autora

1.2 SEGUNDA ETAPA

Nessa 2ª Etapa ocorre uma nova abordagem problematizadora, os alunos entram em contato com o problema principal da SEI e devem experimentar a passagem da ação manipulativa à ação intelectual na busca da resolução do problema.

A segunda situação-problema lhes é proposta pelo professor-mediador através da pergunta (Figura 3):

Você sabe como funciona o controle remoto?



Figura 3- Imagem da segunda pergunta problematizadora.

Fonte: a autora

Nesse momento, os alunos apresentam as hipóteses com base no conhecimento prévio que cada um possui, tempo estimado 5 minutos. Agora é hora de testar essas hipóteses elaboradas!

Aqui passamos para etapa experimental, onde os alunos manipulam o aparato (Figura 4).

Figura 4 - Aparato experimental



Fonte: a autora

Nessa Etapa experimental o aluno deve observar e analisar o que ocorre com a temperatura dos termômetros quando ficam expostos a luz solar, tempo estimado 10 minutos.

Procedimento: para que essa atividade ocorra os alunos devem inicialmente promover a dispersão da luz branca com o auxílio do prisma (Figura 5).

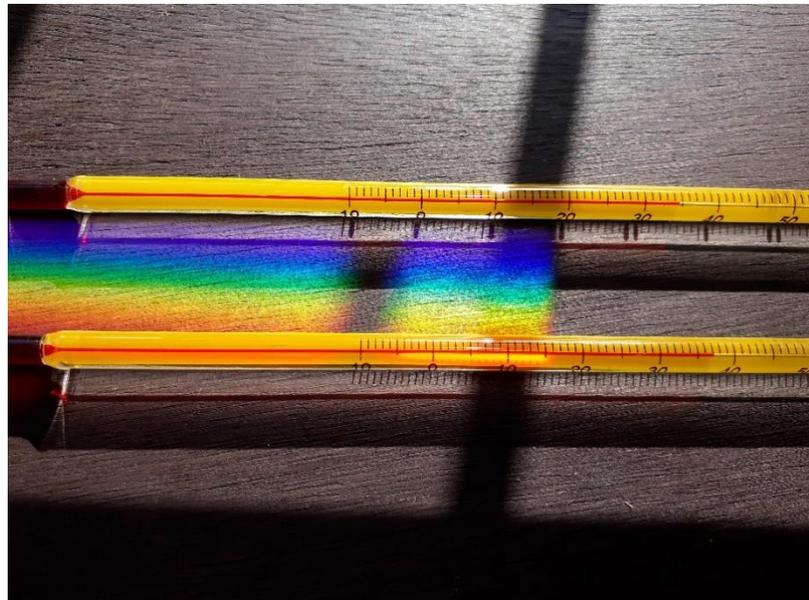
Em seguida posicionar o primeiro termômetro em uma faixa do espectro de luz visível, e posteriormente posicionar o segundo termômetro na faixa após o vermelho, o infravermelho (Figura 6).



Figura 5 - Dispersão da luz branca por um prisma.

Fonte: a autora

Figura 6 - termômetros posicionados nas faixas violeta e IV.



Fonte: a autora

Note que, na Figura 6 é possível observar que o termômetro posicionado na faixa do violeta apresentou a temperatura de $34,8^{\circ}\text{C}$, enquanto o termômetro posicionado na faixa do infravermelho atingiu 37°C . Nesse momento os alunos devem utilizar uma lupa para melhor visualização.

O tempo necessário para observar a mudança de temperatura é em média de 5 minutos, mas devido a dinâmica da SEI, essa etapa necessita de 10 minutos.

Importante!

É necessário que os alunos observem a temperatura dos termômetros antes da atividade, por duas razões:

O primeiro passo é observar a temperatura inicial dos termômetros para que seja possível a comparação das temperaturas ao final da etapa investigativa. Além disso, deve-se verificar se os termômetros utilizados possuem a mesma temperatura inicial.

Esperar-se que nesse momento os alunos percebam que a temperatura na faixa depois do vermelho é mais alta que as demais faixas. Após o manuseio do aparato e verificação dos resultados, novas hipóteses são formuladas.

Nesse momento o professor utiliza um **controle remoto** e pede que os alunos observem a luz emitida pelo aparelho quando acionado com o auxílio da câmera do celular. Novamente o grupo de alunos deve discutir sobre as hipóteses levantadas, para resolver a situação problema. Nessa etapa o professor-mediador deve estimular os alunos a explicar o seu raciocínio. É nesse momento que o aluno passa a ação manipulativa para cognitiva, quando analisa e apresenta novas hipóteses para resolução do problema.

Material utilizado nesta etapa: prisma, réplica do modelo idealizado por William Herschel (apêndice 3) lupas, 2 termômetros e expositor 2, controle remoto e câmera do celular.

Pré-requisito: Luz solar.

1.3 TERCEIRA ETAPA

Nessa etapa ocorre o processo de sistematização do conhecimento, quando o professor deve proporcionar um momento de reflexão e interação dos alunos, estimular o diálogo para que mudanças possam ser provocadas e ocorra a construção de conceitos compartilhados favorecendo a Alfabetização Científica. (5 minutos)

Em seguida o professor apresenta o texto que se encontra no expositor 4 (Figura 7), onde encontramos um pequeno texto sobre o trabalho cientista William Herschel.



Figura 7 - Painel Expositor com um pouco da história do pesquisador William Herschel.

Fonte: a autora

Sugestão de material complementar

A Série Cosmos: Odisseia no Espaço apresentada pelo astrofísico Dr. Neil deGrasse Tyson, apresenta as descobertas das leis da natureza. Esta série dá vida a diversos personagens da história da ciência, entre eles William Herschel, que tem a sua contribuição para ciência retratada no Episódio 5.

Por razões legais não podemos disponibilizar o vídeo, que se encontra a venda no site da National Geographic.

CONCLUSÃO

A sequência idealizada para ter suas atividades desenvolvidas em espaços não formais de Educação podem ser facilmente adaptada para qualquer espaço destinado a educação.

Espera-se que esse produto possa contribuir para a formação de alunos, e sobretudo promover um ensino fundamentado em pesquisas científicas legítimas. Acredita-se que a ampliação do conhecimento e a compreensão a respeito do processo científico, seja o caminho que nós educadores dispomos para tornar o ensino mais democrático, acessível e legítimo.

A natureza da luz é um tema que possui várias as vertentes possíveis. A partir da descoberta de William Herschel pode-se propor uma viagem no tempo, conhecer as primeiras teorias e sua contribuição para teorias futuras.

Alfabetizar Cientificamente é hoje uma prática primordial para educação. Precisa-se urgentemente retirar as barreiras que mantem a informação científica restrita a poucos, e divulgar as boas práticas de ensino.

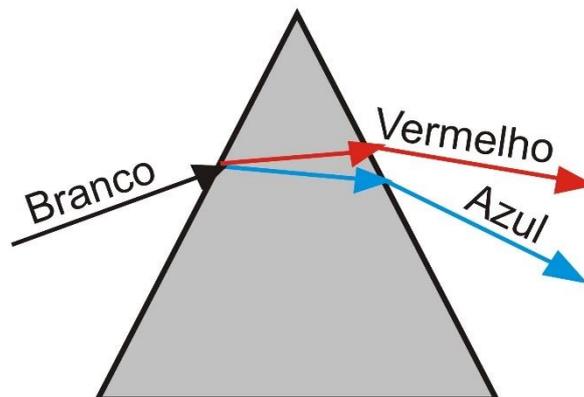
Texto Auxiliar 1

Para um arco-íris ser visto o Sol deve estar brilhando e as gotas de água provenientes da chuva, da mangueira da sua casa deve estar presente na parte oposta do Sol, ou seja, o Sol deve estar atrás de nós.

Assim como na gota d'água no prisma a luz branca é refretada duas vezes, e a separação em diversas cores é observável.

Como as diferentes frequências da luz se propagam com diferentes valores de velocidade em materiais transparentes, elas se refratam em diferentes graus. Quando a luz branca é refratada duas vezes, como em um prisma, a separação existente entre as diversas cores da luz é completamente notável. Essa separação da luz em cores dispostas segundo a frequência é chamada de dispersão (Figura 1). É ela que possibilitou a Isaac Newton produzir o espectro inteiro ao expor seu prisma de vidro à luz solar. (HEWITT, 2015, p.529).

Figura 1 - Dispersão causada por um prisma.

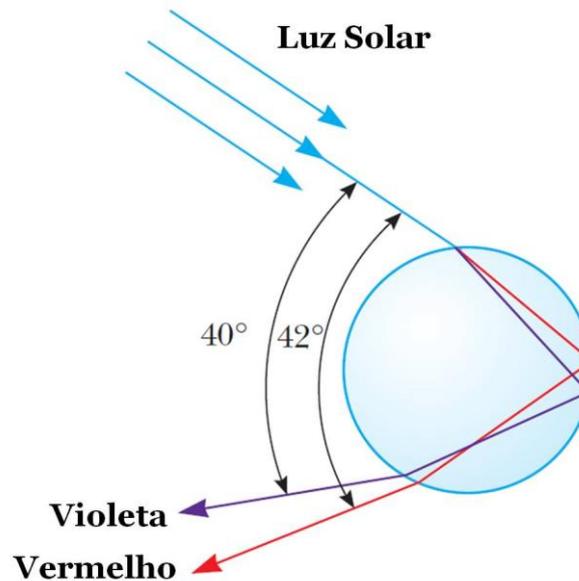


Fonte: Elaborada pela autora, 2019. Baseada em Hewitt, Bookman, 2015, p. 529.

Segundo Hewitt (2015), é possível compreender esse fenômeno como mostra a figura 2 a trajetória do raio luminoso, que ao entra na gota na superfície superior, tem parte da luz refratada pela água, a luz então é dispersa nas cores do seu espectro, sendo o violeta a mais desviada das cores e o

vermelho a menor. Ao alcançar o lado oposto da gota cada cor é refratada novamente e posteriormente refletida para o exterior.

Figura 2- Dispersão da luz causada por um pingo de chuva.



Fonte: Elaborada pela autora, 2019. Baseada em Hewitt, P. G., Bookman, 2015, p. 529

Aqui uma curiosidade...

Você vai observar que quando é apresentada a pergunta problematizadora: "O que acontece quando a luz do Sol quando passar por uma gota d'água?" vários alunos darão a seguinte resposta: "um pote de ouro!".

Da onde surgiu essa história? Em seu livro, *Luz e Cores*, Figueiredo e Pietrocola, (2000, p. 24) explica que:

Quem inventou essa história deve ter se inspirado no fato de as pedras preciosas também dispersarem a luz como um prisma. Daí a imaginar que um pote dessas pedras deveria mandar aquele colorido todo para o céu foi um passo!

Texto Auxiliar 2

Afinal, quais as aplicações da descoberta de William Herschel?

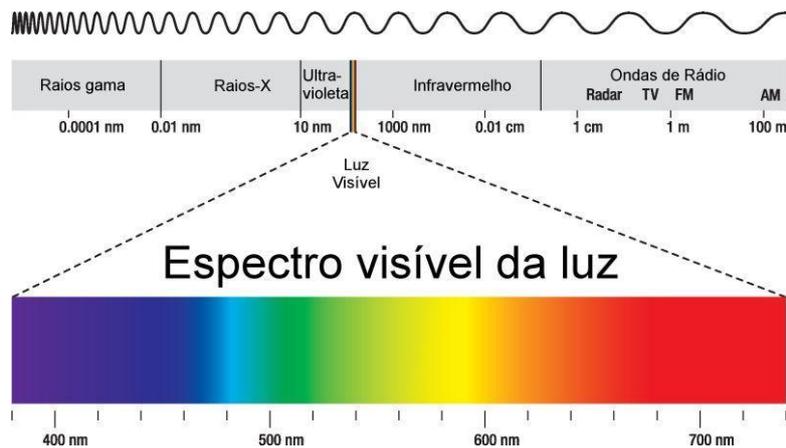
Herschel ao realizar sua pesquisa tinha uma pergunta a ser respondida, um problema a ser resolvido: “Por que os termômetros apresentavam diferentes temperaturas quando posicionados em diferentes faixas do espectro visível? E assim, depois de testar suas hipóteses concluiu que cada faixa do espectro possui um poder de aquecimento.

Mas não parou por aí! Ao realizar seus experimentos e aferições Herschel observou que um termômetro posicionado após a faixa vermelha do espectro apresentou aumento de temperatura, e depois de verificar os resultados concluiu que ali existia uma radiação invisível: o infravermelho.

O que é visível para nós é o resultado da interação da radiação eletromagnética com os corpos, ou melhor, da radiação emitida por eles. Na faixa de 0,0004 mm a 0,0007 mm (violeta ao vermelho) a maior parte da radiação é refletida, proporcionando a visão nesse intervalo denominada faixa de luz visível do espectro eletromagnético.

As ondas eletromagnéticas com comprimento de onda entre 0,0007 mm e 1 mm estão na faixa denominada infravermelho, são ondas de comprimentos maiores. Nessa faixa há maior absorção da radiação porque há a uma menor reflexão da radiação eletromagnética.

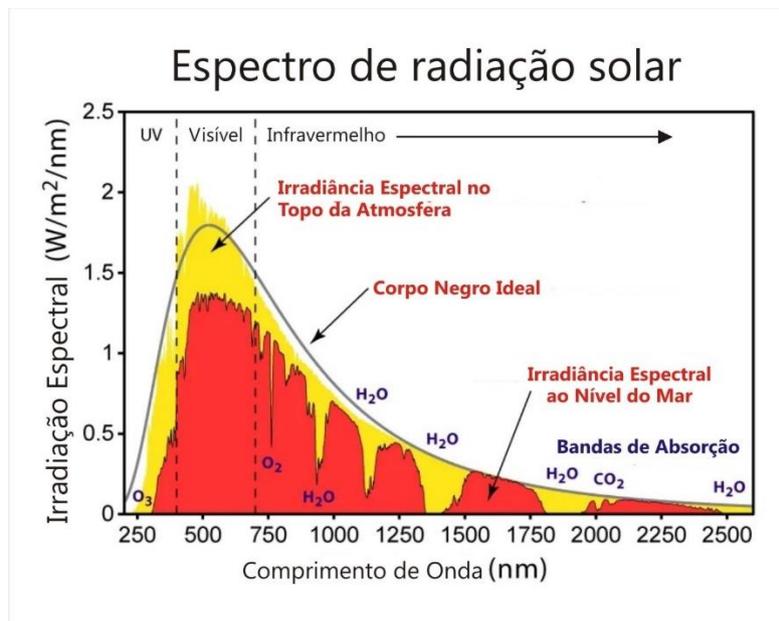
Figura 1 - Escala de comprimentos de onda.



Fonte: (<https://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>)

No gráfico da Figura 2 é possível observar que há muito mais energia chegando na superfície da Terra na faixa de infravermelho do que nas faixas da luz visível e ultravioleta (UV).

Figura 2- Radiância ao longo do espectro da radiação solar.



Fonte: Figura adaptada pela autora

https://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%3n_solar#/media/File:Solar_Spectrum.png

A radiação solar em seu trajeto pela atmosfera terrestre sofre várias perdas devido aos fenômenos de absorção e difusão. Alguns componentes atmosféricos absorvem a radiação solar: o gás ozônio intercepta as radiações ultravioletas, o gás carbônico que possui absorção nos comprimentos de onda específicos: 1,5 - 2,8 - 4,3 - 15 μm , sendo sua maior absorção na faixa do IV. É também na faixa do infravermelho que o vapor d'água absorve a radiação solar (REICHARDT e TIMM, 2012).

Para Reichardt e Timm o processo de difusão da radiação solar, onde parte da radiação retorna para o espaço pode ser determinado por diferentes constituintes:

Em virtude das dimensões das partículas determinantes da difusão, cumpre notar dois efeitos distintos. Se as partículas forem de dimensões da ordem de 0,01 a 0,1 do comprimento de onda da radiação, a difusão será o inverso da quarta potência do comprimento de onda da radiação. Isso significa que comprimentos de ondas menores são preferencialmente difundidos e a difusão cresce de modo rápido na direção do violeta no espectro visível (REICHARDT e TIMM, 2012; p.77).

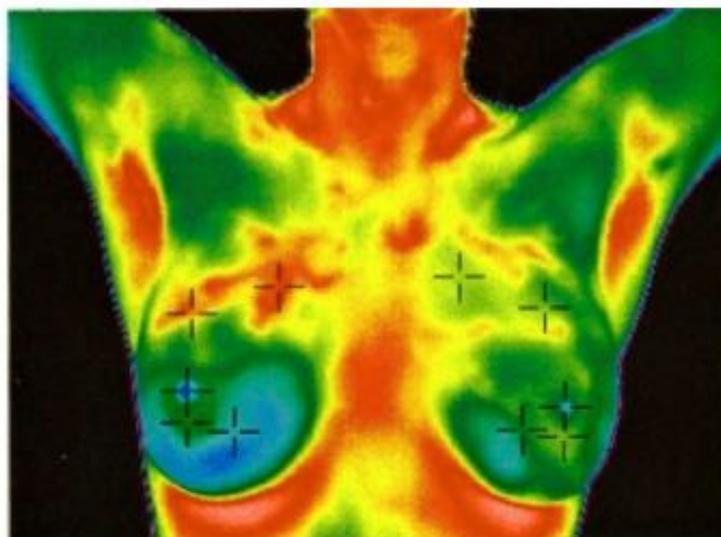
Moléculas quando irradiadas na faixa de luz UV ou do visível absorvem e emitem praticamente a mesma quantidade de energia, ocorrendo (muito) pouca absorção de energia. Já na faixa do visível e do IV, as moléculas absorvem quanta de energia correspondentes aos estados eletrônicos excitados que são soluções da equação de Schrödinger. Neste caso esta energia pode acionar outros modos como os de rotação e de vibração, sendo, portanto, essa energia absorvida. Essa energia absorvida promove aumento de energia cinética (de rotação ou vibração), o que pelo teorema de equipartição de energia, implica em aumento de temperatura.

A espectroscopia estuda a absorção e a emissão de radiação eletromagnética (luz) pela matéria, logo trata das interações entre a luz e a matéria, incluindo a dispersão da luz. Quando uma molécula em estado estacionário m é exposta à radiação eletromagnética, um fóton é absorvido resultando em uma transição para um estado energia superior n . As transições

vibracionais ocorrem na região do infravermelho a energia da radiação absorvida geralmente é dissipada por colisões intermoleculares em energias de translação, rotação e vibração, aumentando a temperatura do corpo/gás na faixa do IV (LEVINE, 2012). Uma molécula que absorve a radiação na região do IV passa para um estado de energia excitado, fazendo com que tenha uma maior amplitude de oscilação ou maior velocidade angular (rotação). Basicamente, o que observamos nesse intervalo de energia são mudanças vibracionais (LEITE, 2012).

Segundo Micha et al., (2011) os corpos a temperatura ambiente não emitem radiação na região visível do espectro eletromagnético, comportamento diferente do encontrado na região do infravermelho, tornando possível o imageamento dos corpos, com pouca luz visível, como na Figura 3.

Figura 3 - Exemplo de aplicações da radiação infravermelha: mapeamento das temperaturas de um corpo feminino para detecção de tumores na região mamária.



Fonte: https://www.researchgate.net/profile/Daniel_Micha

Sugestão de leitura

O infravermelho do controle remoto.

<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=o-infravermelho-dos-controladores-remotos>

Esquema para reprodução do expositor.

Figuras 1 - Esquema do modelo expositor.

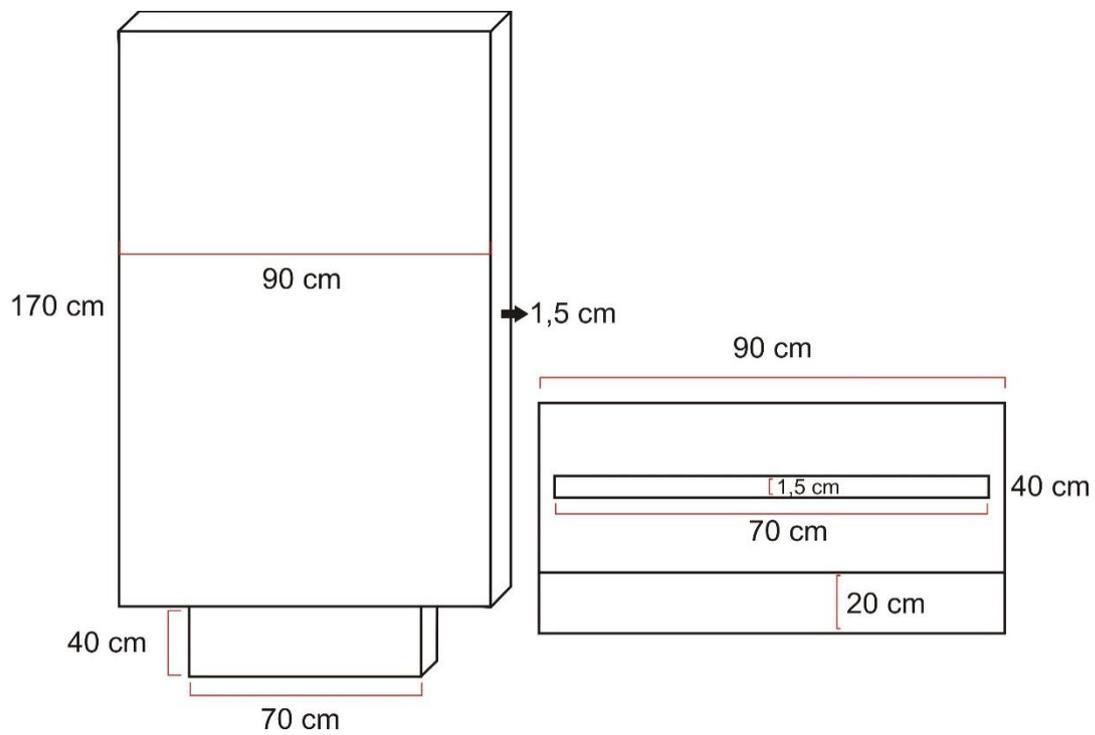
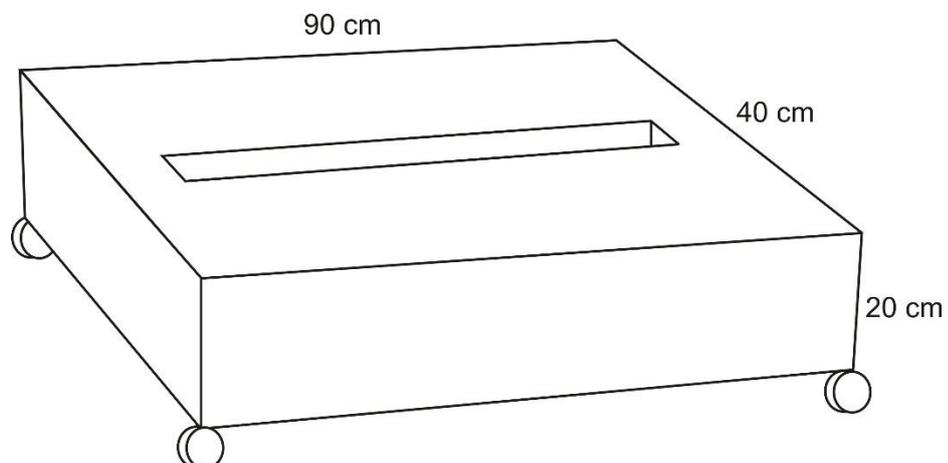


Figura 2 - Esquema detalhado da base expositora.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Apêndice 4

Esquema para reprodução do modelo experimental.

Figura 1 -Peça 1: base inferior; Peça 2: arestas para fixação do completo do prisma.

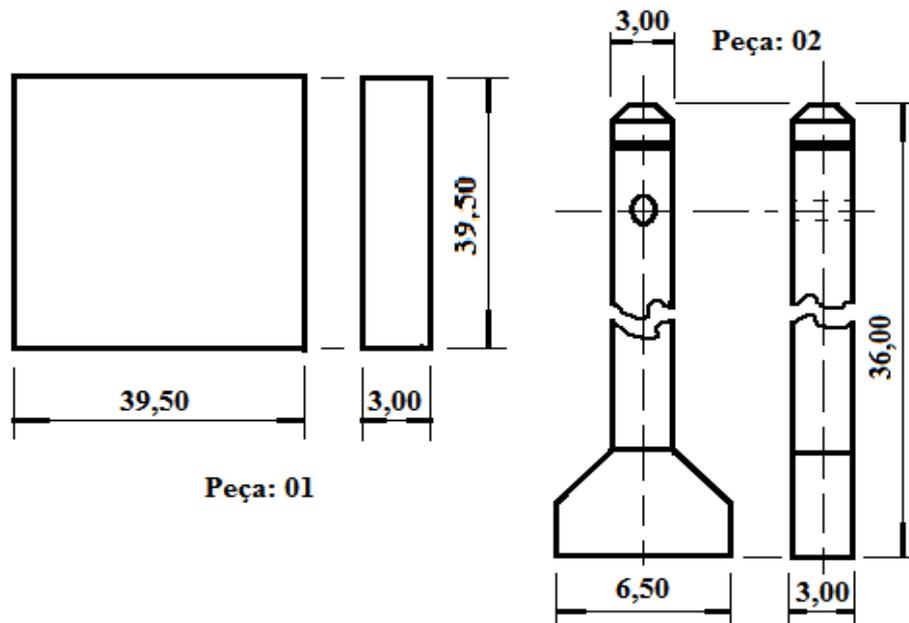
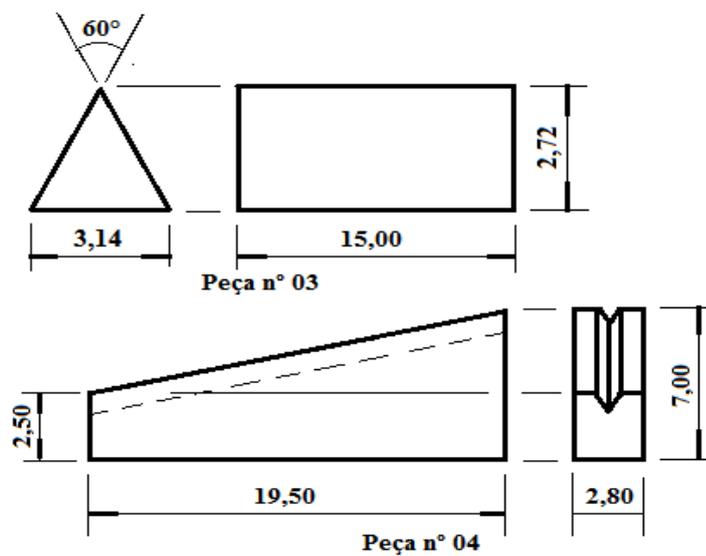


Figura 2 - Peça 3: suporte para fixação do prisma; Peça 4: suporte para os termômetros.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Questionário pós-visita a Exposição "O que vem depois do arco-íris?"

Para análise dos grupos de participantes

1. Como os participantes interagiram com o material?

Satisfatoriamente

Insatisfatoriamente

2. Em algum momento da discussão as conexões não foram eficientes?

Sim

Não

3. Em que momentos das discussões as conexões se apresentaram insuficientes?

4. Em qual momento ocorreu maior participação dos alunos durante a atividade?

FONTE: Questionário elaborado pela autora, 2018. Tendo como referência FIGUEROA, A. M. S. Os objetos nos museus de ciências: o papel dos modelos pedagógicos na aprendizagem. 2012. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012, 200f.

Questionário pós-visita a exposição "O que vem depois do arco-íris?"

Unidade Escolar: _____ Ano: _____

Responda:

1. O que você aprendeu sobre a descoberta de William Herschel, a radiação infravermelha?

2. Você tinha conhecimento dessa descoberta?

- Sim
 Não

3. Você acha que se todas as aulas fossem ministradas dessa forma, partindo de um problema a ser resolvido, você aprenderia mais?

- Sim
 Não

4. Você achou relevantes saber um pouco mais sobre a história da ciência?

- Sim
 Não

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, A. M. P. D. et al. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementações em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA M.; **Física em outro lado: Luz e cores.** São Paulo: FTD, p. 24, 2000.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 62. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.
- HERSCHEL, W. Experiments on the Refrangibility of the Invisible Rays of the Sun. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 90, p. 284-292, 1800b.
- HEWITT, P. G.; **Física Conceitual.** 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- LEITE, Diego de Oliveira; PRADO, Rogério Junqueira. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio. **Rev. Bras. Ensino Física**, São Paulo , v. 34, n. 2, p. 1-9, junho 2012.
- LEVINE, I. N.; **Físico-Química.** 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- MICHA, Daniel Neves et al . "Vendo o invisível": experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo. **Rev. Bras. Ensino Física**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 01-06, marco, 2011.
- OLIVEIRA, L. M. **O que vem depois do arco-íris?** Uma sequência de ensino por investigação em um espaço não formal de Educação. Volta Redonda: UFF, 2020.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.