



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ - UNIFESSPA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA - MNPEF**

**JOSIVALDO CHAVES COSTA**

**DISPOSITIVOS DE EMISSÃO E RECEPÇÃO DE RADIAÇÕES  
ELETROMAGNÉTICAS NO PROCESSO DE ENSINAGEM DA FÍSICA NO  
ENSINO MÉDIO**



**MARABÁ – PA 2022**

## **APRESENTAÇÃO**

“A Física é a Ciência que investiga os fenômenos naturais.”

Este tem sido o conceito mais disseminado e conhecido desta ciência que ocupou estudiosos e pesquisadores ao longo de milênios e séculos. A terra e o universo trazem desafios desde os tempos passados até o atual momento. Na medida que a humanidade foi descobrindo e aprendendo como ocorrem as leis da natureza, ficou claro que a Física tem um papel fundamental para os seres humanos, no que diz respeito a praticidade no fazer as coisas do dia a dia, conforto e qualidade de vida. Fica cada vez mais evidente a presença desta Ciência no contexto de vivência das sociedades mundo a fora.

O estudo da Física ocorre na fase final do ensino básico, especificamente nos três anos da jornada do Ensino Médio. Neste estágio, o objetivo geral é desenvolver a autonomia intelectual para bons projetos de vida do ser humano, guiando-os para a vida adulta de forma ética, e, conhecedor dos ambientes de vivência. Diante disto, a nova concepção do ensino de Física deve apresentar os conceitos físicos na linguagem do cotidiano, em conexão com a História, a Química, a Matemática e a Biologia.

A proposta deste manual é criar um cenário de investigação, para docentes e discentes, que traga conhecimentos das mais diferentes questões do ambiente tecnológico que estamos inseridos. Vendo o que os cientistas do passado descobriram, estudaram e desenvolveram.

Na busca de uma melhor compreensão de alguns fenômenos físicos demonstramos aqui, alguns eventos naturais na forma de atividades experimentais.

Esperamos que este manual possa ser mais uma ferramenta de apoio e incentivo para o instigante desafio de compreender a natureza e a tecnologia dos nossos dias.

**O autor**

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
1. ESTRUTURA DO MANUAL.....	9
2. A UTILIZAÇÃO DO MANUAL .....	10
3. FUNDAMENTOS PARA O ENSINO .....	10
4. AULAS EXPERIMENTAIS .....	11
4.1 AULA EXPERIMENTAL 01: ANÁLISE DA CHAMA DE UMA VELA .....	12
Abordagens .....	12
Competências e habilidades .....	12
Materiais utilizados.....	12
Fundamentação teórica.....	12
Estratégia didática.....	13
Problematização .....	13
Procedimentos.....	14
Estruturando os resultados .....	15
Dicas de Segurança .....	15
Sugestões .....	15
4.2 AULA EXPERIMENTAL 02: PERCEBENDO O INFRAVERMELHO .....	16
Abordagens .....	16
Competências e habilidades .....	16
Materiais utilizados.....	16
Fundamentação teórica.....	16
Estratégia didática.....	17
Problematização .....	17
Procedimentos.....	18
Estruturando os resultados .....	19
Dicas de Segurança .....	19
Sugestões .....	19
4.3 AULA EXPERIMENTAL 03: VERIFICANDO A TOPOGRAFIA DOS NÍVEIS DE ENERGIA (RADIAÇÃO) EM UMA CHAMA DE VELA .....	20
Abordagens .....	20
Competências e habilidades .....	20
Materiais utilizados.....	20
Fundamentação teórica.....	20
Estratégia didática.....	21

Problematização .....	21
Procedimentos.....	22
Estruturando os resultados .....	22
Dicas de Segurança .....	22
Sugestões .....	22
4.4 AULA EXPERIMENTAL 04: ENXERGANDO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS EM UM FEIXE DE LUZ .....	23
Abordagens .....	23
Competências e habilidades .....	23
Materiais utilizados.....	23
Fundamentação teórica.....	23
Estratégia didática.....	24
Problematização .....	24
Procedimentos.....	24
Estruturando os resultados .....	25
Dicas de Segurança .....	25
Sugestões .....	25
4.5 AULA EXPERIMENTAL 05: ENXERGANDO A RADIAÇÃO INFRAVERMELHA EMITIDA POR CONTROLE REMOTO .....	26
Abordagens .....	26
Competências e habilidades .....	26
Materiais utilizados.....	26
Fundamentação teórica.....	27
Estratégia didática.....	27
Problematização .....	28
Procedimentos.....	28
Estruturando os resultados .....	29
Dicas de Segurança .....	29
Sugestões .....	29
4.6 AULA EXPERIMENTAL 06: VISUALIZANDO O PERFIL DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS EM UMA LÂMPADA DE FILAMENTO (INCANDESCENTE)	
30	
Abordagens .....	30
Competências e habilidades .....	30
Materiais utilizados.....	30
Fundamentação teórica.....	31

Estratégia didática.....	32
Problematização .....	32
Procedimentos.....	33
Estruturando os resultados .....	33
Dicas de Segurança .....	34
Sugestões .....	34
<b>4.7 AULA EXPERIMENTAL 07: VERIFICANDO A TOPOGRAFIA DE UM RAI LASER.....</b>	<b>35</b>
Abordagens .....	35
Competências e habilidades .....	35
Materiais utilizados.....	35
Fundamentação teórica.....	36
Estratégia didática.....	38
Problematização .....	38
Procedimentos.....	39
Estruturando os resultados .....	40
Dicas de Segurança .....	40
Sugestões .....	40
<b>4.8 AULA EXPERIMENTAL 08: GERAÇÃO DE ONDAS DE RADIO .....</b>	<b>41</b>
Abordagens .....	41
Competências e habilidades .....	41
Materiais utilizados.....	41
Fundamentação teórica.....	42
Estratégia didática.....	42
Problematização .....	43
Procedimentos.....	43
Estruturando os resultados .....	43
Dicas de Segurança .....	44
Sugestões .....	44
<b>4.9 AULA EXPERIMENTAL 09: REFRAÇÃO DE LUZ BRANCA .....</b>	<b>45</b>
Abordagens .....	45
Competências e habilidades .....	45
Materiais utilizados.....	45
Fundamentação teórica.....	46
Estratégia didática.....	47

Problematização .....	47
Procedimentos.....	47
Estruturando os resultados .....	48
Dicas de Segurança .....	48
Sugestões .....	48
BIBLIOGRAFIA.....	49



## INTRODUÇÃO

O manual aqui apresentado é um produto educacional desenvolvido dentro do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Neste, são abordados temas importantes da Física Moderna e Contemporânea, mas a proposta principal é levar o aluno a perceber a presença desta Ciência em seu contexto social, seja, em objetos simples como uma vela ou lâmpada acesa, ou equipamentos eletroeletrônicos desde os mais simples aos mais complexos. Para atender a esta proposta é preciso ir além do ensino tradicional, com a incorporação de novas metodologias de ensino ou com a inovação dos métodos já existente.

É sugerido que o planejamento didático pedagógico, em primeiro momento, deve utilizar propostas como esta, para nortear as aulas, a partir de um eixo norteador que deixe claro “para que ensinar”, e, “não o que ensinar”. Este último questionamento tem relação com os conteúdos a serem ensinados.

Nesse “para que ensinar” estão inseridas as competências e as habilidades a serem trabalhadas no Ensino Médio. As competências mais gerais são agrupadas, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), em três conjuntos: representação e comunicação; investigação e compreensão; contextualização sociocultural. Essas competências mais gerais se desdobram em habilidades básicas específicas, que se espera que sejam desenvolvidas pelos alunos em Física. (TORRES et al. 2016).

Aulas experimentais são justificativas importantes para buscar a compreensão dos fenômenos físicos a partir dos conteúdos, desde que se tenha definido “para que ensinar”. Elas consolidam a aprendizagem de certos conceitos que são de difícil compreensão, uma vez que a Física é uma Ciência de muita abstração. Experimentos, também permite o entendimento da aplicabilidade da Física em situações do cotidiano.

A metodologia de aulas experimentais tem forte tendência de encantar os estudantes e despertar o entendimento para o fazer científico, além da clareza e transparência das aplicações dos conteúdos ministrado nas aulas teóricas.

Conforme os PCNEM, a Física precisa apresentar-se como um conjunto de competências específicas que permitam o estudante perceber e lidar com os



fenômenos da natureza e a tecnologia que estão presentes tanto no cotidiano atual quanto na compreensão do universo distante, a partir de modelos, leis e princípios existentes nela. Diante do exposto, há a necessidade de ensinar Física de forma contextualizada promovendo uma transposição didática do conhecimento formal para a vivência do aluno, a fim de que haja significado. Neste sentido fica determinado a relação entre a teoria e a prática, ideal para a contextualização dos conteúdos mais concretos de uma Ciência tão presente. Logo, investigar aplicações das ciências no processo educacional é condição para aprendizagem significativa.

## 1. ESTRUTURA DO MANUAL

Este manual traz instruções de práticas de aulas experimentais com abordagens sobre as radiações eletromagnéticas, destacando os conceitos e características de cada faixa do espectro eletromagnético entre as ondas de rádio e as ondas de luz visível. Aqui estão descritos 09 (nove) experimentos de pouca complexidade que podem ser trabalhados nos ambientes de laboratório de Ciência ou mesmo no ambiente de sala de aula.

Os objetos e equipamentos utilizados são de fácil acesso e custo relativamente baixo, são eles: a câmera tipo webcam modificada (sem o filtro de infravermelho). para projeção de imagem no computador, vela de parafina, ferro elétrico de passar roupa, lâmpadas branca e incandescente, emissor de laser de baixa intensidade, rádio de pilha e prisma de formato triangular ou quadrangular.

As aulas experimentais descritas neste manual abordam os seguintes temas:

01. Análise da chama de uma vela.
02. Percebendo o infravermelho.
03. Verificando a topografia dos níveis de energia (radiação) em uma chama de vela.
04. Enxergando as ondas eletromagnéticas em um feixe de luz.
05. Enxergando a radiação infravermelha emitida por controle remoto.
06. Visualizando o perfil das ondas eletromagnéticas em uma lâmpada de filamento.
07. Verificando a topografia de um raio laser.
08. Geração de ondas de rádio.
09. Refração de luz branca.

Cada aula experimental está organizada da seguinte forma:

- ✓ Abordagens
- ✓ Competências e habilidades
- ✓ Materiais utilizados
- ✓ Fundamentação teórica
- ✓ Estratégia didática
- ✓ Problematização
- ✓ Procedimentos
- ✓ Estruturando os resultados
- ✓ Dicas de segurança (se necessário)
- ✓ Sugestão

## **2. A UTILIZAÇÃO DO MANUAL**

A utilização deste manual poderá potencializar o processo de ensino e aprendizagem do tema ondas eletromagnéticas, uma vez que a visualização e vivência da aplicação da Física Moderna nos diversos meios objetos e equipamentos proporcionam uma melhor compreensão dos fenômenos naturais e a tecnologia. O professor pode, caso ache necessário, fazer uma abordagem do tema a ser estudado (experimentado).

É ideal que os alunos sejam organizados em grupos de máximo 6 componentes no momento da realização das aulas experimentais. Entregar um manual para cada um ou dois alunos, a fim de ler e conhecer toda a fundamentação teórica e acompanhar os procedimentos necessários para o desenvolver de cada aula.

O tempo sugerido para cada aula experimental é de 50 minutos, assim distribuídos:

- 5 minutos para a organização dos grupos e distribuição do manual;
- 20 minutos para leitura e esclarecimentos de dúvidas (se necessário);
- 15 minutos para realização e observação do experimento;
- 10 minutos para discussão, anotações e estruturação dos resultados.

Durante os 20 minutos de leitura e esclarecimentos, o professor poderá usar da estratégia didática para enfatizar a teoria presente no referido tema estudado.

## **3. FUNDAMENTOS PARA O ENSINO**

A fundamentação de ensino deste manual está na teoria da aprendizagem significativa descrita por David Ausubel. Considera-se todos os conhecimentos prévio dos alunos, como aqueles do senso comum e os conhecimentos adquiridos nas séries anteriores subsunçores que irão ancorar na nova informação, formando novos conceitos e entendimentos.

O manual proporciona o encontro entre teoria e prática em um mesmo momento pedagógico, com a intenção de despertar a curiosidade e atração para os conteúdos que tratam do tema em questão, e consolidando novos conhecimentos com significância e realidade. O vínculo entre teoria e prática é uma expertise pedagógica que deve estar presente no processo ensino e aprendizagem.

Em cada aula experimental o tópico estratégia didática deve ser um guia para o professor explorar melhor cada tema abordado, com o intuito de alcançar os

objetivos definidos conforme a BNCC, que preconiza a mobilização de conhecimentos, novas habilidades, atitudes e valores para entender e resolver demandas complexas da vida cotidiana.

## 4. AULAS EXPERIMENTAIS

### 4.1 AULA EXPERIMENTAL 01



#### ANÁLISE DA CHAMA DE UMA VELA

##### Abordagens

A relação da temperatura de uma chama com as diferentes cores apresentadas nas regiões distintas dela; mostrar que a cor do fogo é resultado da radiação de luz visível, e que esta é formada por fótons (micropartículas que tem comportamento de onda eletromagnética); a relação do comprimento e frequência da onda com as diferentes cores apresentadas nas regiões distintas da chama.

##### Competências e habilidades

- Conhecer que a chama de um pavio (vela, lamparina ou similar) são ondas eletromagnéticas.
- Entender que as diferentes cores na chama são devidas as diferentes frequências das ondas eletromagnéticas.
- Caracterizar e classificar os tipos de ondas eletromagnéticas presentes em uma chama de vela, lamparina ou similar.

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica (de acordo com a BNCC).

##### Materiais utilizados

- ✓ Vela
- ✓ Papel sem pauta tipo sulfite A4
- ✓ Lápis de cor (azul, amarelo e vermelho)

##### Fundamentação teórica

Equipamento de uso doméstico como o fogão de cozinha possui uma chama azul, pois esta possui alta energia e alta temperatura, que proporcionam um cozimento mais rápido dos alimentos. Outro equipamento de emissão de chama azul é o

maçarico de soldagem a gás, que emite alta energia e alta temperatura que provoca o derretimento do metal a ser soldado.

Nas radiações eletromagnéticas, o tamanho da onda depende da quantidade de energia que ela carrega: uma onda muito curta possui mais energia do que uma onda muito grande. O comprimento da onda na região da cor azul em uma chama de vela é menor que o comprimento de uma onda na região da cor amarela. Logo, existe mais energia na região azul e menos energia na região amarela, daí vem o entendimento porque as temperaturas são altas e baixas nas duas regiões respectivamente. A tabela I abaixo mostra alguns valores de temperatura e energia relacionados às cores do espectro eletromagnético.

Tabela I

<i>Relação temperatura, energia e cor da chama</i>			
<b>Faixa do espectro</b>	<b>Cor</b>	<b>Temperatura ( °C ) (aproximada)</b>	<b>Energia do fóton (aproximada)</b>
Infravermelho	-----	< 525	0,66 eV a 1,13 eV
Visível	Vermelho	~ 525	1,89 eV
Visível	Alaranjado	~ 800	2,1 eV
Visível	Ciano	~ 1000	2,5 eV
Visível	Azul	~ 1300	2,86 eV

Adaptada de: Paulo José Sena dos Santos (UFSC – Departamento de Física)

### **Estratégia didática**

O professor pode apresentar o modelo clássico da emissão de ondas eletromagnéticas provenientes da vibração das cargas elétricas para a discussão de alguns fenômenos relacionados à emissão de luz e sua interação com a matéria. Demonstrar o espectro eletromagnético, destacando todas as variáveis relacionadas nas diferentes faixas de ondas, dando maior ênfase na faixa de luz visível e suas diferentes cores. Destacar a região do infravermelho, mostrando suas características com relação às características das outras faixas.

A experimentação precisa ser feita em um ambiente com pouco ou nenhum fluxo de vento para que possa ser produzida uma chama sem espalhamento, de maneira uniforme.

### **Problematização**

Na observação e análise do espectro eletromagnético é compreendida a relação da frequência e comprimento das ondas com as cores da parte do visível,

embora em pequenas variações, também é observada a baixa frequência da região invisível (infravermelho) relacionando com uma baixa temperatura. Conforme os dados da tabela I, verifica-se uma variação consideravelmente pequena de energia nas faixas de cores distintas, porém o suficiente para provocar grandes variações na temperatura dessas faixas.

### Procedimentos

- 1- Acender a vela (mantendo o ambiente fechado para evitar espalhamento da chama por fluxo de vento).
- 2- Observe as cores distintas na chama, em seguida desenhe com lápis de cor no papel as diferentes cores observadas na chama.

Figura 01 – Disposição das cores



Fonte: Elaborada pelo autor

- 3- Gerar discussão com os colegas do grupo se há alguma relação das cores observadas com a temperatura e energia.
- 4- Montar a tabela a seguir para anotar os valores da temperatura e da energia em baixa, média ou alta, conforme a cor identificada (use a tabela I para fundamentar suas observações).

Cor da chama	Temperatura	Energia

- 5- A partir das anotações defina qual a parte da vela possui mais energia e menos energia.
- 6- Escreva uma pequena conclusão sobre os resultados observados.

### **Estruturando os resultados**

- 1- Descreva o que você sabia antes sobre as diferentes cores existentes nos processos de combustão (chama), e o que entendeu após a realização desta aula prática sobre o assunto abordado.
- 2- Diga o que explica melhor sobre os conhecimentos do fenômeno da combustão e relação de cores, seus conhecimentos prévios (o que você já possuía) ou que foi adquirido nesta aula?
- 3- Qual a comparação feita sobre as faixas de cores e da chama e as temperaturas nelas?
- 4- Qual a conclusão a respeito das ondas eletromagnéticas e as faixas de luz visível e luz invisível (infravermelha)?

### **Dicas de Segurança**

Cuidado ao manusear a vela, mantenha em lugar fixo.

### **Sugestões**

- Para o acompanhamento e observação organize os alunos em grupos de 5 ou 6.
- Tente manter o ambiente fechado sem fluxo de vento para manter a chama o mais alinhado possível.
- Tente manter o ambiente com pouca iluminação para melhorar a visualização das distintas cores.



## 4.2 AULA EXPERIMENTAL 02



### PERCEBENDO O INFRAVERMELHO

#### Abordagens

A presença da radiação infravermelha em nosso contexto de vivência, como por exemplo: o calor transmitido pela superfície do ferro de passar roupa, a camada energética na superfície de nosso corpo, dentre outros, mas essa onda eletromagnética não é percebida pela maioria das pessoas. Os humanos não conseguem enxergar a radiação infravermelha, mas consegue sentir em forma de calor.

#### Competências e habilidades

- Observar o aquecimento gradual na superfície de um ferro de passar roupas.
- Entender que o aquecimento na superfície do ferro é a radiação infravermelha emitida.
- Analisar fenômenos naturais e fenômenos provocados em processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica (de acordo com a BNCC).

#### Materiais utilizados

- ✓ Ferro elétrico de passar roupas
- ✓ Papel sem pauta tipo sulfite A4

#### Fundamentação teórica

É de conhecimento da ciência que objetos quentes emite radiação infravermelha e mesmo ela não podendo ser vista, pode ser sentida. Aproximadamente 70% dos raios emitidos pelo sol atingem a terra e chegam à

superfície terrestre, uma parte destes raios é absorvido por diversos corpos e objetos, e até mesmo pela terra e em seguida refletidos sob a forma de radiação infravermelha. Quando estamos expostos ao sol sentimos esta radiação em forma de calor.

### **Estratégia didática**

É importante que o professor faça a demonstração do espectro eletromagnético, mostrando o comprimento de onda da radiação infravermelha (que tem entre  $1\mu$  micrômetro e  $1000\mu$ ), que é ligeiramente mais comprida do que a luz visível e que se situa entre a região de luz vermelha e a região das micro-ondas. Destacar as três regiões: infravermelha longa, média e próxima, mesmo entendendo que essa subdivisão não seja muito precisa, mas que se fundamenta nas variações do comprimento de onda como:

- De 0,7 a 1,5 micrômetro – próxima.
- De 1,6 a 9,9 micrômetros – média
- De 10 a 1000 micrômetros – longa

Abordar que a radiação infravermelha próxima possui as mesmas características da luz visível, e que é possível produzi-la a partir de qualquer fonte luminosa, já a radiação infravermelha média exige técnicas mais aprofundadas para sua produção e a longa necessita de equipamentos especiais para que seja produzida.

Deixa claro para o aluno que uma onda eletromagnética não precisa de um meio para se propagar e por isso que o calor (radiação infravermelha) sentido na mão ao se aproximar da superfície do ferro de passar roupa é sentido.

### **Problematização**

A existência da radiação térmica é constatada quando aproximamos parte de nosso corpo a um objeto aquecido como, por exemplo: uma brasa ou um metal incandescente. Mesmo se a atmosfera ao redor desse corpo estiver fria iremos perceber um aquecimento em nossa pele, isto se dá por causa da radiação infravermelha.

Podemos verificar se um ferro de passar roupas está quente sem precisar tocar nele, para isto basta aproximar uma das mãos à superfície inferior (local onde faz contato com a roupa), então uma sensação repentina de calor é sentida porque a radiação infravermelha é emitida pelo equipamento e as moléculas da superfície da mão vibram transmitindo a sensação de calor.

O ferro elétrico de passar roupa funciona (aquece) devido a passagem de uma corrente elétrica em um corpo resistivo, chamado de “resistências”. Esse processo é o fenômeno do Efeito Joule, em que ocorre colisões de elétrons no interior do material da resistência produzindo energia térmica, denominada de calor.

Embora havendo a correlação entre temperatura e emissão de radiação, não é possível fornecer uma descrição quantitativa que seja aceitável. A temperatura é uma medida da agitação aleatória das partículas (calor), que constituem a matéria, e a matéria possui cargas que se movimentam de forma acelerada emitindo radiação.

### Procedimentos

- 1- Ligar o ferro elétrico de passar e observar o aquecimento de sua base de metal.
- 2- Ajustar o botão de nível de aquecimento, em pelo menos 3 níveis diferentes.

Figura 02 – Botão de ajuste de temperatura



Fonte: Elaborada pelo autor

- 3- Em cada nível ajustado aproximar a mão em aproximadamente 5,0 cm da base (**sem tocar na superfície!**), percebendo as diferentes temperaturas sentidas.

Figura 03 – Posição da mão



Fonte: Elaborada pelo autor

- 5- Faça as observações, para cada nível de temperatura ajustado nos botões (tópico 2), da sensibilidade sentida pelo corpo, entendendo que a radiação infravermelha varia de acordo com a variação de temperatura.

### **Estruturando os resultados**

- 1- Descreva o que você sabia antes sobre a radiação térmica e a relação dela com a radiação infravermelha, e o que entendeu após a realização desta aula prática sobre o assunto abordado.
- 2- Descreva sobre seu conhecimento prévio a respeito do calor sentido ao aproximar a mão na superfície quente de um ferro elétrico, ou seja, que explicação ou teoria você consegue descrever sobre o processo de aquecimento?
- 3- Em grupo, discutir o que foi observado nos níveis de temperatura, por exemplo: sensação de calor nos níveis de ajustes do botão.
- 4- Em comparação com a aula experimental 01, faça as observações notadas entre luz visível e luz invisível.
- 5- Qual a conclusão a respeito da radiação térmica e a radiação infravermelha?

### **Dicas de Segurança**

Não toque com sua mão ou qualquer outra parte do corpo na superfície aquecida do ferro.

### **Sugestões**

- Para o acompanhamento e observação organize os alunos em grupos de máximo 6.
- Tente manter o ambiente com refrigeração moderada (aproximadamente 25° C) para melhorar as observações sobre os níveis de calor gerado pelo ferro.

### 4.3 AULA EXPERIMENTAL 03



#### VERIFICANDO A TOPOGRAFIA DOS NÍVEIS DE ENERGIA (RADIAÇÃO) EM UMA CHAMA DE VELA

##### Abordagens

Instrumentos ópticos para visualização de radiações nas regiões do espectro de luz invisível e visível. Enxergar a topografia dos níveis de calor que está sendo produzido pela chama de uma vela por meio da webcam e uma tela de computador, com destaque na região da radiação infravermelha.

##### Competências e habilidades

- Compreender por meio da visualização que parte da quantidade de calor emitido em uma chama é radiação infravermelha.
- Perceber que em uma chama de vela existem diferentes comprimentos de ondas.
- Entender que as diferentes cores em uma chama são devidas aos diferentes comprimentos de onda e às diferentes frequências das ondas eletromagnéticas.
- Visualizar e analisar fenômenos naturais com base nas interações e relações entre matéria e energia.
- (EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, (de acordo com a BNCC).

##### Materiais utilizados

- ✓ Uma vela e isqueiro ou caixa de fósforo
- ✓ Notebook ou Computador de mesa
- ✓ Webcam sem o filtro de infravermelho

##### Fundamentação teórica

De todas as ondas eletromagnéticas, nossos olhos só podem detectar uma pequena parte delas, e, que devido a isto, é chamada de radiação visível ou simplesmente luz. Essa radiação é emitida por corpos aquecidos, como a chama de uma vela ou o filamento de uma lâmpada incandescente. A radiação visível é composta por diversas cores, onde cada uma corresponde a uma faixa de frequência.

Não existem limites claros e específicos que definem a transição de uma cor para a outra. Quando olhamos um arco-íris percebemos que não é possível definir onde termina, por exemplo, vermelha e começa a amarela. É observável também que uma mesma cor pode apresentar diferentes tonalidades.

A luz das chamas ou das lâmpadas que iluminam nossos ambientes pode ser decomposta em diferentes cores. A decomposição das cores do espectro de luz se deve à diferença entre as frequências das ondas. Cada cor do espectro está associada a uma frequência e, portanto, a certa energia.

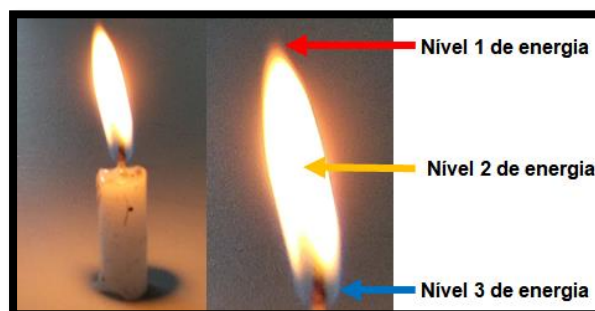
### **Estratégia didática**

É importante que o professor faça a demonstração do espectro eletromagnético, destacando a faixa de luz visível e a variação da frequência, assim como destacar que, a variação de energia é devida à variação de frequência. Como se trata de uma chama, a variação de cores tem relação com a variação de níveis de energia térmica.

### **Problematização**

Pelo senso comum, é de conhecimento da maioria das pessoas que a cor de uma chama demonstra o quanto quente ela é, ou seja, o quanto é alta sua temperatura. Por exemplo, a cor de uma chama avermelhada é menos quente do que uma amarelada, e esta é menos quente do que uma chama azulada. Neste contexto, é válido o saber pela ciência da forma topográfica dos níveis de energia das relações de cores.

Figura 04 – Níveis de calor

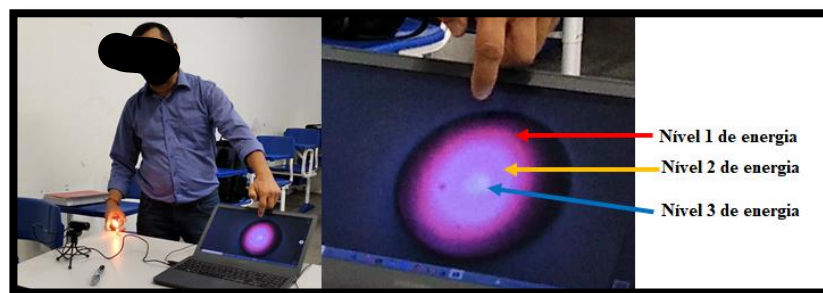


Fonte: elaborado pelo autor

## Procedimentos

- 1- Conectar a webcam em um Notebook ou Computador de mesa.
- 2- Posicionar uma vela acesa em frente a webcam.
- 3- Procurar um posicionamento da webcam que proporcione um ângulo ideal para projetar a imagem da chama da vela na tela do Notebook ou Computador de mesa.
- 4- Faça as observações na imagem projetada na tela (figura 05).

Figura 05 – Topografia dos níveis de energia



Fonte: elaborado pelo autor

## Estruturando os resultados

- 1- Descreva o que você sabia antes sobre a relação de calor com as cores da chama de uma vela, e o que entendeu após a realização aula sobre o assunto abordado.
- 2- Em grupo, discutir o que foi observado na topografia da quantidade de calor em relação às cores da chama.
- 3- Em comparação com a aula experimental 01, faça as observações de sua compreensão sobre a radiação em volta da chama e as diferentes cores percebidas na topografia dela.
- 4- Descreva a relação das diferentes cores percebidas na topografia da quantidade de calor da chama com os comprimentos de ondas visto no espectro.
- 5- Qual a conclusão a respeito da quantidade de calor e a radiação infravermelha?

## Dicas de Segurança

Cuidado ao manusear a vela, mantenha em lugar fixo.

## Sugestões

- Para o acompanhamento e observação organize os alunos em grupos de 5 ou 6.

## 4.4 AULA EXPERIMENTAL 04



### ENXERGANDO AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS EM UM FEIXE DE LUZ

#### Abordagens

Instrumentos ópticos para visualização de radiações nas regiões do espectro de luz visível. Visualização das ondas eletromagnéticas de um feixe de luz, comprovando a sua natureza ondulatória.

#### Competências e habilidades

- Perceber o fenômeno ondulatório da luz, descrevendo relato de suas características pelo conhecimento físico, e seu papel no desenvolvimento da tecnologia.
- Entender que a sensibilidade dos nossos olhos em se comunicar com as regiões visível e invisível do espectro está em função com o comprimento de onda.
- Argumentar de forma clara os pontos de vista, apresentando razões e justificativas de fácil entendimento e de forma consistente.
- Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico dos modelos idealizados até aos atuais modelos.

#### Materiais utilizados

- ✓ Uma luminária portátil (tipo luminária de mesa) com lâmpada de luz branca.
- ✓ Notebook ou Computador de mesa
- ✓ Webcam sem o filtro de infravermelho

#### Fundamentação teórica

Observando o feixe luminoso de uma lanterna ou lâmpada atravessando a escuridão, nós iremos ver que os raios de luz se propagam em linhas retas. Se atingem um objeto pelo caminho, eles o atravessam direto, desviam-se ou são absorvidos, semelhante a uma esponja absorvendo água. Os materiais transparentes como o vidro deixam a luz atravessá-los enquanto as substâncias ou materiais opacos retêm a luz. Neste último caso, projeta-se uma sombra -uma área aonde a luz não chega. Dia e noite são simplesmente luz e sombra.



A luz é um tipo de onda eletromagnética muito importante para os seres vivos, em especial, por causa do sentido da visão. Luz é a energia radiante capaz de sensibilizar os olhos humanos. O olho humano enxerga ondas eletromagnéticas específicas, que se situam na região do espectro eletromagnético no intervalo de comprimentos de onda entre  $400nm$  e  $700nm$ , chamada de região de luz visível (as cores do arco-íris).

### **Estratégia didática**

É sugerido ao professor que faça uma abordagem histórica sobre as ideias e teorias a respeito da natureza da luz, abordando o modelo clássico da emissão de ondas eletromagnéticas provenientes da vibração das cargas elétricas para a discussão de alguns fenômenos relacionados à emissão da luz e sua interação com a matéria. Mostrar que ao longo da história da Ciência foi descoberto que alguns fenômenos só podem ser compreendidos quando se considera a luz uma onda eletromagnética, enquanto outros só são explicados quando a quando a luz é considerada partícula. É importante também mostrar o espectro eletromagnético e enfatizar a faixa de luz visível.

### **Problematização**

A natureza da luz tem intrigado as pessoas desde os tempos mais remotos. Os antigos gregos a estudaram a mais de 2000 anos, assim como estudiosos árabes na idade média. Mas foi apenas no século XVII que houve progresso na compreensão do verdadeiro significado da luz. Os dois maiores cientistas da época -Isaac Newton (1642-1727) e Cristian Huygens (1629-1695) elaboraram teorias convincentes, mas contraditórias, abrindo um debate que durou mais de 200 anos. Após vários momentos de observações do fenômeno da emissão de luz e elaboração de minuciosos estudos a respeito de sua natureza ficou comprovada natureza dual: ondas e partículas.

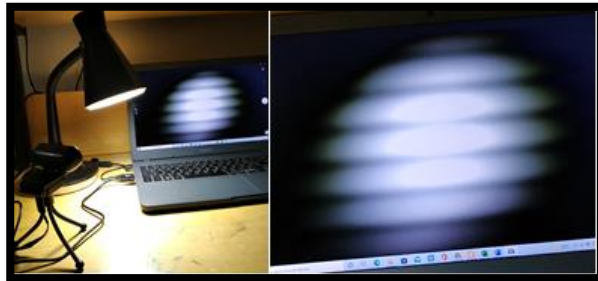
### **Procedimentos**

- 1- Conectar a webcam em um Notebook ou Computador de mesa.
- 2- Posicionar uma lâmpada branca, tipo fluorescente ou de led (de preferência acoplada em uma luminária portátil) acesa em frente a webcam.

3- Procurar um posicionamento da webcam que proporcione um ângulo ideal para projetar a imagem do feixe de luz na tela do Notebook ou Computador de mesa.

4- Faça as observações na imagem projetada na tela (figura 06).

Figura 06 – Comportamento ondulatório da luz



Fonte: elaborado pelo autor

### **Estruturando os resultados**

- 1- Descreva o que você sabia antes sobre o comportamento ondulatório da luz, e o que entendeu após a realização desta aula prática sobre o assunto abordado.
- 2- Faça uma discussão em grupo sobre o fenômeno ondulatório da luz.
- 3- Em comparação com a aula experimental 03, faça as observações pertinentes as diferentes ondulações emitidas na luz da chama de vela e as ondulações emitidas no feixe de luz branca.
- 4- Qual a sua conclusão a respeito da natureza ondulatória da luz?

### **Dicas de Segurança**

Garante que o circuito da lâmpada esteja com os devidos isolamentos, evitando choques.

### **Sugestões**

- Para o acompanhamento e observação organize os alunos em grupos de 5 ou 6.
- Pode usar lâmpadas de led ou fluorescente.

## 4.5 AULA EXPERIMENTAL 05



### ENXERGANDO A RADIAÇÃO INFRAVERMELHA EMITIDA POR CONTROLE REMOTO

#### Abordagens

Instrumentos ópticos para visualização de radiações na região do espectro de luz invisível (infravermelho). Comprovação do pulso de energia (radiação de infravermelho) ao acionar um controle remoto.

#### Competências e habilidades

- Entender como um equipamento fotográfico (webcam) funciona na captação de imagem.
- Perceber que a sensibilidade dos nossos olhos em se comunicar com as regiões visível e invisível do espectro está em função com o comprimento de onda.
- Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de nossa época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades.
- Compreender que o processo tecnológico de emissão de sinal de infravermelho proporcionou grandes mudanças e avanços para o bem-estar do ser humano.

#### Materiais utilizados

- ✓ Um controle remoto tipo: de TV, de som, ou de portão (ver figura 07).
- ✓ Notebook ou Computador de mesa
- ✓ Webcam sem o filtro de infravermelho

Figura 07 – Controles remoto



Fonte: elaborado pelo autor

## Fundamentação teórica

Sabe-se que radiação infravermelha é literalmente calor, e, esta é uma das três formas em que o calor é transferido de um lugar para outro, sendo os outros dois convecção e condução. Todo corpo ou matéria que esteja com uma temperatura acima de cerca de 5 Kelvins (menos 450 graus Fahrenheit ou menos 268 graus Celsius) emite radiação infravermelha. Pesquisas científicas apontam que em torno de 50% da energia emitida pelo sol é radiação infravermelha e que grande parte de sua luz visível é absorvida e reemitida como radiação infravermelha<sup>1</sup>. Além do sol, têm origem na vibração de átomos e moléculas constituintes da matéria, diante disto, todos os corpos estão emitindo este tipo de radiação.

A radiação infravermelha recebe este nome porque o comprimento de onda dos raios infravermelhos é um pouco maior do que o comprimento de onda dos raios da luz de cor vermelha, conforme mostrado nas aulas anteriores, os únicos tipos de radiação que os seres humanos podem detectar são raios de luz. Mas apesar dos olhos humanos não enxergarem este tipo de radiação, ela pode ser sentida, (na aula experimental 02 podemos comprovar).

## Estratégia didática

É importante que os alunos compreendam que infravermelho e luz visível são a mesma entidade física. O que os diferenciam uma da outra é a frequência de cada uma. Dependendo da frequência, uma onda eletromagnética interage com a matéria de diferentes maneiras.

O professor deve explicar como são produzidas as ondas infravermelhas, e abordar sobre o processo de transmissão de calor por irradiação que chega até o corpo humano quando este está em frente a uma lareira, fogueira ou aquecedor elétrico.

Deve explicar também que o corpo humano é outra fonte emissora de radiação infravermelha, que pode ser verificada por alguns filmes fotográficos preparado para tal ou por detectores eletrônicos.

---

<sup>1</sup> <https://www.portalsaofrancisco.com.br/fisica/radiacao-infravermelha>. Acesso em: 02 de dezembro 2021.

## Problematização

Atualmente existem muitas aplicações tecnológicas da radiação infravermelha. Ela é utilizada no aquecimento de ambientes, secagem de tintas ou vernizes, nos tratamentos terapêuticos, nas câmeras de visão noturna, detectores de presença nos sistemas de alarmes, na técnica utilizada para estudo dos elementos químicos de astros, como estrelas (espectroscopia). Também é usada nos dispositivos de controle remoto de aparelhos de TV, som, DVD e portões automáticos, dentre outras.

Por ser uma onda de calor e situar-se na faixa de luz invisível do espectro eletromagnético só podemos visualizar este tipo de radiação com equipamento preparado para isto. Neste caso iremos usar uma câmera tio “webcam” modificada.

## Procedimentos

- 1- Conectar a webcam em um Notebook ou Computador de mesa.
- 2- Com a webcam já instalada e montada no tripé, aponte o controle remoto para a mesma e acione qualquer uma das teclas do controle remoto.
- 3- Procurar um posicionamento da webcam que proporcione um ângulo ideal para projetar a imagem do pulso de energia (radiação infravermelha) na tela do Notebook ou Computador de mesa.

*Nota: Para uma melhor verificação, aperte em qualquer tecla como uma digitação, e aperte e segure por alguns segundos (figuras 08 e 09).*

- 4- Faça as observações na imagem projetada na tela.

Figura 08 – Controle remoto de TV: A- segurando, B e C- digitando



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 09 – Controle remoto de som: A- segurando, B - digitando



Fonte: elaborado pelo autor

### **Estruturando os resultados**

- 1- De acordo com o que foi visto durante a realização do experimento, e comparando com seus conhecimentos prévios adquiridos por leitura ou simplesmente observações dos controles remotos que você conhece, descreva seu parecer a respeito do fenômeno observado?
- 2- Faça uma discussão em grupo sobre o fenômeno da radiação de infravermelha.
- 3- Sendo o infravermelho uma luz invisível, mas tendo as mesmas características da luz visível, que comparação você poderia fazer entre ambas para destacar a distinção delas?
- 4- Destaque o que foi relevante para você sobre esta experiência.

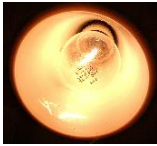
### **Dicas de Segurança**

Esta aula não apresenta riscos de queimaduras ou choque elétrico.

### **Sugestões**

- Para o acompanhamento e observação organize os alunos em grupos de 5 ou 6.
- Use qualquer controle remoto de tv, ou aparelho de som, ou de portão.

## 4.6 AULA EXPERIMENTAL 06



### VISUALIZANDO O PERFIL DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS EM UMA LÂMPADA DE FILAMENTO (INCANDESCENTE)

#### Abordagens

Instrumentos ópticos para visualização de radiações nas regiões do espectro de luz invisível e visível. Perceber, por meio da webcam e uma tela de computador, a topografia das ondas eletromagnéticas que estão sendo produzidas por uma lâmpada incandescente. Associação da luz visível com o calor e a comparação com a topografia dos níveis de calor na chama de uma vela.

#### Competências e habilidades

- Conhecer que a emissão de cor pelo aquecimento do filamento (incandescência) e todo o calor gerado e emitido são ondas eletromagnéticas distintas.
- Entender que a maior parte da energia térmica emitida pelo aquecimento do filamento se converte em luz invisível (radiação infravermelha).
- Caracterizar e classificar os tipos de ondas eletromagnéticas presentes em uma lâmpada de filamento (incandescente).

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano (de acordo com a BNCC).

#### Materiais utilizados

- ✓ Uma luminária portátil (tipo luminária de mesa) com lâmpada de filamento (incandescente).
- ✓ Notebook ou Computador de mesa
- ✓ Webcam sem o filtro de infravermelho

Figura 10 – Lâmpada de filamento



Fonte: elaborado pelo autor

### Fundamentação teórica

O ferro ao ser fundido recebe calor continuamente desde a temperatura ambiente até atingir aproximadamente 2.000 K (1.700° Celsius). No decorrer deste processo o ferro vai perdendo sua coloração escura e adquirindo uma coloração avermelhada/alaranjada até se tornar incandescente. A maior parte da radiação emitida pelo ferro aquecido e/ou em aquecimento é infravermelha.

O processo de emissão de luz pelas lâmpadas incandescentes é semelhante ao do aquecimento do ferro. O filamento de tungstênio é percorrido por uma corrente elétrica que provoca aquecimento deixando este filamento incandescente, que chega a atingir uma temperatura de aproximadamente 3.000 K (2.720° Celsius). A maior parte da radiação está na região do infravermelho, e, esta é a razão de sentirmos calor ao aproximarmos as mãos ou tocarmos os dedos no bulbo de vidro da lâmpada. A outra parte da emissão está na região do visível abrangendo todas as faixas de cores da luz, no entanto a intensidade é maior para os comprimentos de ondas mais altos, daí a razão de nossos olhos enxergar o filamento com uma cor amarelada.<sup>2</sup>

Fontes quentes de luz possuem uma relação entre temperatura e cor da radiação emitida. Para cada temperatura há predominância na emissão de certas cores, enquanto as outras cores podem estar presentes em menor proporção. Por exemplo, as estrelas são exemplos de emissores de radiação eletromagnética com máximas na região do visível e do ultravioleta.

---

<sup>2</sup> PIETROCOLA, M. et al. Física em contextos e aplicações. 1ª Ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.



## **Estratégia didática**

Professor, faça uma abordagem com os alunos sobre a questão do grande consumo de energia elétrica das lâmpadas incandescentes por causa da alta taxa de dissipação de energia por efeito Joule. Por isso, elas foram retiradas do mercado de consumo. Oriente-os a perceber que a maior parte das ondas eletromagnéticas emitidas ocorrem na forma de radiação infravermelha. Comente que a maioria dos tipos de lâmpada é constituída de um bulbo de vidro, no interior do qual se encontram eletrodos metálicos e o gás de determinado elemento químico a baixa pressão. A passagem da corrente elétrica faz o vapor do elemento brilhar e emitir radiação eletromagnética em determinados comprimentos de onda. Por isso percebemos a luz colorida.<sup>3</sup>

## **Problematização**

Nas lâmpadas incandescentes o filamento, que é aquecido pela corrente elétrica, emite luz de cor branco amarelada. Com esse tipo de lâmpada dificilmente conseguimos ver várias cores, como as que vemos, por exemplo, na chama de uma vela, pois a temperatura em todo o filamento é praticamente a mesma. Também podemos ver o filamento da lâmpada incandescente com uma tonalidade vermelha, amarela ou mesmo branca.<sup>4</sup>

Os fenômenos da chama de uma vela e do aquecimento no filamento da lâmpada são exemplos de produção de luz visível e luz invisível (radiação infravermelha), em razão das altas temperaturas presentes na combustão da vela e no caso da lâmpada no aquecimento do filamento pela passagem da corrente elétrica. Sendo assim, em ambos os meios produtivos de ondas eletromagnéticas (chama e filamento acesso) é notável diferentes comprimentos de ondas, conseqüentemente, distintos níveis de energia. Ver na figura 11 a comparação da topografia da chama da vela e da topografia na luz da lâmpada.

---

<sup>3</sup> PIETROCOLA, M. et al. Física em contextos e aplicações – Manual do professor. Páginas: 52 e 53. 1ª Ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

<sup>4</sup> <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/gref/optica10-2.pdf>. Acesso: 21 de dezembro de 2021.

Figura 11 – Topografia da luz e da chama: níveis distintos de energia

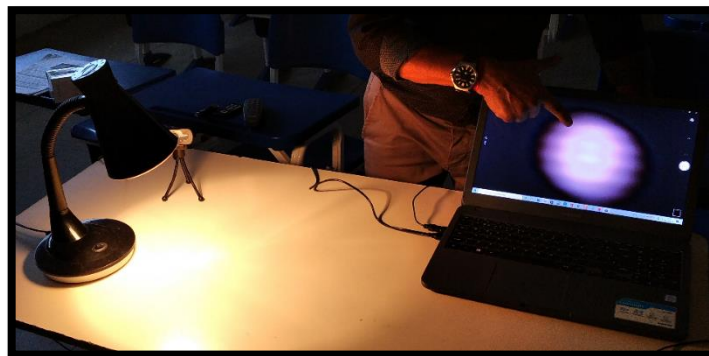


Fonte: elaborado pelo autor

### Procedimentos

- 1- Conectar a webcam em um Notebook ou Computador de mesa.
- 2- Posicionar uma lâmpada incandescente (de preferência acoplada em uma luminária portátil) acesa em frente a webcam (figura 12).
- 3- Procurar um posicionamento da webcam que proporcione um ângulo ideal para projetar a imagem do feixe de luz na tela do Notebook ou Computador de mesa
- 4- Faça as observações na imagem projetada na tela.

Figura 12 – Montagem: Câmera, lâmpada e notebook



Fonte: elaborado pelo autor

### Estruturando os resultados

- 1- Descreva o que você sabia antes sobre o princípio de funcionamento das lâmpadas incandescentes.
- 2- Explique como ocorre a radiação de infravermelha a partir do filamento de uma lâmpada incandescente.

- 3- Porque as lâmpadas incandescentes consomem mais energia do que as atuais lâmpadas de led e as fluorescentes?
- 4- Descreva o que você entendeu a respeito da relação de cores com os comprimentos de onda em uma lâmpada incandescente.
- 5- Qual a comparação feita sobre as faixas de cores mostradas na tela do notebook a partir da projeção da imagem da chama da vela (figura 11) e da imagem da luz da lâmpada?

### **Dicas de Segurança**

Garante que o circuito da lâmpada esteja com os devidos isolamentos, evitando choques.

### **Sugestões**

- Para o acompanhamento e observação organize os alunos em grupos de 5 ou 6.

## 4.7 AULA EXPERIMENTAL 07



### VERIFICANDO A TOPOGRAFIA DE UM RAIOS LASER

#### Abordagens

Laser, um tipo especial de luz, sua construção e características. Comparação de uma luz coerente de outra não coerente. Emissão estimulada de radiação.

#### Competências e habilidades

- Conhecer a forma de produção de uma radiação eletromagnética.
- Perceber e descrever a trajetória de feixe de luz tipo laser.
- Distinguir a diferença entre um feixe de luz comum com um feixe de laser.
- Conhecer a aplicação do laser em diversos aparelhos e sistemas para uso na medicina, indústria, diversão e outras.

#### Materiais utilizados

- ✓ Um emissor de laser de baixa frequência como um desses da figura 13.
- ✓ Notebook ou Computador de mesa
- ✓ Webcam sem o filtro de infravermelho
- ✓ Telefone celular com câmera

Figura 13 – Modelos de emissor de laser



Fonte: elaborado pelo autor

## Fundamentação teórica

O laser está presente em uma grande variedade de equipamentos e produtos com diversas finalidades, por exemplo: em aparelhos de DVD, equipamentos da medicina, máquina para corte de metal, sistema de medição, caixas registradores de estabelecimentos comerciais, nas leituras de códigos de barra, dentre outros.

A palavra laser é uma sigla em inglês que significa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (Amplificação da luz por Emissão Estimulada de Radiação), que define um equipamento que produz um tipo especial de luz.

Um raio laser é diferente de outros feixes de luz porque estes são chamados de feixe incoerente, uma vez que apresenta ondas de diversas frequências fora de fase entre si, espalhando-se e se tornando menos intenso após percorrer curtas distâncias. A luz do laser é monocromática, pois possui uma única cor com frequência bem definida e é colimada, o que significa dizer que se propaga com um feixe coerente, ou seja, não se espalha. Está em fase, isto é, os picos e vales coincidem-se resultando em interferências construtivas (ver figura 14).

Figura 14 – Representação da frequência da luz comum e do laser

Fonte: BONJORNO et al. 2016.



Apesar de o laser só ter sido inventado em 1960, a física de seu princípio de funcionamento foi desenvolvida nas duas primeiras décadas do século XX com o desenvolvimento de uma teoria chamada mecânica quântica, ou teoria quântica. Um dos pais fundadores da teoria quântica, o físico que recrutou jovens físicos para construir aquela teoria, foi um dinamarquês chamado Niels Bohr (NETO e JUNIOR, 2017).

Conforme alguns historiadores o desenvolvimento do laser iniciou em 1917 com Albert Einstein, quando ele estava envolvido em um de seus experimentos sobre o fenômeno da emissão de energia. Acreditando que, se apenas o fóton correto estiver disponível “conforme a luz passa através de uma substância, ela pode estimular a emissão de mais luz”: “Einstein postulou que fótons preferem viajar juntos, no mesmo estado, se passar um fóton perdido, solto do comprimento de onda correto, sua presença vai estimular os átomos a liberarem seus fótons na chamada emissão estimulada, e esses fótons vão viajar na mesma direção com frequências e fases idênticas às do fóton perdido original. O que se segue é um efeito cascata: conforme a aglomeração de fótons idênticos se move com o resto dos átomos, mais fótons serão emitidos, a partir de seus átomos, para se juntarem a eles”.<sup>5</sup>

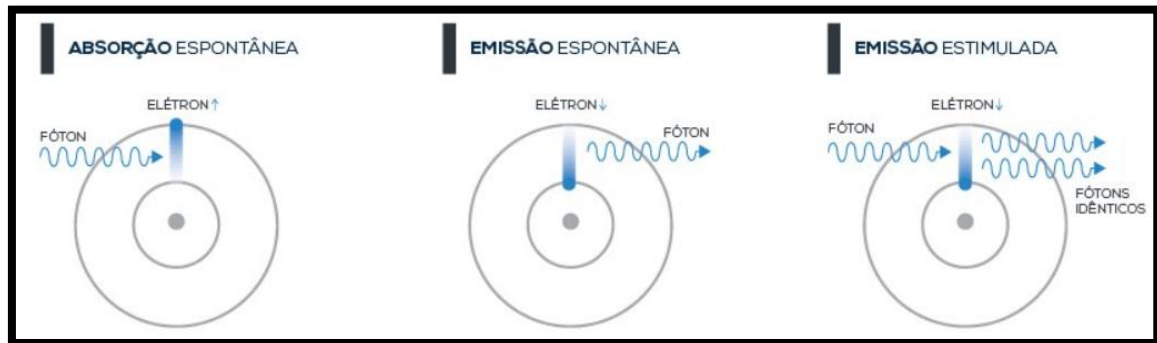
De acordo com os modelos atômicos de Rutherford e de Bohr, os elétrons giram ao redor do núcleo em trajetórias circulares bem definidas sem causar emissão de energia. Porém quando uma quantidade de energia em forma de calor, luz ou eletricidade é aplicada ao átomo, um elétron pode passar de uma órbita para outra adquirindo um estado de maior energia, chamado *estado excitado*. Este estado é temporário, porque em seguida o elétron emite um fóton e volta para um estado de energia mais baixo.

A emissão estimulada consiste no seguinte: vamos considerar um elétron num estado excitado. Nessas condições, ele apresenta uma forte tendência a ir para o nível de mais baixa energia. Porém, isoladamente, esse processo demora bastante para acontecer, mas pode ser acelerado por um agente externo, que é justamente outro fóton. Assim, um fóton externo estimula o decaimento do fóton excitado e este, ao passar para o estado de mais baixa energia, emite um fóton que emerge do sistema com aquele que causou a transição. Desse modo, na emissão estimulada, o causador do efeito sai intacto e, juntamente com o fóton gerado, emergem do sistema juntos, com a mesma energia, propagando-se na mesma direção, em fase, e são fótons indistinguíveis, (BONJORNO et al. 2016. pg. 192).

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://gizmodo.uol.com.br/entenda-como-foi-criado-o-laser-e-conheca-a-guerra-de-patentes-que-ele-gerou/>. Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

Figura 15 – Etapas do processo de emissão de raio laser



Fonte: [www.wellelaser.com/emissao-estimulada-o-segredo-do-raio-laser/](http://www.wellelaser.com/emissao-estimulada-o-segredo-do-raio-laser/). Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

Os lasers de baixa intensidade funcionam com comprimentos de onda de 630 a 1300 *nm* (nanômetros), isto inclui uma parte na região de luz visível e outra parte na região de luz invisível (infravermelho).

### Estratégia didática

Professor, inicie com uma abordagem sobre os conceitos atômicos de Rutherford e Bohr destacando os estados de equilíbrio e excitação dos elétrons em suas trajetórias circulares. É importante mostrar a história da mecânica quântica, partindo ainda da física clássica de Newton sobre a teoria ondulatória para o fenômeno da emissão de luz, passando pelo corpo negro idealizado por Max Planck, a teoria e comprovação da dualidade onda-partícula. Faça uma explanação sobre o fóton (partícula elementar), que é um pacote responsável por transportar a energia que existe nas ondas eletromagnéticas, mostrar que ele está presente sempre que acontece a transição entre estados de energia diferentes.

### Problematização

A emissão de raio laser ocorre através de uma fonte de luz projetada para emitir ondas com comprimentos único, ou seja, ondas de mesma frequência que estão em fase permitindo um feixe de luz coerente e colimada (pouca divergência). Contrário das demais luzes emitidas, que possuem comportamento difuso.

Nos lasers de baixa intensidade é possível que haja emissão de ondas na região do infravermelho, uma vez que funcionam com comprimentos de onda entre

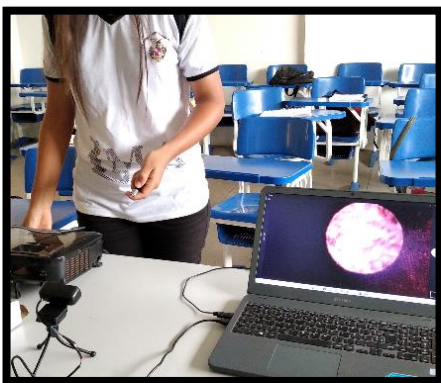
630 e 1300 *nm* (nanômetros), e a região do infravermelho compreende a região entre 730 e 1000 *nm* (nanômetros).

Nesta aula experimental usaremos um laser de baixa intensidade e uma câmera sem filtro de contenção do infravermelho, possibilitando-nos a visualização da emissão de radiação infravermelha. A parte colorida (vermelha) mostrada na topografia do feixe de luz se refere à coloração provocada pelo elemento químico semiconductor utilizado na fabricação do equipamento emissor.

### Procedimentos

- 1- Conectar a webcam em um Notebook ou Computador de mesa.
- 2- Aponte o equipamento de laser, ligado, para frente da webcam sem filtro de infravermelho (figura 16).
- 3- Procurar um posicionamento da webcam que proporcione um ângulo ideal para projetar a imagem do feixe de luz na tela do Notebook ou Computador de mesa.
- 4- Aponte o equipamento de laser, ligado, para frente da câmera do celular (figura 17).
- 5- Faça a captura da imagem assim que tiver um bom ângulo da imagem do feixe de luz para posterior análise dela.
- 6- Faça as observações comparando o perfil topográfico das imagens capturadas nos procedimentos 3 e 5. Veja exemplo das duas imagens capturadas na figura 18.

Figura 16 – Apontando o laser na webcam



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 17 – Apontando o laser na câmera



Fonte: elaborado pelo autor



Figura 18 – Imagens da topografia do feixe do laser (a imagem capturada pela câmera do telefone apresenta uma pequena contaminação no centro devido o reflexo da lente de vidro).



Fonte: elaborado pelo autor

### Estruturando os resultados

- 1- Quais os equipamentos ou instrumentos que utilizam laser que você já conhecia antes desta aula?
- 2- Descreva seu entendimento sobre o raio laser antes desta aula.
- 3- Faça uma discussão em grupo sobre o fenômeno do feixe de luz tipo raio laser e a radiação de infravermelha.
- 4- Qual a diferença entre um feixe de luz branca qualquer e um feixe de raio laser?

### Dicas de Segurança

Ao manusear o laser não direcione o feixe luminoso aos olhos.

### Sugestões

- Para o acompanhamento e observação organize os alunos em grupos de 5 ou 6.
- Use um laser de luz vermelha.

## 4.8 AULA EXPERIMENTAL 08



### GERAÇÃO DE ONDAS DE RÁDIO

#### Abordagens

Geração de ondas eletromagnéticas a partir de um pequeno circuito eletroeletrônico. A comunicação entre dois pontos sem conexão física, mas através da transmissão das ondas eletromagnéticas a partir de uma antena transmissora e outra antena receptora.

#### Competências e habilidades

- Compreender de forma simplificada como uma onda eletromagnética pode ser gerada através de cargas elétricas aceleradas.
- Demonstrar a captação de uma onda por um receptor adequado, nesta aula usaremos um pequeno rádio com antena.
- Reconhecer a natureza do fenômeno da radiação eletromagnética, situando-a no conjunto de fenômenos da Física.

#### Materiais utilizados

- ✓ Um pequeno rádio de pilha com antena (figura 19).
- ✓ Uma bateria de 9Volts com tomada e fios com pontas sem capas (figura 19).

Figura 19 – Rádio e pilha 9Volts



Fonte: elaborado pelo autor

## **Fundamentação teórica**

As ondas de rádio foram geradas pela primeira vez em 1887 por um alemão chamado Heinrich R. Hertz. Mas essas ondas só foram usadas para a comunicação anos mais tarde quando o Engenheiro Elétrico Guglielmo Marconi, italiano, inventou o telégrafo sem fio.

Atualmente as ondas de rádio além de serem usadas nas transmissões radiofônicas, são usadas também nas transmissões telefônicas, televisão, radar etc.

A propagação das ondas eletromagnéticas ocorre em linha reta. Então, quando as ondas de rádio são transmitidas a longas distâncias acabam por se afastar da terra, e uma boa parte dessas ondas acabam se perdendo no espaço. Na camada ionosfera da atmosfera da terra ocorrem reflexões total das ondas de rádio, por ser a camada mais alta da atmosfera terrestre, a ionosfera recebe toda a radiação solar de forma direta, logo o índice de refração fica alterado para valores menores do que as camadas inferiores. Diminuindo o índice de refração, ocorre reflexão total das ondas. Quando essas ondas atinge o solo, sofrem reflexão novamente, porém não na sua totalidade porque uma boa parte é absorvida. Há a ocorrência de repetição desse ciclo, de maneira que as ondas de rádio podem dar uma volta inteira pela terra.

As ondas de rádio que são encarregadas de transmitir o som é chamada de onda portadora, sendo assim, a combinação do som mais a onda portadora recebem o nome de onda modulada.

## **Estratégia didática**

Professor, faça a explanação para os alunos dos conceitos, fenômenos e formas de funcionamentos dos aparelhos e equipamentos que eles consideram ter relação com eletricidade (motores, pilhas, baterias etc.) e magnetismo (ímãs, campos magnéticos, polos magnéticos, aurora boreal etc.). Comente que essa aula experimental usará um equipamento que tem relação com um ou mais desses fenômenos.

É importante destacar a região de abrangência das ondas de rádio no espectro eletromagnético, que se estende desde poucos quilohertz (KHz) até muitos megahertz (MHz). Fale sobre o experimento de Heinrich R. Hertz, e que a unidade de medida de frequência é Hertz em homenagem a ele.

## Problematização

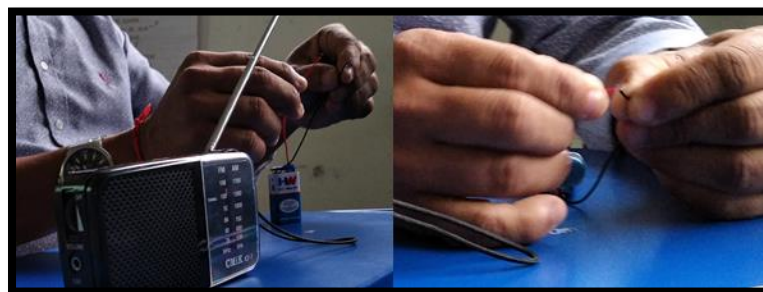
Para a operacionalização dos sistemas de rádio são reservados faixas de frequências do espectro eletromagnético diversos usos do governo brasileiro. Logo, cada estação de rádio comercial recebe uma outorga de autorização com uma frequência em particular, isso também acontece com cada canal de televisão e os demais meios de comunicação das instituições pública e privadas. Há uma valorização para uso das faixas do espectro eletromagnético pelos meios de comunicação por ter um número limitado de frequências e muitos interessados em usar elas.

Para os rádios AM as faixas de frequências para operacionalização estão entre 530 kHz e 1600 kHz. Para nossa aula experimental devemos usar uma frequência dentro deste intervalo que não esteja em uso por nenhuma estação de rádio.

## Procedimentos

- 1- Ligue o rádio e sintonize-o em uma frequência não utilizada (que não tenha conexão com nenhuma estação de rádio).
- 2- Aproxime a bateria à antena (evite os fios tocar na antena).
- 3- Toque as duas pontas de fio da bateria uma na outra provocando curto-circuito (figura 20).

Figura 20 – Gerando onda de rádio por curto-circuito elétrico



Fonte: elaborado pelo autor

- 4- Fique atento com os ouvidos para captar pequenos ruídos diferenciados toda vez que tocar as pontas dos fios.

## Estruturando os resultados

- 1- Escreva qual o seu conhecimento a respeito do funcionamento do rádio antes desta aula experimental.

- 2- O que você entendeu sobre a relação das ondas eletromagnéticas e um curto-circuito em uma pilha?
- 3- Descreva como você entende a perda de sinal ou falha de transmissão quando um rádio está ligado.
- 4- Destaque o que foi relevante para você sobre esta experiência.

### **Dicas de Segurança**

Esta aula não apresenta riscos de queimaduras ou choque elétrico.

### **Sugestões**

- Para o acompanhamento e observação organize os alunos em grupos de 5 ou 6.
- Use qualquer rádio de antena.
- Não use rádio de smartfone, porque este tipo de rádio funciona via canal de internet.

## 4.9 AULA EXPERIMENTAL 09



### REFRAÇÃO DE LUZ BRANCA

#### Abordagens

As diferentes cores captadas por nosso sistema de visão, como nossos olhos consegue captá-las. A natureza da luz visível como parte das ondas eletromagnéticas apresentadas no espectro. A composição da luz branca e o fenômeno da refração (desvio da luz) ao atravessar um cristal.

#### Competências e habilidades

- Compreender formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo, nos dando condições e analisar e interagir.
- Compreender e interpretar informações das ciências Físicas apresentada em linguagens simbólicas.
- Estabelecer diferentes características das ondas eletromagnéticas e quais as condições para a ocorrência de interferência luminosa.

#### Materiais utilizados

- ✓ Um cristal no formato de prisma retangular ou triangular. (ver figura 21).
- ✓ Uma fonte de luz branca, pode ser lanterna de led (ver figura 21-a).

Figura 21 – Prisma triangular em suporte



Fonte: elaborado pelo autor

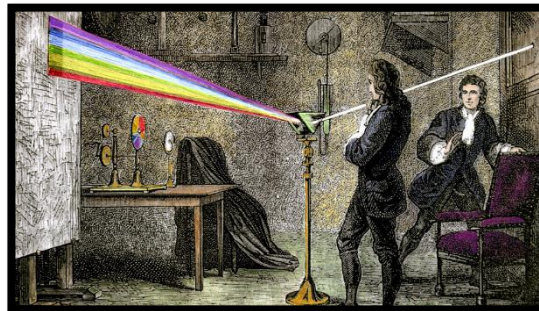
## Fundamentação teórica

A luz é conjunto das ondas eletromagnéticas que, ao penetrarem em nossos olhos, podem sensibilizar a retina e desencadear o mecanismo da visão. Essas ondas, como qualquer outra radiação eletromagnética, são geradas por cargas elétricas oscilantes. No caso da luz, os elétrons presentes nos átomos que formam a matéria, ao receberem energia por colisões, excitam-se e passam a ocupar níveis energéticos mais altos. Quando esses elétrons retornam aos níveis energéticos originais, a energia que haviam recebido é devolvida ao meio na forma de luz, capaz de impressionar nossas retinas (TORRES et al. 2016. pg. 128).

O físico inglês Isaac Newton (1642 – 1727) teve a percepção que a luz se propagava em linha reta, percebeu ainda, que, ao atravessar um prisma de vidro, a luz branca do sol sofria dispersão e era decomposta em várias cores (as cores do arco-íris) (figura 22).

São sete as cores que conseguimos distinguir no arco-íris, assim como no teste de Newton, que são consideradas as principais, porém existe um número muito grande de cores intermediárias.

Figura 22 – Gravura sobre a descoberta da dispersão da luz branca por Newton



Fonte: TORRES et al. 2016

Newton defendia a ideia de que a luz era constituída por partículas, obedecendo as leis da mecânica. Mas em 1687 o físico e astrônomo holandês Christian Huygens (1629 – 1695) movido pela ideia de que a luz é um fenômeno oscilatório de um meio ainda não identificado, propôs a teoria ondulatória da luz.

## **Estratégia didática**

Professor, é importante ressaltar que, embora a radiação de luz visível seja emitida pelo sol em maior quantidade em relação às outras radiações, trata-se de uma estreita faixa perceptível ao olho humano. Esta percepção ocorre por causa de elementos biológicos que constituem o olho, chamados de cones e bastonetes. Assim, uma discussão acerca das funções dessas células, além de tornar a aula mais interessante, promove uma discussão mais rica e abrangente sobre o tema (BONJORNO et al. 2016. pg. 191).

Comente que a maioria dos tipos de lâmpadas é constituído de um bulbo de vidro, no interior do qual se encontram eletrodos metálicos e o gás de determinado elemento químico a baixa pressão. A passagem da corrente elétrica faz o vapor do elemento brilhar e emitir radiação eletromagnética em determinados comprimentos de onda. Por isso, percebemos a luz colorida. Discuta que a luz amarela emitida pela lâmpada de sódio é mais próxima do pico de percepção de nossos olhos. Por esta razão, ela é usada em estradas e rodovias, onde a acuidade visual é imprescindível por causa do grande fluxo de veículos a velocidades mais altas; já em ruas e alamedas, onde o tráfego é menor e a velocidade é reduzida, opta-se pelo uso das lâmpadas de mercúrio, por serem mais econômicas (PIETROCOLA et al. 2016. pg. 131).

## **Problematização**

A partir das observações de Newton sobre as cores geradas pelo fenômeno da refração da luz branca, ele estabeleceu uma nova teoria que atribuía aos ângulos de refração como sendo a propriedade física responsável por diferenciar as cores. Mas, percebeu que isto não tinha relação com a natureza da luz.

Passado mais de um século depois de Newton, o físico inglês Thomas Young, em 1801, fez experimentos que atestava a natureza ondulatória da luz, em que cada cor corresponde a uma frequência diferente de ondas.

## **Procedimentos**

- 1- Mantenha o prisma em um ponto a uma distância de 1 metro a 2 metro de um anteparo (pode ser uma parede).
- 2- Faça incidir um feixe de luz branca em na face do prisma, oposta à face que está de frente com o anteparo.



3- Procure um ponto específico da face do prisma, onde o feixe está incidindo (com leves movimentos) que irá gerar a faixa de cores (o arco-íris), veja a figura 23.

Figura 23 – Refração de um feixe de luz branca



Fonte: elaborado pelo autor

### **Estruturando os resultados**

- 1- Escreva qual o conhecimento que você tinha antes desta aula experimental a respeito das diferentes cores que nossos olhos conseguem captar?
- 2- O que você entendeu sobre a relação das ondas eletromagnéticas e as diferentes cores do arco-íris?
- 3- Faça uma discussão em grupo a respeito da formação do arco-íris e seu formato circular.
- 4- Destaque o que foi relevante para você sobre esta experiência.

### **Dicas de Segurança**

Esta aula não apresenta riscos de queimaduras ou choque elétrico.

### **Sugestões**

- Para o acompanhamento e observação organize os alunos em grupos de 5 ou 6.

**BIBLIOGRAFIA**

BONJORNO, J. R. et al. **Física: Eletromagnetismo e Física moderna**. 3ª Edição. São Paulo, Editora FTD, 2016.

GLOBO, GUIA PRÁTICO DE CIÊNCIAS. **Como a Ciência Funciona**. Projetos e Experiências Incríveis Para as Feiras de Ciências. Rio de Janeiro, Editora Globo, 1994.

MOREIRA, M. A. e MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa** – A teoria de David Ausubel. São Paulo, Centauro Editora, 4ª Edição, 2016.

NERY, A. L. P e KILLNER, G. I. **Ciências da Natureza** – anos finais do Ensino Fundamental. 2ª Edição. São Paulo, Editora SM, 2018.

NETO, C. P. S. e JUNIOR, O. F. **Um presente de Apolo: Laser, história e aplicações**. Revista Brasileira do Ensino de Física, vol. 39, nº 1, e1502 (2017). Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/bXZ3scjTLbDmBWMWxYJB7YB/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15 de dezembro de 2021.

PIETROCOLA, M. et al. **Física em contextos e aplicações**. 1ª Edição. São Paulo, Editora do Brasil, 2016.

TORRES, C. M. A. et al. **Física: Ciência e Tecnologia**. 4ª Edição. São Paulo, Moderna, 2016.

TRIVELLATO, J. et al. **Ciências da Natureza**. 1ª Edição. São Paulo, Quinteto, 2015.