



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

OBERLAN ARAUJO DE FREITAS

FUNCIONAMENTO DOS PAINÉIS SOLARES POR MEIO DO  
ESTUDO DA ÓPTICA

CAMPINA GRANDE - PB

2024

**OBERLAN ARAUJO DE FREITAS**

**FUNCIONAMENTO DOS PAINÉIS SOLARES POR MEIO DO  
ESTUDO DA ÓPTICA**

Produto Educacional que compõe o Trabalho de Dissertação apresentado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual da Paraíba e da Sociedade Brasileira de Física, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

**Área de concentração:** Física e sociedade.

**Orientador(a):** Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F866f Freitas, Oberlan Araujo de.

Funcionamento dos painéis solares por meio do estudo da óptica [manuscrito] / Oberlan Araujo de Freitas. - 2024.

40 p. : il. colorido.

Digitado. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024. "Orientação : Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde, Departamento de Física - CCT. "

1. Resolução de problemas. 2. Ensino de física. 3. Óptica.  
4. Efeito fotovoltaico. I. Título

21. ed. CDD 530

## **Produto Educacional**

**Instituição de Ensino:** Universidade Estadual da Paraíba.

**Programa:** Programa de Pós-graduação Profissional em Ensino de Física/Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF.

**Nível:** Mestrado.

**Área de Concentração:** Física e Sociedade.

**Linha de Pesquisa:** Ensino de Física.

**Título da Dissertação:** A resolução de problemas e o ensino por investigação: um guia para o ensino da óptica aplicado ao efeito fotovoltaico.

**Produto Educacional:** Funcionamento dos painéis solares por meio do estudo da óptica.

**Autor:** Oberlan Araujo de Freitas.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde.

**Ano:** 2024.

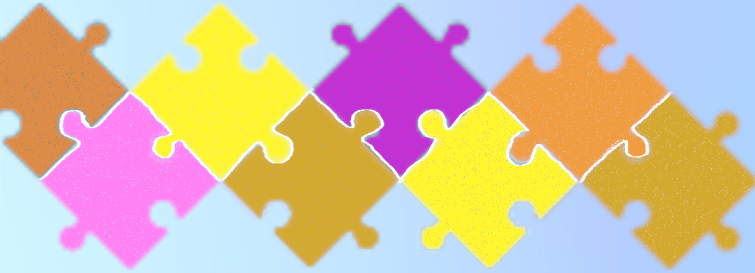
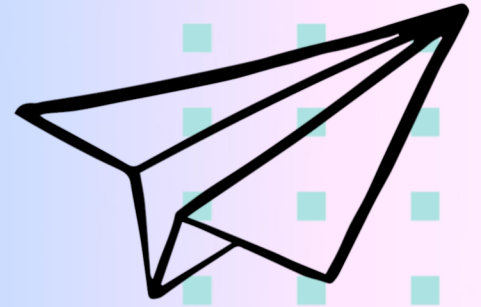




**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



**PRODUTO EDUCACIONAL**

# ***Funcionamento dos painéis solares por meio do estudo da óptica***

A decorative grid of 20 small brown squares arranged in 4 rows and 5 columns on the left side of the page.

***Oberlan A Freitas***

***Ana Raquel P Ataiede***



## Sumário

<b>INTRODUÇÃO</b>	4
<b>ESTRUTURA DO PRODUTO EDUCACIONAL</b>	5
Divisão da sequência de ensino e o conteúdo abordado	5
<b>APLICAÇÃO DO PRIMEIRO MOMENTO</b>	8
<b>Tema 1.1 : A importância dos modelos na ciência</b>	8
<i>Discussão da atividade</i>	9
<i>Preparação da atividade</i>	10
<i>Primeira parte</i>	10
<i>Segunda parte</i>	11
<i>Problema Proposto</i>	12
<i>Auxílio visual</i>	12
<i>Proposta de questões avaliativas</i>	12
<b>Tema 1.2 : A importância dos modelos na ciência</b>	13
<i>Problema Proposto</i>	13
<i>Discussão da atividade</i>	13
<b>Tema 1.3: A natureza da luz</b>	15
<i>Primeira parte</i>	15
<i>Discussão da atividade</i>	16
<i>Segunda parte</i>	16
<i>Discussão da atividade</i>	16
<i>Preparação da atividade</i>	17
<b>APLICAÇÃO DO SEGUNDO MOMENTO</b>	20
<b>Tema 2.1 - Introdução de conceitos de Física quântica</b>	20
<i>Discussão da atividade</i>	21
<i>Problema proposto</i>	22
<i>Preparação da atividade</i>	23
<i>Proposta de questões avaliativas</i>	24
<b>Tema 2.2 - Introdução de conceitos de Física quântica</b>	24
<i>Discussão da atividade</i>	25



<i>Preparação da atividade</i> . . . . .	25
<i>Finalização do segundo módulo</i> . . . . .	26
<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	27
<b>APÊNDICE A – O QUE SÃO MODELOS?</b> . . . . .	28
<b>APÊNDICE B – ESTRUTURA DO ÁTOMO E OS NÍVEIS DE ENERGIA</b>	28
<b>ANEXO A – MODELO DA CAIXA</b> . . . . .	34
<b>ANEXO B – ESPECTROS DAS ESTRELAS</b> . . . . .	36



## INTRODUÇÃO

O objetivo deste produto educacional é fornecer uma sequência de ensino que apresente uma proposta na qual o efeito fotovoltaico é abordado do ponto de vista do fenômeno óptico, utilizando para isso conceitos iniciais da mecânica quântica, destinado a estudantes do segundo ano do ensino médio. Essa abordagem será baseada em um ensino voltado à resolução de problemas com caráter investigativo.

A abordagem investigativa através da resolução de problemas permitirá que os estudantes tenham uma compreensão mais profunda do fenômeno óptico (efeito fotovoltaico). Eles serão incentivados a resolver problemas propostos que exploram as interações da luz com os materiais dos painéis solares, entender as transições de energia dos elétrons bem como, a forma como isso resulta na geração de eletricidade. Possibilitando que os estudantes desenvolvam habilidades de análise, raciocínio e aplicação prática do conhecimento; Estimulando o interesse dos estudantes pela Física e contribuindo para uma compreensão mais significativa dos conceitos físicos.

Ao fim desta sequência de ensino, espera-se obter um envolvimento maior por parte dos estudantes com os aspectos teóricos dos conteúdos apresentados, com o objetivo de se aprofundar mais nos conceitos e modelos da Física, constituindo assim uma tentativa de escapar do caráter puramente matemático que muitos professores do ensino básico ainda perpetuam em detrimento da compreensão teórica dos conteúdos e conceitos.



## Divisão da sequência de ensino e o conteúdo abordado

A sequência de ensino será dividida em dois momentos, distribuídos em um total previsto de **9 aulas de 50 minutos** cada; os momentos serão subdivididos em temas que nortearão os problemas e a área de ensino a ser trabalhada. Isso será feito respeitando sempre que possível o tempo de aprendizado de cada turma.

Os momentos terão como objetivo dividir o trabalho em duas etapas distintas. O primeiro momento abordará os conhecimentos fundamentais necessários para compreender o funcionamento dos painéis solares. O segundo momento permitirá que os estudantes estabeleçam conexões entre o que aprenderam, com o objetivo de explicar o funcionamento dos painéis solares.

Essa divisão por temas é uma estratégia pedagógica adotada para abordar a extensão dos conteúdos envolvidos na sequência de ensino. Os temas foram concebidos com o propósito de segmentar o aprendizado, fornecendo uma base conceitual sólida que será fundamental para a resolução do problema.

A abordagem de apresentar problemas em cada tema é uma forma eficaz de construir o conhecimento através das discussões e hipóteses lançadas pelos estudantes para resolver o problema. Por meio das discussões e dúvidas que surgem do processo de levantamento de hipóteses, esses problemas funcionarão como “peças conceituais” que os estudantes irão reunir para compreender e resolver o problema principal do módulo, de forma similar à montagem de um quebra-cabeça.

Com essa abordagem, os estudantes terão a oportunidade de aplicar os conceitos aprendidos em situações práticas e desafiadoras, o que contribuirá significativamente para a consolidação do conhecimento e o desenvolvimento das habilidades de resolução de problemas.

Os conteúdos a serem trabalhados estão listados na Quadro 1, e incluirão temas relevantes relacionados à óptica e à Física dos painéis solares.



Quadro 1: Conteúdos a serem trabalhados.

	<b>Conteúdo/Atividade</b>	<b>Objetivo</b>
<b>1</b>	O que são e para que servem os modelos na Ciência.	Abordar a importância dos modelos para a ciência; Mostrar que modelos são construções humanas que tentam explicar e reproduzir fenômenos que dependem da interpretação humana.
<b>2</b>	A luz como uma onda eletromagnética; quantização da luz.	Introduzir o conceito de onda eletromagnética e a relação da variação das frequências de oscilação dessas ondas como as cores visíveis.
<b>3</b>	Efeito fotovoltaico; a importância de utilização de novas fontes de energia.	Mostrar a importância de fontes de energia limpa além de introduzir o efeito fotovoltaico e as características físicas por traz de seu funcionamento.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### *Observações ao professor que queira aplicar a metodologia de resolução de problemas investigativos*

Ao utilizar o método de resolução de problemas em sala de aula, o professor deve considerar que muitos estudantes podem não ter adquirido autonomia suficiente para lidar com problemas que envolvem investigação. Portanto, é necessário começar com problemas simples e aumentar progressivamente o nível de dificuldade ao longo do tempo. Ao integrar a resolução de problemas como método complementar às aulas de Física, é importante considerar o tempo necessário para a adaptação dos estudantes.

É sugerido que o professor familiarize os estudantes com assuntos mais simples previamente, permitindo que tanto ele quanto os alunos pratiquem o método e adquiram experiência de forma gradual. Dessa forma, à medida que os estudantes tenham mais contato com problemas investigativos, eles ganharão confiança para lidar com problemas de maior dificuldade e abstração. Sugerimos, portanto, a divisão da sequência em momentos que exigirão diferentes graus de abstração e raciocínio dos estudantes.



## Competências e habilidades BNCC:

Quadro 2: Competências e habilidades utilizadas no produto.

<p>★ ★ Competência específica 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia [...]</p> <p>★ Habilidades:</p> <p>(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento [...]</p> <p>(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções [...]</p> <p>(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 [...]</p> <p>(EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica [...]</p> <p>★ ★ Competência específica 2: Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões [...]</p> <p>★ Habilidades:</p> <p>(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos [...]</p> <p>(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos no corpo humano [...]</p>	<p>(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões [...]</p> <p>(EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</p> <p>★ ★ Competência específica 3: Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais [...]</p> <p>★ Habilidades:</p> <p>(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas [...]</p> <p>(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos [...]</p> <p>(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias [...]</p> <p>(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos [...]</p>
--	--

Fonte: (Brasil, 2018, p. 540).



## APLICAÇÃO DO PRIMEIRO MOMENTO

No primeiro momento, iremos apresentar aos estudantes o problema central deste produto educacional. Nosso objetivo é proporcionar aos alunos uma compreensão inicial da proposta, capturando suas primeiras impressões sobre o tema. Ao mesmo tempo, exploraremos conceitos iniciais e ideias sobre a luz, além de discutir a aplicação de modelos nas ciências. Buscaremos construir a ideia para os estudantes de que esses modelos são construções humanas e, portanto, não representam verdades absolutas, estando sujeitos a mudanças e revisões ao longo do tempo.

### Tema 1.1 : A importância dos modelos na ciência

*Número de aulas:* 2 aulas

*Objetivos geral:* Mostrar a importância dos modelos teóricos para a ciência como um todo, em especial para a Física fazendo a distinção entre os modelos da ciência e os modelos do conhecimento empírico. Demonstrar como funciona um processo investigativo e as diferentes visões que são possíveis a partir do mesmo objeto ou fenômeno estudado.

*Objetivos específicos:*

- Orientar os estudantes sobre a aplicação da proposta de sequência de ensino;
- Dar uma noção para os estudantes de como acontece um processo investigativo;
- Mostrar que a ciência é cheia de modelos que tentam explicar diversos fenômenos;
- Perceber como os estudantes se comportam em um ambiente de trabalho em equipe;
- Preparar os estudantes para trabalhar com questões que exigem um trabalho autônomo.
- Comparar a ideia do modelo da caixa com os modelos propostos para a luz.

*Conteúdo:*

- Aplicação de modelos no cotidiano.
- Modelos físicos.
- Dualidade onda partícula.





Quadro 3: Distribuição das atividades

Tema da aula	Atividades	Tempo
1 - Criando um modelo para o mecanismo da caixa	Observação e manuseio da caixa pelos estudantes.	1 aula
	Elaboração de um esquema de funcionamento do mecanismo da caixa pelos estudantes, tomando como base as hipóteses levantadas.	
	Discussão da validade dos esquemas propostos.	
2 - Um modelo para a luz	Leitura do texto do: Os modelos na ciência, contidos no Anexo A.	1 aula
	Resolução do problema.	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### *Discussão da atividade*

Nessa atividade, o objetivo é destacar que as teorias físicas e científicas em geral são criações humanas e, portanto, estão sujeitas a diversas modificações e até mesmo ao descarte. Tais alterações podem ocorrer devido a erros de formulação, erros conceituais, etc; que podem torna-las obsoletas por intermédio de novas descobertas ou, ainda, serem confirmadas e evoluírem para leis gerais. Com isso, almeja-se mostrar aos estudantes que as teorias científicas não devem ser consideradas verdades absolutas, mas sim representações idealizadas da realidade, passíveis de revisão e atualização conforme novas evidências.

Sendo assim, essa atividade inicial apresenta aos estudantes uma experiência prática que possa ser semelhante ao método utilizado pelos cientistas para “iniciar” o estudo de um problema. Além disso, busca-se proporcionar aos estudantes uma experiência real de lidar com algo “invisível”, onde eles terão poucas informações disponíveis para tentar desvendar os mecanismos internos de seu funcionamento e com isso sugerir um modelo que possa explicar seu funcionamento com a anuência dos outros membros do grupo e



posteriormente como os outros estudantes.

Essa atividade visa oferecer ao professor uma oportunidade de observar os alunos em ações investigativas, permitindo uma adaptação mais precisa das atividades futuras ao contexto específico da turma. As observações detalhadas são fundamentais para compreender como os alunos interagem entre si, identificar dinâmicas de grupo e potenciais dificuldades individuais. Essa análise mais aprofundada possibilita ao professor ajustar sua abordagem, promovendo um ambiente de aprendizado colaborativo e estimulante para discussões e trocas de ideias.

A partir de uma análise do que são modelos na ciência e sua importância, os estudantes terão a condição de buscar relacionar esse conhecimento com outros tipos de modelos, possibilitando uma visão mais aprimorada do que são modelos e de sua importância, sem deixar de considerar que todos eles são construções humanas.

## *Preparação da atividade*

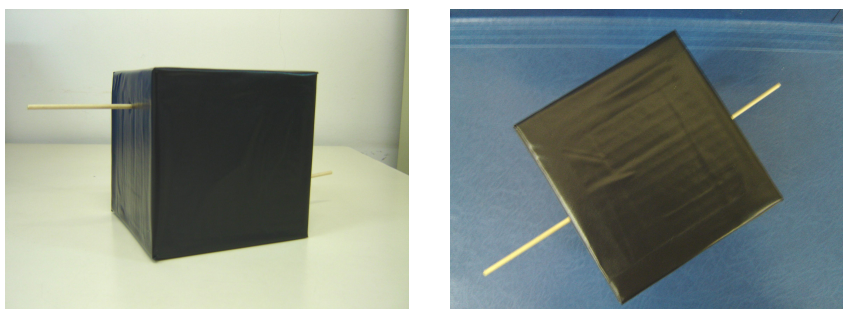
### *Primeira parte*

Como introdução a essa atividade, os estudantes serão apresentados ao experimento do modelo para o funcionamento da caixa, ilustrado na Figura 1. Nesse experimento, uma caixa totalmente fechada será exibida, contendo um mecanismo interno que se movimenta ao ser puxado por uma das hastes em sua lateral. Os alunos serão desafiados a sugerir hipóteses e discutir em grupo quais são os modelos mais plausíveis para o funcionamento desse mecanismo, mantendo a caixa fechada e utilizando apenas a imaginação, o apelo tátil e visual.

Após esta etapa, os estudantes serão convidados a ler o texto *O que são modelos*, presente no Apêndice B. Esse texto simples tem o objetivo de consolidar o conhecimento dos estudantes sobre os modelos na ciência e sua utilização em outros campos do conhecimento. O texto foi elaborado seguindo as características da turma para a qual ele foi apresentado, cabendo ao professor proceder às modificações que possa achar pertinentes para o contexto no qual o produto for aplicado.



Figura 1: Modelo das caixas



fonte: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo–FEUSP. Url:<http://nupic.fe.usp.br/projeto-materiais/fisica-moderna-no-ensino-medio/material-didatico-para-ensino-de-dualidade>.

### *Segunda parte*

A partir do entendimento adquirido nesta segunda parte será solicitado que eles reflitam e tentem responder o problema proposto. Nele, os estudantes terão contato com o modelo de dualidade onda partícula para a luz, mas também com modelos clássicos que adotavam a luz como partícula ou como onda de separadamente, possibilitando ao professor realizar discussões interessantes sobre os problemas e distinção de cada modelo.

Para isso, será apresentado para a discussão o experimento da fenda dupla Figura 2, onde será mostrado o comportamento da luz ao passar por duas fendas.

O objetivo é que os estudantes avaliem a situação e tentem formular hipóteses para o que estão observando antes de serem apresentados aos modelos para a luz. Com isso, busca-se fazer com que os estudantes tenham contato com experimentos históricos reais e tentem chegar a conclusões sobre o que estão vendo com base nos conhecimentos sobre ondulatória, juntamente com seu conhecimento empírico sobre a luz. Essa abordagem visa mostrar as divergências entre os dois modelos (ondulatório e corpuscular) e incentivar uma reflexão crítica sobre os conceitos físicos envolvidos. Posteriormente, será apresentado a eles o problema para que os estudantes relacionem os modelos para a luz com o que aprenderam com a construção do modelo para o funcionamento da caixa. Essa conexão entre diferentes contextos e modelos visa enriquecer a compreensão dos estudantes sobre os fenômenos físicos e sua aplicação em diferentes situações.



Figura 2: Experimento da fenda dupla.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### *Problema Proposto*

*De que forma os modelos propostos para a luz se assemelha como o modelo da caixa?*

### *Auxílio visual*

Como suporte para as discussões do problema, sugerimos ao professor o vídeo: “Dr. Quantum - Fenda Dupla”<sup>1</sup>. Esse vídeo aborda a natureza corpuscular e ondulatória da luz, além de mostrar o experimento da fenda dupla e seus padrões de interferência.

### *Proposta de questões para discussão*

Essas perguntas podem ser feitas no momento da discussão das hipóteses levantadas pelos alunos, onde o professor terá um papel de estimular as discussões, sem dar respostas ou interferir no processo de tomada de decisão dos estudantes. Tais perguntas podem ser do tipo:

- 1 - Como podemos definir o que é um modelo para a ciência?
- 2 - Porque são utilizados modelos na Física?
- 3 - Como é possível explicar o comportamento da luz ao passar pela fenda?
- 4 - Com base em que podemos afirmar que um modelo deixou de ser útil como ferramenta para explicar determinado fenômeno?

<sup>1</sup>Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=UtPf0XYQzfl>. Acessado em 18 de novembro, 16:30



## Tema 1.2 : O funcionamento dos painéis solares

*Número de aulas:* 1 aula

*Objetivos geral:* Introduzir uma discussão sobre o problema principal que é a Física por traz do funcionamento dos painéis solares.

*Objetivos específicos:*

- Orientar os estudantes sobre a aplicação da proposta de sequência de ensino;
- Coletar preliminarmente a forma como os estudantes compreendem o funcionamento dos painéis solares;
- Obter possíveis hipóteses de explicação do fenômeno envolvidos e dos conceitos físicos relevantes.

Quadro 4: Distribuição das atividades

Tema da aula	Atividades	Tempo
1 - Apresentação do problema.	Apresentação dos brinquedos didáticos.	10 min
2 - Coleta inicial das hipóteses.	Verificação preliminar das hipóteses levantadas pelos estudantes sobre o funcionamento dos painéis solares.	40 min

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### *Problema Proposto*

*"Mas a final, os painéis solares usam luz do Sol ou o seu calor para funcionar?"*

### *Discussão da atividade*

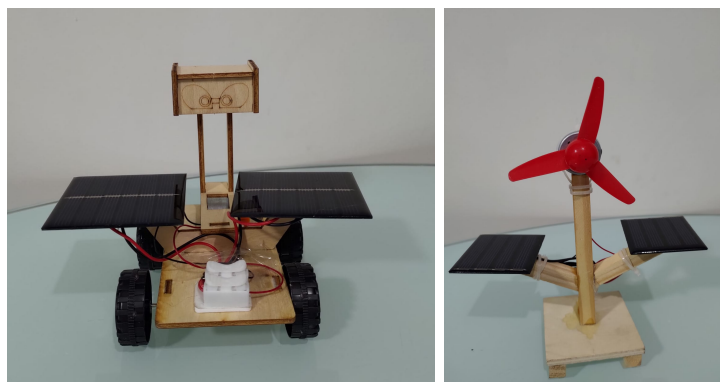
O objetivo é apresentar o problema fundamental deste produto educacional. Aqui, nosso foco inicial é coletar as ideias preliminares dos estudantes sobre como os painéis solares funcionam. Vamos utilizar essas ideias para registrar suas hipóteses preliminares, levando em consideração o conhecimento prévio deles e suas explicações, independentemente de serem baseadas em evidências empíricas ou não. Essa etapa é essencial para entender as concepções iniciais dos estudantes e criar uma base para o desenvolvimento posterior



das atividades, permitindo uma abordagem mais personalizada e direcionada ao longo do processo educacional.

Para auxiliar a discussão e permitir que os estudantes tenham contato com painéis solares e possam vê-los funcionando, possibilitando um meio para que eles testem suas hipóteses, serão apresentados os brinquedos educacionais mostrados na Figura 3. Esses brinquedos fornecem uma representação prática do funcionamento dos painéis solares, permitindo que os estudantes observem diretamente a movimentação dos brinquedos por meio da conversão de luz em energia. Essa experiência prática ajudará no processo de formulação de hipóteses e permitirá que os estudantes possam trocar ideias e discutir com base em algo que possa ser tocado e manipulado por eles. Essa forma de trabalho possibilita que os estudantes avancem na solução sem necessariamente dependerem da intervenção do professor, promovendo assim uma aprendizagem mais autônoma e colaborativa.

Figura 3: Brinquedos educacionais



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Para isso, o professor pode incentivar os alunos a discutirem o problema com base nas seguintes perguntas:

- Como vocês acham que os painéis produzem energia?
- Como esse processo ocorre?
- Onde a Física se encaixa na sua resposta anterior?

Durante a discussão, é importante que o professor se abstenha de fornecer respostas aos estudantes. O objetivo aqui é deixar que os estudantes falem sobre o problema. A função



do professor é estimular e guiar as discussões, tendo em vista que, ao final deste processo, voltaremos a abordar o problema, motivando os estudantes a explicá-lo novamente, mas desta vez embasados no conhecimento teórico adquirido ao longo deste trabalho.

## Tema 1.3: A natureza da luz

*Número de aulas:* 2 aulas

### *Primeira parte*

**Objetivos geral:** Ampliar os conhecimentos dos estudantes sobre características da luz visível e invisível; verificar o que os estudantes trazem de conhecimentos prévios sobre as ondas eletromagnéticas, e a partir de exemplos de fácil visualização e imaginação fazer analogias com situações do cotidiano que possam servir como base para melhorar o entendimento sobre essa temática; instigar discussões sobre as várias representações das ondas eletromagnéticas, indo além das cores do espectro visível.

### **Objetivos específicos:**

- Compreensão da luz como uma onda eletromagnética;
- Compreensão dos elementos de uma onda eletromagnética;
- Quantização da luz
- Dualidade onda partícula.

Quadro 5: Distribuição das atividades

<b>Tema da aula</b>	<b>Atividades</b>	<b>Tempo</b>
1 - O que é a luz.	Discussão de conceitos pertinentes: frequência e comprimento de onda.	1 aula
2 - Espectro visível da luz	Melhora do entendimento sobre a luz; e suas características.	1 aula

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.





## *Discussão da atividade*

Para essa atividade, iniciaremos fazendo a seguinte pergunta: O que é luz? O objetivo é verificar quais são os conhecimentos prévios e suas impressões sobre os fenômenos ópticos, mais especificamente a natureza e sua compreensão empírica da luz, tanto do ponto de vista do fenômeno como da sua natureza ondulatória. Momento onde serão discutidos conceitos básicos do conteúdo, como: frequência, comprimento de onda. Esta parte é importante para sanar dúvidas pendentes já que tais conceitos serão utilizados nas explicações posteriores.

### *Segunda parte*

**Objetivos geral:** Apresentar o espectro da luz visível, ampliando o entendimento dos estudantes sobre as características ondulatórias da luz; Demonstrar a utilização dos espectros para identificar diferentes compostos químicos, fazendo uma correlação entre esses espectros e a identificação dos elementos constituintes de outros corpos celestes a exemplo das estrelas; Estudar as faixas do espectro eletromagnético suas frequências e suas divisões com enfoque maior para a luz visível e as características que definem as cores e das ondas.

#### **Objetivos específicos:**

- Definir o que são espectros.
- Discutir as cores dos espectros visíveis e suas frequências específicas.
- Identificar os elementos que definem as cores.

## *Discussão da atividade*

O tema de espectros possui um grande número de possibilidades e formas de ser explorado no ensino médio, podendo ser abordado por meio de diversas metodologias e temáticas. Para esse trabalho, sugerimos que o professor inicie a aula abordando os espectros de absorção e de emissão da luz do Sol como uma forma de motivar os estudantes a participarem de forma mais ativa do processo. Conteúdos que envolvem astronomia básica têm o potencial de causar impactos positivos na curiosidade e no aprendizado dos





estudantes.

Após a introdução, o professor pode incluir outros temas correlacionados, como as dúvidas dos estudantes sobre o espectro das estrelas, ou iniciar a discussão sobre os espectros dos elementos químicos. Essa discussão pode ser direcionada para introduzir os espectros da luz visível e, posteriormente, abordar as outras faixas do espectro eletromagnético.

Nessa proposta de atividade, o uso do apelo visual tem uma importância relevante para auxiliar os estudantes a perceberem as diversas formas dos espectros e a compreenderem as características únicas do espectro que cada elemento químico possui. Ao apresentar imagens dos espectros dos elementos químicos e da luz das estrelas, constantes no Apêndice B, os estudantes terão uma experiência mais efetiva e intuitiva, o que facilitará o processo de aprendizagem dos conceitos abordados.

Nesse momento, o professor pode introduzir conceitos sobre tipos de interferência com mais detalhes, caso isso já tenha sido feito no momento da discussão da atividade anterior.

### *Preparação da atividade*

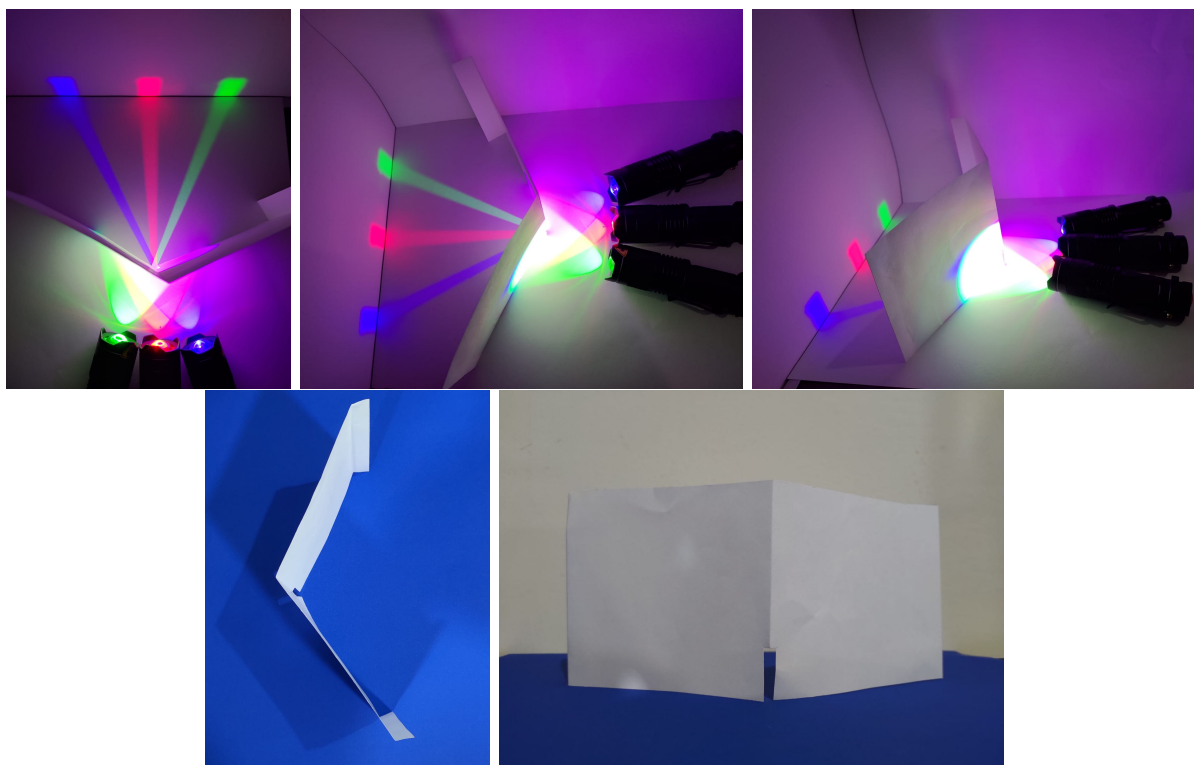
Para essa atividade sugerimos que o professor inicie o conteúdo de espectros utilizando-se da discussão com o seguinte problema:

*"Como os cientistas conseguem descobrir de que é feita uma estrela sem que eles tenham de viajar até ela?"*

Para ajudar no processo investigativo, sugerimos o experimento da fenda. Para este experimento serão necessárias três lanternas de cores diferentes, neste produto foi utilizada lanternas nas cores: vermelha, azul e verde. Elas servirão de fonte luminosa, além disso, será utilizada duas folhas de papel A4 uma inteira e outra para produzir a fenda por onde passará a luz. Na Figura 4 apresentamos imagem da montagem do experimento.



Figura 4: Experimento da fenda com lanternas.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Este problema exige um nível maior de aprofundamento quanto às definições de frequência e comprimento de onda, o que explica a necessidade de uma abordagem detalhada desses temas na primeira parte da atividade. Sem essa base, os estudantes podem não conseguir relacionar as frequências com as cores emitidas e a formação do espectro. Por isso, essa atividade pode e deve ser adaptada caso os estudantes não consigam atender a essa necessidade. Ao buscar responder o problema, os estudantes precisam perceber que a luz emitida é quebrada ao passar por uma “barreira” produzindo o espectro, gerando a imagem como a da Figura 4. Todo esse processo deve ocorrer com o professor instigando a discussão, pois, sem ela, pode ser muito difícil que os estudantes cheguem a uma resposta plausível para o problema.

Devido a essa dificuldade, o professor deve preparar os estudantes na primeira parte, avaliando a viabilidade da aplicação ou não desta atividade.

No material disponibilizado no Anexo B, os professores poderão encontrar imagens do espectro de algumas estrelas bem como os espectros de elementos químicos para melhor promover as discussões pertinentes a atividade. Neste mesmo material, também é possível



encontrar uma atividade que relaciona os espectros de alguns elementos Químicos com o espectro de alguns exemplos de estrelas. Essa atividade pode ser útil para aprofundar o conhecimento.



## APLICAÇÃO DO SEGUNDO MOMENTO

Neste momento, serão apresentadas as bases para a construção do conhecimento básico necessário para que os estudantes possam resolver o problema motivador deste produto. Este problema aborda conceitos complexos que se enquadram nas áreas de Física moderna, mecânica quântica e Física dos materiais. No entanto, devido à sua complexidade para estudantes do ensino médio, esses tópicos serão introduzidos de forma superficial, com ênfase em aspectos relevantes e compreensíveis para alunos dessa faixa etária.

A motivação destes problemas está na parte conceitual, e não serão abordadas as etapas práticas da produção de energia elétrica, uma vez que os estudantes ainda não possuem o conhecimento sobre conceitos inerentes a esse tema, geralmente ensinado em turmas do terceiro ano do ensino médio.

Portanto, o objetivo é fornecer uma bagagem conceitual que permita uma compreensão mínima do funcionamento interno das células fotovoltaicas. Ao explorar essas bases conceituais, espera-se que os estudantes possam desenvolver uma compreensão inicial do processo de geração de energia solar e como os painéis fotovoltaicos podem converter a luz do Sol em eletricidade do ponto de vista conceitual da Física. Ao fornecer esse conhecimento essencial, os estudantes estarão mais preparados para lidar com questões relacionadas ao tema.

### Tema 2.1 - Introdução aos conceitos da Física

*Número de aulas:* 2 aulas.

*Objetivos geral:* Consolidar os conhecimentos vistos na química do primeiro ano (modelos atômicos e distribuição eletrônica), descrevendo esses conceitos com base na Física; Abordar a distinção entre distribuição contínua e discreta da energia; relembrar o conceito de quantização da energia.

*Objetivos específicos:*

- Desenvolver o conceito de quantização da energia.
- Desenvolver o conceito de níveis de energia.

*Conteúdo:*



Quadro 6: Distribuição das atividades

<b>Tema da aula</b>	<b>Atividades</b>	<b>Tempo</b>
1 - Estrutura do átomo	Ler o texto do Apêndice B e formular hipótese para o problema proposto.	1 aula
2 - Discussão do problema	Momento onde os alunos, com o estímulo do professor, irão aprofundar as hipótese e sua viabilidade de acordo com o contexto do problema	1 aula

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

- A quantização da energia;
- Níveis de energia;
- Absorção e liberação de energia;

### *Discussão da atividade*

Um dos conceitos mais importantes para que os estudantes compreendam o funcionamento dos painéis solares está na transição de níveis de energia dos elétrons, o que é fundamental para entender a Física envolvida nesse processo. Para isso, é necessário que o professor, a partir das hipóteses dos alunos, comece do básico, explicando a quantização de energia. Em seguida, é essencial construir uma base sólida sobre a importância dessas transições. Com esse conhecimento, os estudantes podem perceber a importância da quantização de energia e como ela está fortemente ligada à capacidade dos painéis solares de converter a luz solar em eletricidade, ao invés do calor como foi suposto no segundo problema.

Dessa forma, será essencial que o professor esteja atento durante as discussões do problema para identificar se os estudantes possuem conhecimento prévio sobre o assunto. Caso contrário, o professor deverá utilizar um tempo maior da proposta para guiar a discussão com maior tranquilidade, garantindo que a maior parte dos estudantes consiga obter o conhecimento necessário. Isso pode envolver a explicação de conceitos fundamentais, a realização de atividades práticas ou demonstrações que ilustrem os princípios envolvidos bem como o fornecimento de recursos adicionais, como textos complementares ou vídeos explicativos. O objetivo é garantir que todos os estudantes tenham a oportunidade de compreender os conceitos relevantes para a resolução do problema de forma clara e acessível.



Para esta atividade, foram disponibilizados objetos com capacidade fluorescente, conforme ilustrado na Figura 5. Esses objetos foram introduzidos para permitir que os estudantes manipulassem e investigassem a relação entre a quantidade de energia absorvida pelas “estrelas” e o seu brilho, servindo como uma introdução aos conceitos que envolvem saltos entre níveis de energia e a produção de elétrons livres. Essa etapa do trabalho requer uma atenção especial devido à complexidade do conteúdo para os estudantes, que podem não possuir uma base conceitual bem estabelecida, limitando as possibilidades de aplicação que envolvem muitos aspectos teóricos.

Portanto, o objetivo aqui é apresentar apenas as partes do conteúdo que sejam significativas para o entendimento da proposta, fornecendo uma base conceitual mínima que permita aos alunos explorarem e compreenderem os fenômenos observados de forma acessível.

Figura 5: Estrelas fluorescentes.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### *Problema proposto*

*Explique como os elétrons mudam de nível de energia e o que você acha que ocorre com um elétron quando ele já está na camada mais externa de um átomo (camada Q) e ainda continua recebendo energia?*

Com esse problema, espera-se que ao final das discussões os estudantes possam associar as transições entre os níveis K, L, M, N, O, P e Q de energia de um átomo, com a “produção” de elétrons livres que são essenciais para o sistema fotovoltaico.



A partir disto, espera-se que os estudantes consigam perceber que:

- A movimentação dos elétrons dos átomos do material que constitui os painéis solares se inicia com o recebimento de fótons de luz do Sol.
- Existe a possibilidade de haver elétrons livres na estrutura dos objetos, possibilitando a compreensão dos mecanismos de produção de energia, mesmo que de forma rudimentar.

Caso seja necessário, o professor pode ao final explicar que essas cargas livres podem gerar uma movimentação de cargas chamada de corrente elétrica. Tornando mais clara a relação entre as movimentações e as consequências delas para a produção de energia. Essa correlação é necessária se os estudantes ainda não tiverem tido o contato com este conteúdo.

### *Aplicação da atividade*

Para esta etapa da atividade, cada grupo receberá três estrelas plásticas semelhantes às mostradas na Figura 5. Os estudantes serão convidados a observar essas estrelas, que serão iluminadas com diferentes fontes de luz: a luz ambiente, a luz solar direta e a luz de um celular. Eles irão inicialmente colocar as estrelas em um local coberto para que a energia absorvida por elas seja liberada antes do início das atividades; posteriormente, os estudantes irão expor simultaneamente as três estrelas a essas fontes de luz e realizarão observações das mudanças ocorridas. Em seguida, serão iniciadas as discussões para a formulação de hipóteses explicando o que está acontecendo.

O objetivo inicial é que os estudantes formulem hipóteses sobre a variação da intensidade da luz emitida pelas estrelas em resposta à exposição a essas diferentes fontes luminosas. Essa parte do trabalho tem o intuito de incentivar os estudantes a observar as nuances do problema antes de formular uma solução ou hipótese. Durante essa fase, os alunos serão incentivados a comparar as estrelas em termos de luminosidade e a propor explicações para as diferenças observadas, fazendo uma relação entre essa luminosidade e a energia recebida destas fontes sugeridas.

Essas discussões serão orientadas de modo a estabelecer conexões com os níveis e subníveis de energia que foram estudados previamente durante o primeiro ano do ensino





médio, especialmente no contexto da química. Caso não seja possível prosseguir por esse caminho, o professor pode contornar essa discussão e partir para as transições de níveis.

Findadas as discussões, o professor apresentará o texto contido no Apêndice C, intitulado *Estrutura do átomo e os níveis de energia*, que servirá para sanar dúvidas e deixar mais clara a compreensão dos estudantes. Nessas discussões, será considerado o ganho ou perda de energia pelos elétrons durante essas transições. Isso permitirá aos estudantes compreender como a luz solar fornece a energia necessária para que os elétrons realizem saltos entre os níveis de energia, resultando na geração de corrente elétrica utilizada nos painéis solares, por meio dos elétrons livres.

Como pode ser observado, este problema exige muito do conhecimento prévio dos estudantes. Alguns aspectos deste problema podem e devem ser alterados conforme a necessidade e as especificidades dos estudantes e do contexto socioeconômico em que estão inseridos. Atividades como esta tendem a ser mais desafiadoras devido à quantidade de conceitos e às ligações necessárias entre esses conceitos para que sejam efetivamente aplicadas. Cabe ao professor avaliar a melhor forma de colocá-la em prática e as adaptações necessárias para que possa ser alcançado o objetivo proposto.

### *Proposta de questões para discussão*

- 1 - Houve alteração na intensidade da luz emitida pelas estrelas?
- 2 - Como pode ser explicado essa diferença?
- 3 - Como pode ser explicado a produção de luz pelas as estrelas?
- 4 - De que forma a luz emitida está relacionada com os níveis de energia dos átomos que compõem as estrelas?
- 5 - Os elétrons podem receber qualquer quantidade de energia para que ocorra a transição entre os níveis?
- 6 - De onde os elétrons podem receber energia para que ocorram as transições entre os níveis de energia?

## **Tema 2.2 - Funcionamento dos painéis solares**

**Número de aulas:** 2 aulas.

**Objetivos geral:** Abordar de forma simplificada o efeito fotovoltaico, do ponto de





vista da óptica, tentando esclarecer de forma resumida a Física que existe por trás do funcionamento dos painéis solares.

***Objetivos específicos:***

- Introdução ao funcionamento dos painéis solares.
- Relacionar os fenômenos físicos com o funcionamento dos painéis solares.

***Conteúdo:***

- Funcionamentos dos painéis solares.

Quadro 7: Distribuição das atividades

<b>Tema da aula</b>	<b>Atividades</b>	<b>Tempo</b>
1 - Manipulação das placas solares.	Testar se de fato é a luz ou o calor que alimenta as placas solares.	1 aula
2 - Retomando o problema inicial.	Consolidar os conhecimentos aprendidos na resolução do problema principal.	1 aula

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

### *Discussão da atividade*

Nessa fase, vamos retomar o problema apresentado no Tema 1.1: Mas afinal, os painéis solares usam luz do Sol ou o seu calor? Agora, solicitaremos aos estudantes que tentem responder ao problema com base no conhecimento adquirido ao longo do processo de resolução dos problemas. Eles devem utilizar a base conceitual que desenvolveram para formular hipóteses e sugerir soluções para o problema.

### *Aplicação da atividade*

Para auxiliar os estudantes, eles terão a oportunidade de manipular um painel solar ligado a uma lâmpada, onde eles poderão experimentar na prática a produção de energia elétrica. O equipamento a ser utilizado é mostrado na Figura 6.



Figura 6: Material do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Com isso, eles poderão verificar em diferentes ambientes se de fato é o calor ou a luz do Sol que possui alguma influência na produção de energia através do uso dos painéis.

Na etapa posterior a manipulação dos painéis, eles terão a oportunidade de revisitar suas hipóteses anteriores e modifica-las, agora com um embasamento teórico melhor, obtido a partir da resolução dos problemas, das experiências e das discussões em sala.

### *Finalização do segundo módulo*

Ao final deste produto, a expectativa é que os estudantes desenvolvam uma base conceitual na introdução à Física moderna, mesmo durante o segundo ano do ensino médio. Além disso, espera-se que adquiram uma compreensão mais sólida de como essas teorias se aplicam a questões do cotidiano. Através da resolução de problemas investigativos, os estudantes podem aprimorar sua capacidade de formular hipóteses e explicações para problemas fora do ambiente escolar. Isso os capacitará a aplicar o conhecimento adquirido em suas atividades diárias.

Essa experiência de buscar uma base teórica para resolver problemas será fundamental para cultivar uma mentalidade de busca ativa de respostas, em vez de simplesmente aceitá-las de fontes externas, promovendo um maior desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes.



## Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular - BNCC. Brasília: [s.n.], 2018.



## APÊNDICE A

### O QUE SÃO MODELOS?

Os modelos são representações da “realidade” que auxiliam na visualização de fenômenos, teorias e seus comportamentos. No entanto, antes de nos aprofundarmos na definição de modelos, é necessário compreender o que é essa realidade que mencionamos. O termo “*realidade*” abrange tudo o que é perceptível ao homem, constituindo o conjunto de formas pelas quais nos relacionamos com objetos, ideias ou conceitos. Essas formas podem envolver a interação com objetos físicos, que são tangíveis, ou com conceitos subjetivos, que dependem da interpretação individual.

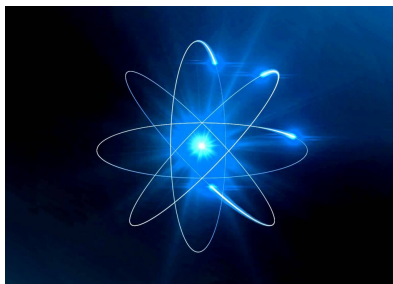
Os modelos são representações simplificadas (Silva, et al, 2019) criadas para representar ideias, fenômenos, processos, eventos, etc. Através dos modelos, é possível aprofundar o conhecimento desejado ou expandir as ideias, facilitando assim a construção de novos conhecimentos. Dessa maneira, os modelos são representações da realidade e, como tal, se constituem como *construções humanas*. Eles tornam o estudo ou entendimento de conceitos e teorias mais acessíveis, seja através do apelo visual ou da comparação com sistemas e modelos já conhecidos.

Portanto, os modelos são representações que possuem uma relação de semelhança com o objeto estudado, podendo apresentar problemas ou imprecisões, que podem ter origem em falhas conceituais ou na própria limitação do conhecimento humano.

Um dos modelos mais conhecidos é o modelo atômico; todos nós já nos deparamos com representações de átomos em livros didáticos, na internet e nas aulas de química. A representação na Figura 1 é uma das mais familiares, seguindo a estrutura do modelo planetário, no qual os elétrons orbitam em torno do núcleo, de maneira análoga ao nosso sistema solar.



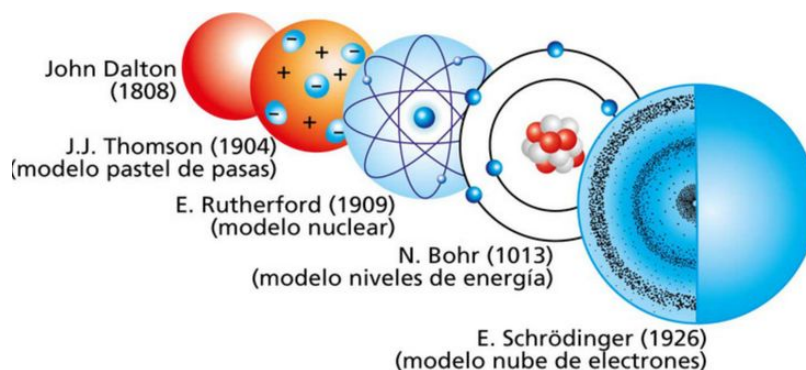
Figura 1 – Modelo do átomo.



Fonte: <https://www.maxieduca.com.br/blog/quimica/teoria-atomo/>. Acessado em 20/10/2023.

Esse modelo foi aceito durante muito tempo para explicar os fenômenos envolvendo o átomo e a organização de sua estrutura, incluindo núcleo, elétrons, prótons, etc. No entanto, à medida que o conhecimento progrediu, esse modelo foi sendo aperfeiçoado, culminando na representação da Figura 2. Essa representação utiliza o conceito de nuvem eletrônica para demonstrar a distribuição dos elétrons ao redor do núcleo.

Figura 2 – Evolução do modelo do átomo.



Fonte: <https://www.pinterest.de/pin/695313629950637393/>. Acessado em 20/10/2023.

Dessa evolução e de várias outras, percebemos que o conhecimento é mutável, e os modelos utilizados para explicar esse conhecimento também o são. Dessa forma, tais modelos não devem ser considerados como verdades absolutas, mas sim, como já mencionado, como construções humanas que representam uma realidade científica conhecida e aceita até o momento. Essa representação da realidade é passível de alteração à medida que adquirimos mais conhecimento.



## REFERÊNCIAS

PRESTES, Maria Elice de Brzezinski et al. **O Uso de modelos na Ciência e no ensino de Ciências**. Boletim de História e Filosofia da Biología, v. 7, n. 1, p. 4-10, 2013.

SILVA, Fernando Siqueira da; CATELLI, Francisco. **Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica**. Revista brasileira de ensino de física, v. 41, 2019.

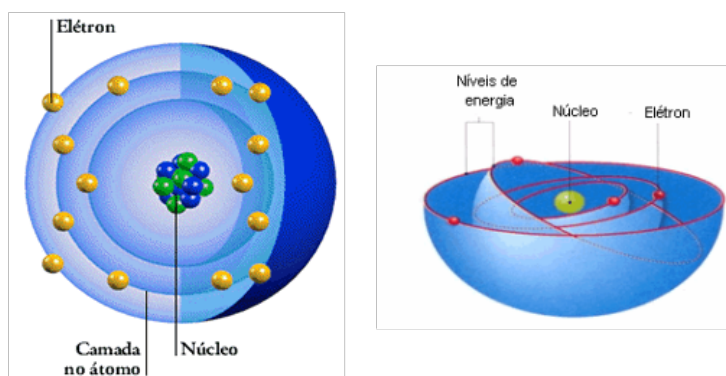


## APÊNDICE B

### ESTRUTURA DO ÁTOMO E OS NÍVEIS DE ENERGIA

Um átomo é composto por duas regiões distintas. Uma delas é o **núcleo**, uma região central que contém prótons, nêutrons e outras partículas menores. A outra é a **eletrosfera**, uma região ao redor do núcleo onde os elétrons se movem, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura do átomo.



Fonte: <http://grupestevolucao.com.br/livro/Quimica1/atmo.html>. Acessado em 17/10/2023.

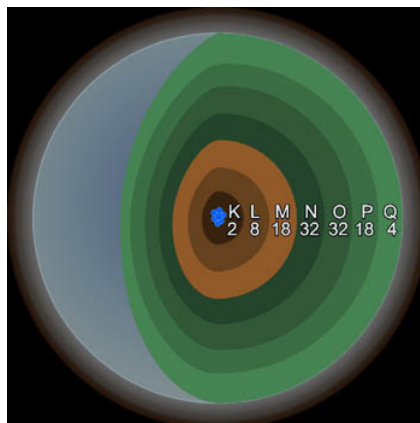
Em um átomo típico, o número de prótons no núcleo é igual ao número de elétrons na eletrosfera.

De acordo com esse modelo atômico, existem regiões na eletrosfera em que a probabilidade de encontrar elétrons é maior. Essas regiões são as **camadas eletrônicas**, às quais são associadas quantidades de energia bem definidas, constituindo os **níveis** de energia. Cada camada comporta um determinado número de elétrons.

Cada camada, é representada por uma letra do alfabeto, começando pela camada K, a mais próxima do núcleo, que representa o nível mais baixo de energia (nível fundamental,  $n=1$ ). Em sequência, temos as camadas L ( $n=2$ ), M ( $n=3$ ), N ( $n=4$ ), O ( $n=5$ ), P ( $n=6$ ) e, por último, a camada Q ( $n=7$ ).



Figura 2 – Níveis de energia do átomo.

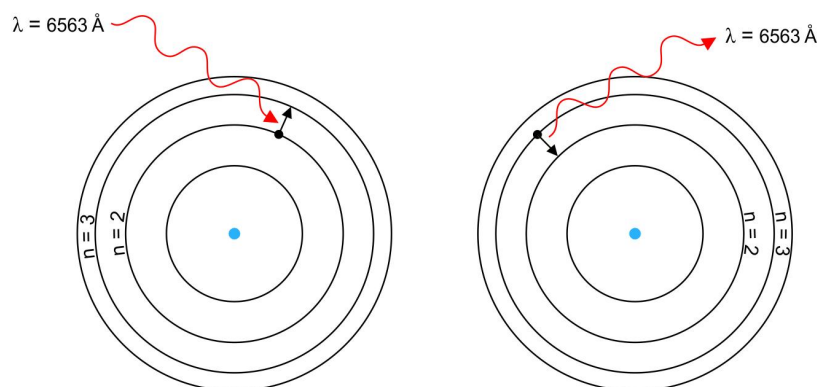


Fonte: <https://www.preparaenem.com/quimica/modelo-atomico-rutherford-bohr.htm>. Acessado em 17/10/2023.

Portanto, a energia de cada nível aumenta à medida que os elétrons se afastam do núcleo atômico. No entanto, não significa que todos os átomos tenham todas as suas camadas preenchidas (completas). Com exceção dos gases nobres, praticamente todos os outros elementos têm “espaços vazios” na camada mais distante do núcleo atômico, conhecida como camada de valência. São esses espaços vazios que permitem as transições dos elétrons entre os níveis de energia, conhecidas como “saltos quânticos”.

Cada elemento possui seu próprio número característico de elétrons e, da mesma forma, um conjunto característico de níveis de energia. Quando os elétrons “caem” de níveis de energia mais altos para níveis mais baixos (ou vice-versa), eles emitem pulsos oscilantes de radiação eletromagnética chamados fótons, como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Liberação de fóton após decaimento do elétron



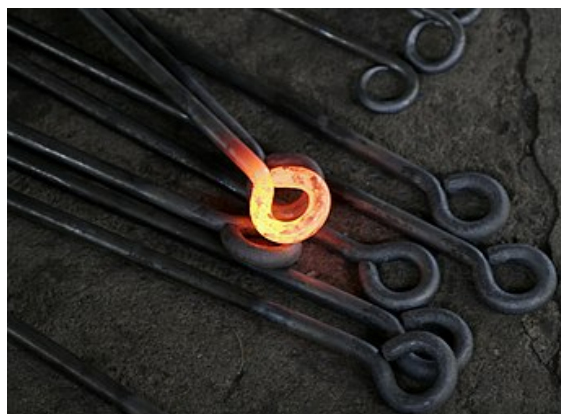
Fonte: [https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula\\_espec.htm](https://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_espec.htm). Acessado em 17/10/2023.





Um fóton é a unidade básica de energia na forma de radiação eletromagnética. Os fótons são responsáveis por todos os tipos de luz, desde o infravermelho ao ultravioleta, até os raios X e as ondas gama. A depender de que nível de energia o elétron se deslocou e para qual nível ele foi, a radiação emitida pode ser de frequências diferentes. Essa emissão de fótons é a responsável pelas cores que vemos, por exemplo em metais aquecidos, Figura 4.

Figura 4 – Liberação de fóton de luz no metal



Fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponto\\_de\\_Draper](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponto_de_Draper). Acessado em 17/10/2023.

A frequência desses fótons está relacionada à diferença de energia correspondente ao salto quântico. A diferença de energia depende dos níveis entre os quais o elétron transita.

Para o elétron passar do nível K para o nível M, o átomo precisará receber uma quantidade de energia exatamente igual à diferença de energia entre esses níveis, ou seja,  $\Delta E = E_M - E_K$ . A mesma diferença de energia  $\Delta E$  deverá também ser emitida (liberação de um fóton de luz), pelo átomo, quando o elétron retornar ao seu nível de origem, neste caso do nível M para o nível K.

## REFERÊNCIAS

HEWITT, P. G. **Fundamentos de física conceitual**. 12<sup>o</sup>. ed. Porto Alegre – RS: Bookman, 2015.

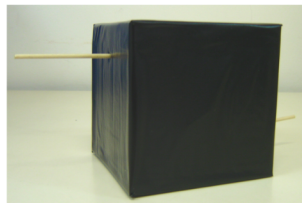


## ANEXO A – MODELO DA CAIXA

### Roteiro para Construção da Caixa Preta (somente para o professor)

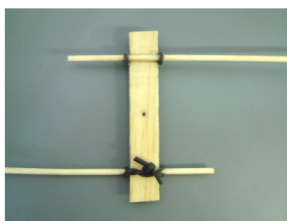
#### Materiais

- caixa de papelão pequena
- elástico
- palitos de churrasco (sem as pontas) e sorvete
- arame ou fio grosso
- fita adesiva
- papel preto ou tinta preta

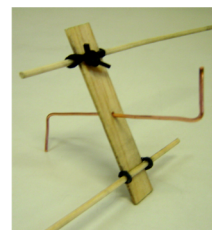


#### Montagem

1 – Faça um furo no centro do palito de sorvete e corte suas pontas de modo que seu comprimento fique um pouco menor que a altura da caixa.



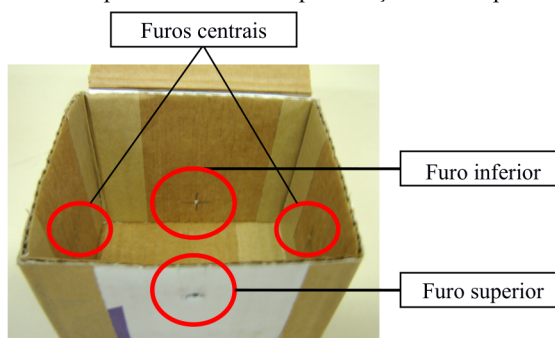
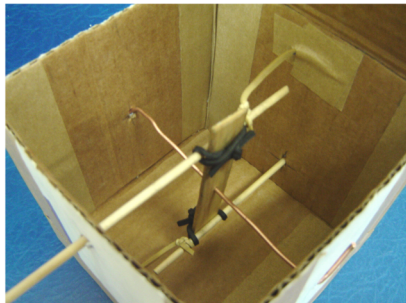
2 – Amarre um palito de churrasco em cada ponta do palito de sorvete utilizando o elástico.



3 – Corte um pedaço de arame, ou fio grosso, maior que a largura da caixa e passe pelo centro do palito de sorvete.

4 – Faça dois furos na mesma altura em duas laterais opostas da caixa para encaixar o arame.

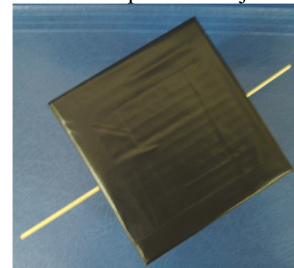
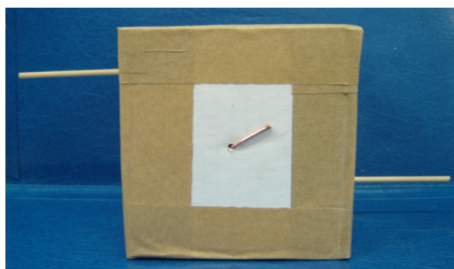
5 – Em outra lateral faça um furo para o palito de churrasco superior e na lateral oposta faça um furo para o palito de churrasco inferior.



6 – Encaixe o mecanismo cuidadosamente dentro da caixa.

7 – Utilizando elástico e fita adesiva prenda a parte menor dos palitos de churrasco nas laterais da caixa, como na figura.

6 – Agora é só fechar a tampa da caixa e cobri-la com papel ou tinta preta. Mexa um dos palitos e veja como o outro se comporta.



#### REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física da Faculdade de Educação da USP: Transformação das Teorias Modernas e Contemporâneas para Sala de Aula. São Paulo, SP, 2016. Disponível em: <https://sites.usp.br/nupic/wp-content/uploads/sites/293/2016/05/Bloco-I-Modelos.pdf>. Acesso em : 05 abr. 2023.



## ANEXO B – ESPECTROS DAS ESTRELAS

Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física da Faculdade de Educação da USP

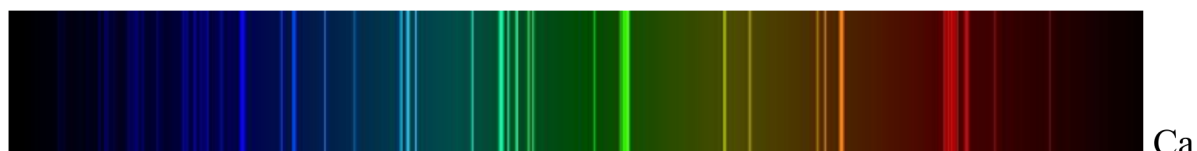
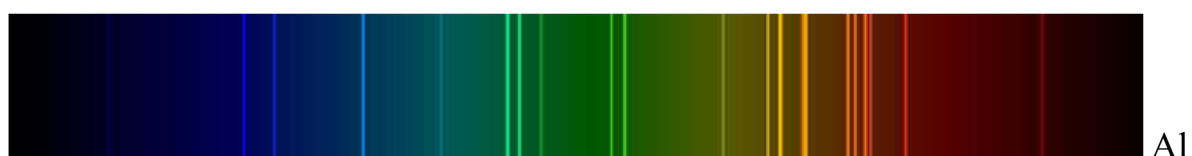
Transposição das Teorias Modernas e Contemporâneas para a Sala de Aula

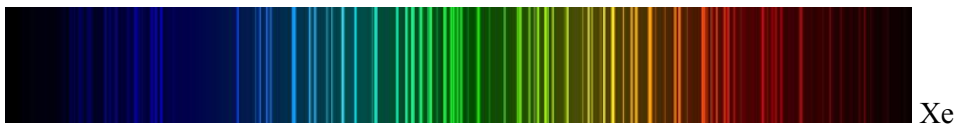
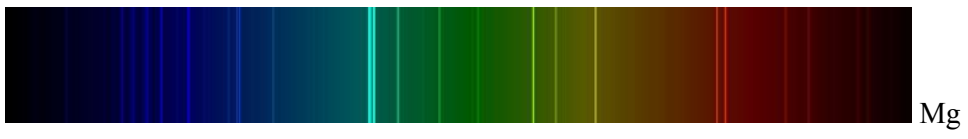
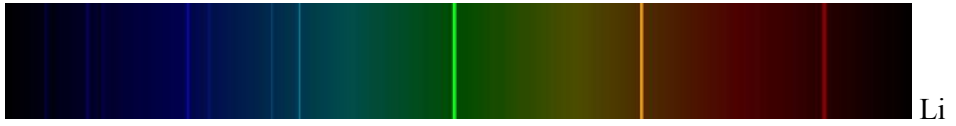
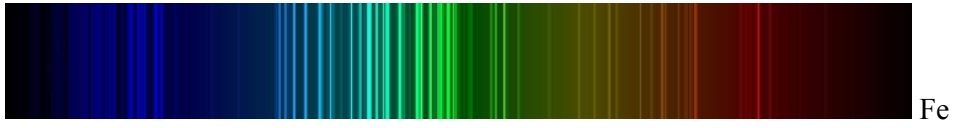
**Vamos descobrir de que elementos químicos se compõe uma estrela?**

Cada grupo receberá folhas de sulfite com os espectros de elementos químicos e transparências com espectros simplificados e numerados de algumas estrelas. Os alunos deverão comparar o espectro das estrelas com os espectros dos diferentes elementos. Se o espectro da estrela apresentar todas as linhas correspondentes ao elemento, é por que este é um dos constituintes da estrela.

Compare com cuidado, pois cada estrela tem pelo menos 3 elementos componentes.

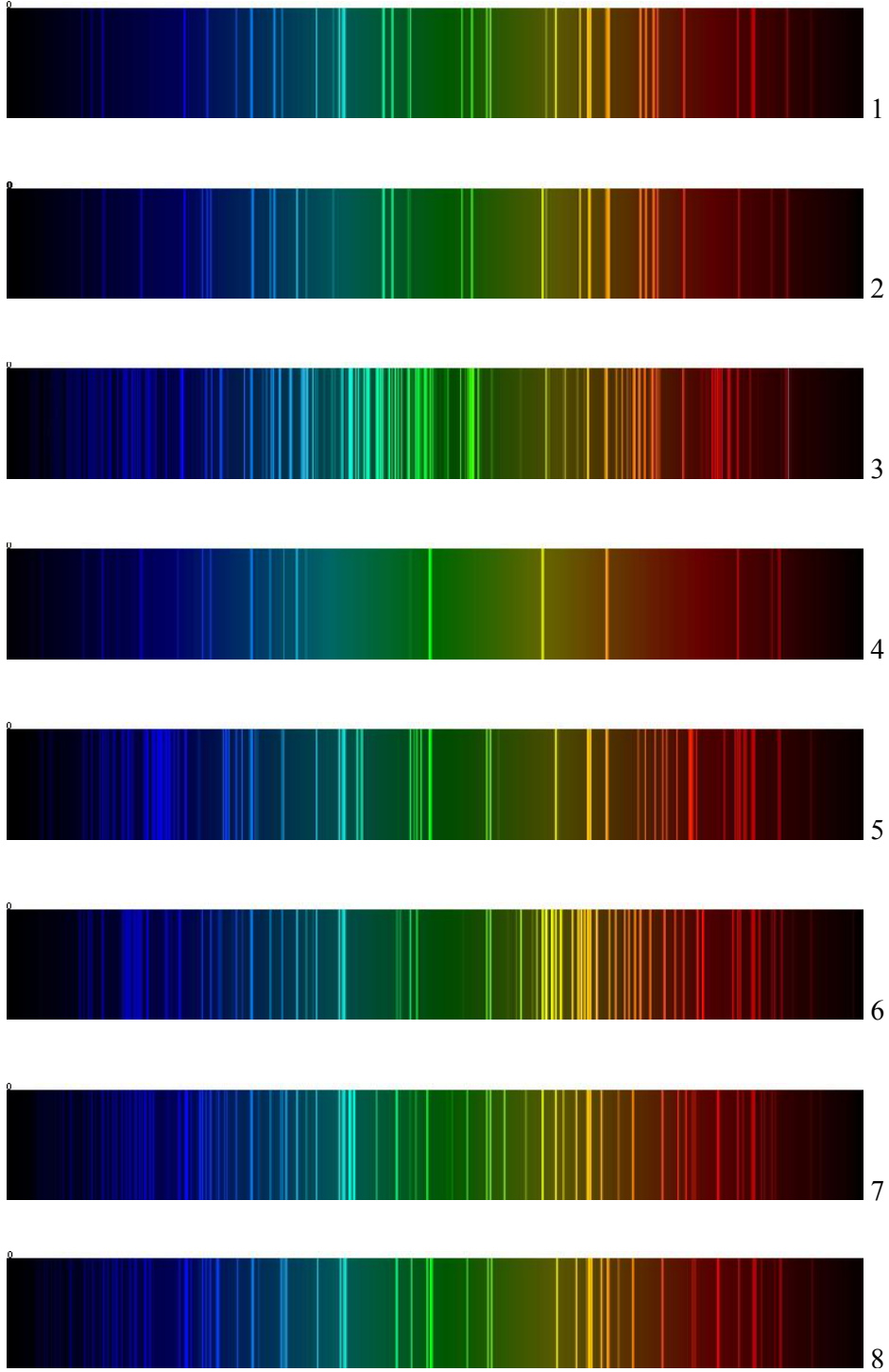
### Espectro de Elementos Químicos

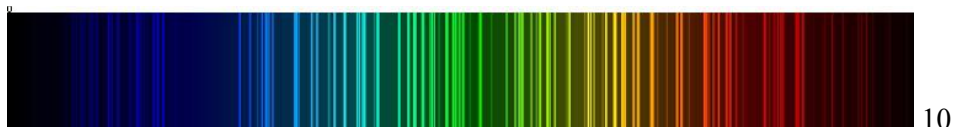
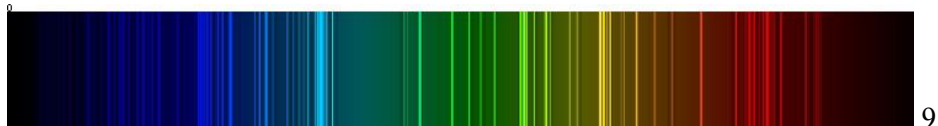






### Espectros das Estrelas





### GABARITO

1 – Al, H, C

6 – Ne, H He, C

2 – Al, He, H

7 – O, C, H, He, Mg

3 – Fe, H, Al, Ca

8 – O, C, Li, H

4 – He, H, Li

9 – O, H, N

5 – Na, H, Li, C

10 – Xe, H, C

### REFERÊNCIA

<http://nupic.fe.usp.br/projeto-materiais/fisica-moderna-no-ensino-medio/material-didatico-para-ensino-de-dualidade/>;  
acessado em 8 jul. 2023