

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA

LUCIANA MARTINES

PRODUTO EDUCACIONAL:
UEPS PARA O ENSINO DE SEMICONDUTORES NO ENSINO MÉDIO

CAMPO MOURÃO
2021

LUCIANA MARTINES

PRODUTO EDUCACIONAL

UEPS PARA O ENSINO DE SEMICONDUTORES NO ENSINO MÉDIO

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Polo 32 MNPEF), campus Campo Mourão, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Michel Corci Batista
Coorientador: Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon

CAMPO MOURÃO

2021



4.0 Internacional

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

SUMÁRIO

Apresentação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).....	03
Descrição dos Encontros	09
Preparação da Sala Virtual	09
1º Encontro: Apresentação de Tema e Verificação dos Conhecimentos Prévios.....	10
Suplemento 1: Questionário Inicial	11
Suplemento 2: Texto de apoio.....	12
A Evolução do Aparelho Televisor.....	12
2º Encontro: Situação-problema	16
3º Encontro: Aprofundamento de Conceitos	17
Fundamentação teórica para as aulas.....	18
Suplemento 3: Texto para aula 1	18
Evolução dos modelos atômicos	18
Questionário sobre os modelos atômicos.....	27
Suplemento 4: Texto: Materiais para aula 2.....	30
Materiais condutores isolantes e semicondutores.....	30
Questionário sobre os materiais condutores, isolantes e semicondutores.....	42
Suplemento 5: Texto:Texto para aula 3.....	44
Diodo Emissor de Luz – Led.....	44
Questionário sobre Led's e suas aplicações	52
4º Encontro: Nova Situação-problema	53
Simulador: Modelo de Átomo de Hidrogênio.....	54
Atividade Prática: Acionamento de um Led com uma bateria de 9V.....	63
Suplemento 6:Texto para nova situação problema.....	68
Lâmpadas de Led ou lâmpadas comuns?.....	68
5º Encontro Encontro: Avaliação.....	71
Suplemento 7: Questionário sobre efetividade	72
Questionário final: Efetividade.....	72
Considerações Finais	73
Referências.....	74

APRESENTAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)

No decorrer dos anos trabalhados com o Ensino Médio, existem várias disciplinas a se estudar, entre elas a Física. Esses estudos mostram-se defasados, não tendo acompanhado os avanços científicos e tecnológicos da sociedade, deixando os educandos com uma defasagem em suas necessidades em relação as evoluções do dia a dia.

A defasagem dos alunos do Ensino Médio poderia ser sanada através da inserção de tópicos referentes à Física Moderna e Contemporânea (FMC), relacionando-os com muitos equipamentos que o educando sabe que existe, mas nunca viu, e aqueles que ele conhece e utiliza, porém não sabe o seu funcionamento e nem a relação existente com a Física. Como por exemplos: canetas laser, impressoras, tipos de televisão e lâmpadas. A relação da Física com esses equipamentos traria uma atualização no currículo, podendo despertar o interesse pela Física de uma maneira prazerosa e significativa.

Em uma sociedade cada vez mais tecnológica, na qual os estudantes estão cada vez mais conectados, giz e quadro não são mais suficientes, é necessário pensar uma prática docente que insira e promova habilidades e competências que relacionem a teoria com a prática, e que a partir desta relação o estudante possa desenvolver uma capacidade crítica de pensar o mundo e a sociedade que o cerca.

Sem dúvida, isto torna-se um desafio maior quando se pensa a realidade da sala de aula e a diversidade humana existente, a subjetividade de cada estudante, as barreiras sociais, e as diferentes realidades familiares, pois cada aluno possui uma história que reflete em sua relação com o aprender.

Na tentativa de contribuir com este cenário, foi pensada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre noções básicas de Física Moderna e Contemporânea, a partir de uma perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), utilizando para tal a evolução da televisão e as lâmpadas de Led, como mostra a ficha técnica apresentada no quadro 1.

Quadro 1 - Ficha técnica da UEPS	
Tema: Evolução da televisão e as lâmpadas de Led	
Tipo de produto	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)
Tipo de atividade	Ensino Remoto (Aulas Síncronas e Assíncronas)
Público alvo	Alunos do 3º Ano do Ensino Médio
Competências previstas na BNCC	Competência 1 e Competência 3
Habilidades previstas na BNCC	(EM13CNT101) (EM13CNT104) (EM13CNT301) (EM13CNT303) (EM13CNT307) (EM13CNT308)
Objetivo Geral: Uma proposta didática para a inserção da Física Moderna e Contemporânea, para estudantes do Ensino Médio, numa perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).	
Pré requisitos	✓ Modelos Atômicos; ✓ Condutores e Isolantes; ✓ Tipos de lâmpadas.
Conteúdos	✓ Modelo Atômico de Bohr; ✓ Semicondutores; ✓ Led.
Objetivos	✓ Diferenciar os Modelos Atômicos; ✓ Reconhecer materiais: condutores e isolantes; ✓ Estudar materiais semicondutores; ✓ Conhecer os Diodos Emissores de Luz (Led); ✓ Diferenciar o funcionamento dos diversos tipos de lâmpadas.

Fonte: Autoria própria (2021).

Para respaldar a proposta de Produto Educacional, foram utilizados documentos que orientam e apontam os objetivos e objetos do ensino de Física. Neste sentido, nos propomos a pensar a Física Moderna e Contemporânea como uma possibilidade para um ensino de Física mais atual, a partir da BNCC. No quadro 2, encontram-se as competências específicas e habilidades relacionadas ao conteúdo.

Quadro2 - Competências e habilidades propostas pela BNCC para o ensino médio.

Competências	Habilidade
<p>Competência 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas 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/ou global.</p>	<p>(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.</p> <p>(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.</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, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.</p>

Competência 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, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.

Fonte: Autoria própria (2021).

Este trabalho tem por finalidade a aplicação de uma UEPS, à alunos da 3ª série do Ensino Médio, o mesmo é composto por conteúdos pertinentes a Física Moderna e Contemporânea, por meio do estudo da evolução da televisão e as lâmpadas de Led's em uma perspectiva CTS.

Além disso, o produto está fundamentado na teoria de aprendizagem significativa, com o objetivo de despertar o gosto e o interesse pela Física, relacionando os conteúdos da FMC com questões que fazem parte de seu cotidiano a partir da prática investigativa.

Essa sequência de ensino foi pensada como uma alternativa para o Ensino Remoto e utiliza como principal ferramenta o *Google Classroom* e seus recursos,

composta por 5 (cinco) encontros, divididos em etapas síncronas e assíncronas, como mostra o quadro 3:

Quadro 3 - Etapas e descrição da UEPS			
ENCONTRO	ETAPA DA UEPS	MODALIDADE	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
1º ENCONTRO (1 AULA)	APRESENTAÇÃO DO TEMA	ASSÍNCRONA	Em um vídeo de curta duração, o professor fará uma breve apresentação do tema, abordando os conteúdos que serão trabalhos na UEPS.
	LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS		Para esse momento da UEPS o professor disponibilizará aos estudantes um questionário, com objetivo de identificar os seus conhecimentos prévios.
2º ENCONTRO (1 AULA)	PROPOSIÇÃO DE UMA SITUAÇÃO PROBLEMA	SÍNCRONA	Para iniciar esse encontro o professor utilizará as questões trabalhadas anteriormente e ao final das discussões fará a leitura de um texto (organizador prévio) e apresentará aos estudantes a primeira situação problema. Após a leitura do texto todos os participantes devem chegar a um consenso, capaz de responder à questão proposta.
	DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA		Com a resposta elaborada coletivamente o professor iniciará a abordagem dos conteúdos de aspecto geral.

<p>3º ENCONTRO (3 AULAS)</p>	<p>APROFUNDAMENTO DOS CONCEITOS</p>	<p>ASSÍNCRONA E PRESENCIAL</p>	<p>Essa etapa é dividida em três assuntos, cada um com um texto informativo, que visa apresentar os conceitos físicos relacionados ao tema de estudo.</p> <p>Além da leitura dos textos, os estudantes deverão resolver uma atividade (questionário) relacionada aos conteúdos trabalhados.</p> <p>Para finalizar, o professor realizará uma atividade prática em um momento presencial, o qual também servirá para aprofundamento e tira dúvidas.</p>
<p>4º ENCONTRO (1 AULA)</p>	<p>RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA</p>	<p>ASSÍNCRONA E SÍNCRONA</p>	<p>Para o momento assíncrono os estudantes serão convidados a utilizar um simulador, previamente escolhido e detalhado pelo professor e no momento síncrono o professor apresentará uma nova situação problema, em um nível mais elevado de complexidade.</p>
<p>5º ENCONTRO (1 AULA)</p>	<p>AVALIAÇÃO</p>	<p>ASSÍNCRONA</p>	<p>A avaliação será realizada no decorrer da implementação do produto educacional, de maneira contínua, levando em consideração a participação dos alunos, bem como, as respostas apresentadas por eles para a resolução das atividades.</p>
	<p>EFETIVIDADE</p>	<p>ASSÍNCRONA</p>	<p>Esta é tarefa do professor, que deve estudar e comparar as respostas obtidas durante o processo de ensino aprendizagem.</p>

Fonte: Autoria própria (2021).

DESCRIÇÃO DOS ENCONTROS

PREPARANDO A SALA VIRTUAL

Inicialmente o professor deverá criar uma sala de aula virtual na plataforma *Google Classroom*.

Em seguida, o professor deverá gravar um vídeo de curta duração, no qual fará uma apresentação do tema a ser trabalhado durante a implementação da proposta e um convite formal de participação para os alunos.

O vídeo será encaminhado aos estudantes, anexado em um formulário do *Google Forms*, no qual ele deverá aceitar ou não participar da implementação da proposta de ensino após assistir ao vídeo.

Na sequência o professor matriculará na sala de aula virtual os alunos que aceitarem participar da proposta.

1º ENCONTRO

ETAPA CORRESPONDENTE A UEPS: Apresentação do Tema e Levantamento dos conceitos prévios

MODALIDADE: Assíncrona

Duração: 01 Hora aula

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

Inicialmente o professor deverá solicitar aos estudantes que respondam a um questionário inicial (Suplemento 1), cujo objetivo é identificar seus conhecimentos prévios.

Este questionário será criado utilizando as ferramentas do *Google Forms*, e será constituído pelas seguintes questões.

1. Quais tipos de lâmpadas são utilizados na sua residência?
2. Cite alguns modelos de lâmpadas que existem no mercado, hoje.
3. Qual a diferença entre as lâmpadas fluorescente, incandescente e de Led?

Por fim, o professor disponibilizará aos estudantes um texto que trata da evolução dos aparelhos televisores, das Tv's de Tubo as Tv's de Led (Suplemento 2).

Este texto constitui-se como um organizador prévio e por isso será solicitado que os estudantes realizem a leitura do mesmo antes do próximo encontro e respondam as questões norteadoras:

1. E agora você poderia explicar por que as Tv de tubo foram substituídas pelas Tv's de Led?
2. Para onde vão os televisores descartados? O que é feito com eles?



Suplemento 1: Questionário inicial¹

1. Quais os tipos de lâmpadas que são utilizados na sua residência?

2. Cite alguns modelos de lâmpadas que existem no mercado hoje.

3. Qual a diferença entre as lâmpadas fluorescente, incandescente e de Led?

¹ **Fonte:** Imagem retirado do banco de imagens do Office 365.



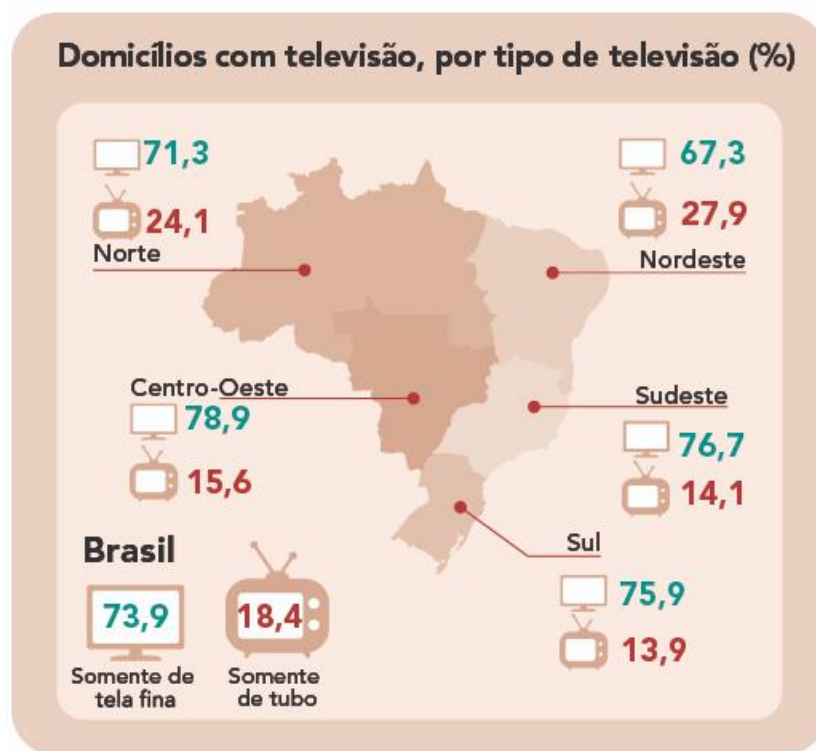
Suplemento 2: Texto de apoio

A Evolução do Aparelho Televisor

Hoje, quase todos os lares do Brasil têm pelo menos um aparelho de televisão. Uma pesquisa feita em 2018 pelo IBGE aponta que 96,4% dos domicílios brasileiros tem pelo menos um desses aparelhos, outro dado apontado por essa pesquisa foi o aumento no número de televisores de tela fina e a redução no número de televisores de tubo.

Observe o infográfico, figura 1, que mostra o percentual de televisores e o tipo de televisores por estado.

Figura 1 - Infográfico sobre percentual e tipo de televisores.



Fonte: IBGE Educa (2019)²

² **Fonte:** USO de internet, televisão e celular no brasil. **IBGE Educa**, 2019. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.

Podemos dizer que uma justificativa para o aumento do número de televisores de tela fina foi a extinção do sinal analógico, mas quais seriam os outros motivos que podem ter levado a substituição dos televisores de tubo pelos aparelhos de tela fina, em especial as Tv's de Led? (mesmo com os conversores adaptados as Tv's de tubo).

Os primeiros aparelhos televisão que apareceram, por volta de 1920, eram feitos de madeira e muito parecidos esteticamente com os aparelhos de rádio da época. Desde a década de 90, as TVs têm evoluído rapidamente para modelos cada vez mais leves, com telas finíssimas e imagens de alta definição.

A imagem era em preto e branco e o som atrasado em relação a imagem, outra característica peculiar era que esse equipamento precisava de aquecimento para iniciar seu funcionamento.

No interior desses dispositivos havia um ionoscópio que mais tarde foi substituído por tubos de raios catódicos. Mas como as imagens eram formadas?

Nesses televisores existia um dispositivo que dava origem a um feixe de elétrons e estes eram acelerados por uma ddp até atingirem uma bobina. Nesse televisor eram gerados campos magnéticos horizontais e verticais, e quando os elétrons do feixes passavam por eles ficavam sujeitos a uma força magnética; essa por sua vez fazia os elétrons desviarem e atingirem a tela em pontos diferentes. Ao colidirem com a tela tínhamos a formação das imagens.

Aos poucos esses televisores foram sendo substituídos por equipamentos mais modernos. Você já deve ter ouvido falar de televisores de plasma, LCD e Led. Pouco a pouco, os televisores de tubo foram dando espaço aos equipamentos mais finos e modernos, pode-se destacar aqui, as Tv's de Led.

Esses aparelhos surgiram por volta do ano de 2010 e despertaram o interesse dos consumidores por serem equipamentos mais finos que as anteriores.

Funcionamento nas TVs

A televisão recebe os sinais de vídeo: O processo todo começa quando um sinal de vídeo é enviado para o aparelho. Ele chega até ele por meio de um cabo externo, que pode ser VGA, HDMI, AVI, DVI ou qualquer outro dispositivo que permita a transmissão de dados de um meio para a TV.

Decodificando o sinal e enviando para a tela: O sinal de vídeo acabou de chegar pelo cabo. Você não vê, mas internamente a ponta do cabo em questão está conectada a uma placa decodificadora, uma espécie de placa de vídeo. Ela é a responsável por “ler” os sinais de vídeo recebidos, interpretá-los e enviá-los para a tela em forma de pontos coloridos. Esses pontos coloridos, também conhecidos como pixels, é que serão os responsáveis por compor um quadro de imagem.

Composição dos pixels: Uma tela de TV de LED é composta por pixels. Os pixels são pequenos pontos de imagem que, somados, compõem um quadro inteiro, formando uma imagem. Para você entender melhor como eles funcionam, vamos tomar como exemplo uma tela de TV com resolução *Full HD* - 1920x1080 *pixels*.

Imagine a tela do seu televisor dividida em pequenos quadrados, formando linhas e colunas. O primeiro número, 1920, corresponde ao número de linhas em que a tela será dividida. Já o segundo, 1080, corresponde ao número de colunas.

Formação de cor nos *pixels*: O sinal de vídeo decodificado é enviado para a tela. Cada *pixel* recebe uma informação e a luz de fundo, atravessando o cristal líquido, é polarizada formando um ponto de cor. A grande diferença fica por conta de um auxílio de precisão de cor sobreposto à luz emitida.

Explicando: se nas telas de LCD uma luz comum é enviada para atravessar os cristais líquidos e formar um ponto de cor do outro lado, aqui um painel de LEDs reforça a formação da cor. Assim, temos por trás de cada pixel, três minúsculos LEDs nas cores primárias que formam o RGB.

Alguns aparelhos mais modernos chegam a ter quatro pontos de luz. Além do RGB, um segundo ponto vermelho reforça a intensidade de cor. O resultado é exatamente o diferencial que as telas de LED têm em relação às LCDs convencionais: maior brilho, nitidez, contraste e quantidade de cores.

Fonte: LANDIM (2010)³

A tecnologia vem avançando de maneira rápida, ao longo dos anos. Assim pode-se perceber com os aparelhos televisores e demais equipamentos eletrônicos, em período de curto tempo novos modelos são lançados no mercado, com novas técnicas que atraem o consumidor. E os equipamentos antigos, o que fazer?

Quando se compra um aparelho eletrônico novo, conseqüentemente o antigo é doado ou jogado no lixo. Hoje muitas pessoas não se preocupam em descartar o lixo em locais adequados e acabam descartando no lixo comum, junto com resíduos que são transportados pelos caminhões de coleta e deixados em aterros sanitários.

³ **Fonte:** LANDIM, W. Como funcionam as telas de LCD, LCD de LED e Plasma. Tecmundo, 2010. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/led/5534-como-funcionam-as-telas-de-lcd-lcd-de-led-e-plasma.htm>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.

Os materiais eletrônicos, contrário de resíduos orgânicos, não sofre decomposição quando descartados no meio ambiente ou em aterro sanitário, pois possuem metais, como o Chumbo e o Cádmiu, que são conhecidos como metais pesados que podem contaminar o solo, causando danos ao meio ambiente.

Geralmente nas cidades há um local apropriado para o descarte desses materiais, com dias da semana e horários agendados e divulgados para a população em geral. Dos materiais que são descartados nos lixos específicos para o eletrônico, algumas peças de metal ou plástico podem ser reutilizadas como matéria-prima para outros equipamentos.

Assim, é preciso ser conscientes ao trocar aparelhos eletrônicos, nem sempre o mais barato é o melhor, se o equipamento é barato, pode não ter uma boa durabilidade, necessitando ser descartado com pouco tempo de uso, causando danos ao meio ambiente, quando deixado em qualquer lugar.

É necessário contribuir com a vida de nosso planeta, verificando os pontos de coletas para os lixos eletrônicos das cidades ou região e descartando de maneira correta e consciente.

Questões norteadoras:

1. E agora você poderia explicar por que as TV's de tubo foram substituídas pelas TV's de Led?

2. Para onde vão os televisores descartados? O que é feito com eles?

2º Encontro

ETAPA CORRESPONDENTE A UEPS: Proposição de uma situação problema e a diferenciação progressiva

MODALIDADE: Síncrona

Duração: 02 Horas aula

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

Nesse encontro, professor e estudantes deverão debater os assuntos apresentados no texto a fim de responder a situação problema inicial, apresentada ao final do texto: Por que as Tv's de Led substituíram as Tv's de tubo?

Com o intuito de desenvolver um trabalho pautado na perspectiva CTS, o professor deverá trazer outra questão para a discussão, “para onde vão os televisores descartados? O que é feito com eles?”

O professor deverá apresentar durante a aula alguns trechos importantes do texto, com o intuito de promover a reflexão e os primeiros contatos com o conteúdo disciplinar. Assim, ele apresenta nesta aula os conceitos básicos associados ao tema em estudo (princípio físico de funcionamento da Tv de tubo).

Ao final da aula, professor e estudantes deverão criar uma resposta única para a questão problematizadora inicial.

3º Encontro

ETAPA CORRESPONDENTE A UEPS: Aprofundamentos dos conceitos

MODALIDADE: Síncrona e Assíncrona.

Duração: 03 Horas aula

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

Este encontro refere-se à 5ª Etapa da UEPS, chamada de Aprofundamento dos Conceitos. É nesse momento que o professor deverá fazer a apresentação de conceitos em um nível mais elevado de complexidade, e preparar os estudantes para uma nova situação problema um pouco mais complexa que a inicial.

Dessa forma, o 3º encontro deverá ser dividido em dois momentos: um assíncrono, em que o professor gravará três vídeoaulas para abordar os conteúdos físicos, e outro síncrono, em que se realizará uma aula para sanar as dúvidas e fornecer os esclarecimentos finais.

Cabe ressaltar que ao final de cada videoaula será solicitado que o estudante responda algumas questões baseadas nos conteúdos trabalhados. Para as aulas gravadas, optamos por vídeos com tempo de duração máxima de 30 minutos, divididos de acordo com o quadro 4.

Quadro 4 - Estrutura das aulas do 3º encontro		
Aula	Tema	Questões
Aula 1	Evolução dos Modelos Atômicos (de Dalton a Bohr)	Suplemento nº 3
Aula 2	Materiais condutores, isolantes e semicondutores	Suplemento nº 4
Aula 3	Diodo emissor de luz – Led	Suplemento nº 5

Fonte: Autoria própria (2021).



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA AS AULAS

SUPLEMENTO 3: TEXTO PARA AULA 1

Evolução dos Modelos Atômicos

Entender e explicar do que são formadas todas as coisas sempre foi algo que despertou a curiosidade do homem. As primeiras tentativas de explicar do que a matéria é formada surgiram na antiguidade, quando Demócrito e Leucipo apresentaram a 500 anos a.C. a teoria atômica.

Para eles tudo que existia era formado por uma pequena partícula, chamada de átomo, porém seus pensamentos não foram aceitos pela comunidade grega daquela época, pois esta acreditava que a matéria era formada de terra, ar, água e fogo, que são os quatro elementos principais da natureza, e ainda, esses elementos não eram divisíveis.

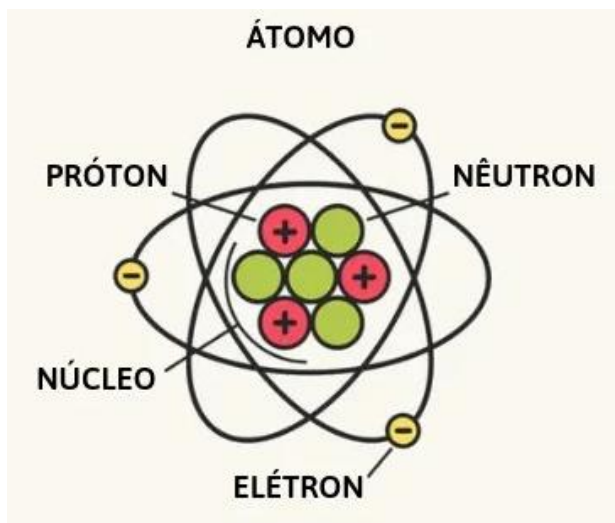
Com o passar do tempo várias tentativas foram realizadas, surgiram os modelos atômicos que foram evoluindo junto com a história da ciências, de Dalton até Schrodinger foram realizados muitos experimentos até chegarem a uma definição dessa pequena partícula formadora da matéria, o átomo (MALVINO, 1997).

Átomo é uma palavra derivada do grego e significa indivisível, á=não tomo=partes. A matéria, tudo aquilo o que possui uma quantidade de massa e ocupa um lugar no espaço, é formada por átomos e o fato da não divisibilidade da matéria inspirou os modelos atômicos, através de experimentos realizados por alguns cientistas.

Atualmente sabe-se que a estrutura atômica, figura 2, é dividida em duas partes, o núcleo e a eletrosfera. Segundo Malvino (1997), dentro do núcleo tem prótons, elementos que possuem a carga positiva e os nêutrons, elementos que

possuem carga nula, e na eletrosfera, os elétrons que são elementos de cargas negativas.

Figura 2 - Representação da estrutura atômica



Fonte: FELIX (2021).⁴

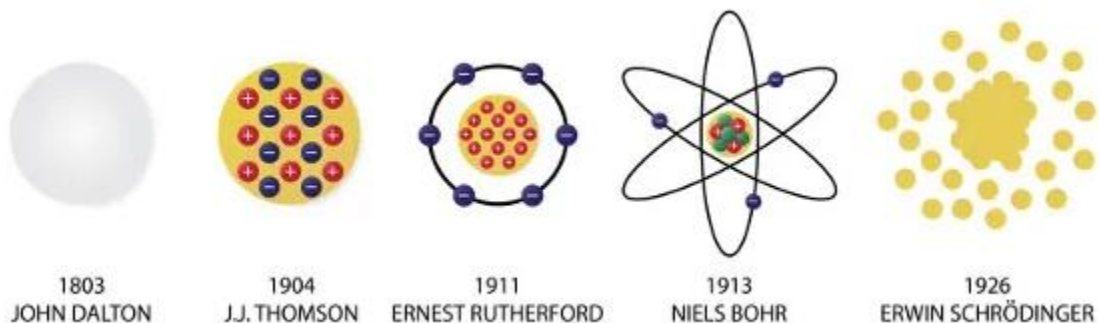
No século XIX, com os avanços tecnológicos os cientistas realizaram testes de alto nível de precisão e assim conseguiram entender mais sobre as estruturas atômicas.

Na tentativa de encontrar um modelo que representasse o átomo, esses cientistas propuseram modelos baseados em suas teorias, mas muitas vezes o modelo proposto apresentava erros ou era insuficiente.

Por esse motivo, alguns modelos precisavam de alterações e modificações até chegar aos modelos atuais. Essa busca pode ser estudada através da evolução dos modelos atômicos, figura 3.

⁴ Fonte: FELIX, V. Atomística. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/atomistica.htm>. Acesso em: 25 de out. de 2021.

Figura 3 - Evolução dos Modelos Atômicos

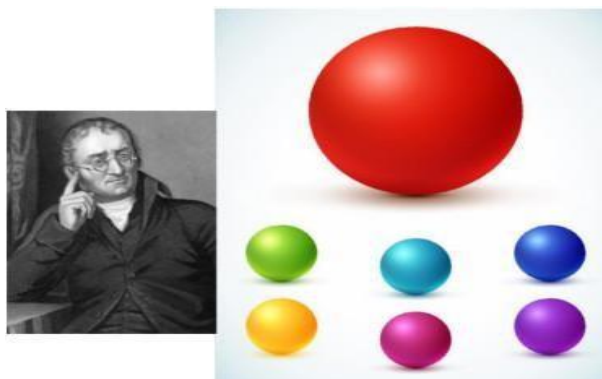


Fonte: PORFÍLIO (2021)⁵

O primeiro modelo atômico foi proposto por John Dalton em 1803. Dalton resgatou as ideias de Leucipo e Demócrito e propôs que a matéria era formada por átomos, sendo estes, partículas esféricas, muito pequenas, indivisíveis, maciças e indestrutíveis.

Esse modelo ficou conhecido como “Bola de Bilhar”, conforme figura 4. Para Dalton, todos os átomos seriam assim, diferenciando-se somente pela massa, tamanho e propriedades para formar elementos químicos diferentes.

Figura 4 - O modelo atômico de Dalton



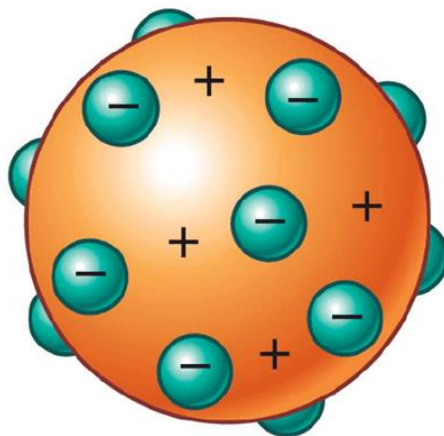
⁵ Fonte: PORFÍLIO, F. Leucípio de Demétrio. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/filosofia/leucipo-democrito>. Acesso em: 25 de out. de 2021.

Fonte: FOGAÇA (2020)⁶

O modelo de Dalton foi fundamental para o entendimento das leis enunciadas por Lavoisier e Proust, mas ainda não era capaz de explicar a natureza elétrica da matéria.

Para tentar solucionar esse problema, um físico inglês chamado Joseph John Thomson propõe um novo modelo atômico que ficou conhecido como Pudim de Passas, apresentado na figura 5.

Figura 5 - O modelo atômico de Thomson parecia com um pudim ou bolo de passas



Fonte: CAMPOS (2019)⁷

Thomson realizava experimentos com uma ampola de Crookes, instrumento formado por um tubo de vidro fechado com um eletrodo positivo e um negativo onde se colocavam gases em pressões baixíssimas e submetidos a altas tensões.

Durante seus experimentos Thomson verificou que quando um feixe de luz atravessava a ampola, esse feixe desviava-se em direção ao polo positivo dela.

⁶ Fonte: FOGAÇA, J. Evolução dos modelos atômicos. **Manual da química**. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/evolucao-dos-modelos-atomicos.htm>. Acesso em: 10 de set. de 2020.

⁷ Fonte: CAMPOS, B. M. Modelos Atômicos de Thomson – O que é? Características e Exercícios. **Gestão Educacional**, 2019. Disponível em: <https://www.gestaoeducacional.com.br/modelo-atomico-de-thomson-o-que-e/>. Acesso em: 25 de out. 2021.

Thomson concluiu que os raios do feixe deveriam ser formados por cargas elétricas negativas, transportadas por partículas de matéria.

Dessa forma, o físico deduziu que as mesmas partículas presentes nos raios de luz estavam presentes em todos os átomos de qualquer elemento químico, ou seja, que existiam partículas negativas que compunham a matéria. Essas partículas foram chamadas de elétron.

Ao identificar essa partícula, Thomson prova que o modelo de Dalton estava errado, pois o átomo seria divisível, tendo em vista que ele teria partículas ainda menores negativas chamadas de elétrons.

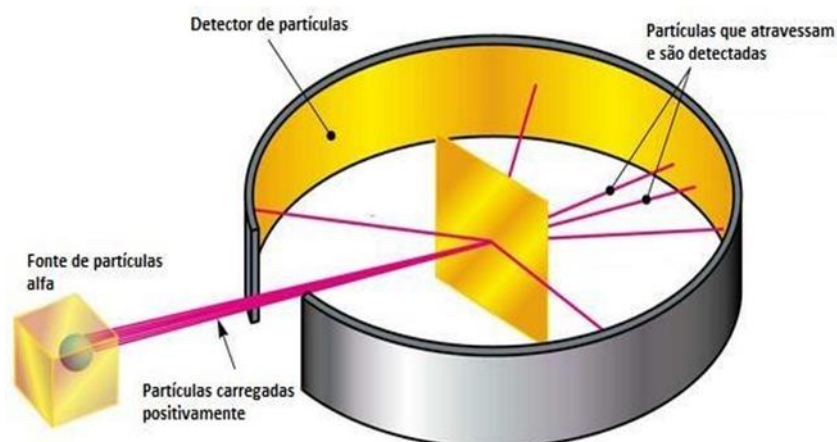
Supondo que o átomo é neutro, Thomson propôs que as cargas positivas também deveriam existir. Assim, para ele o átomo é constituído de uma partícula esférica de carga positiva, não maciça, incrustada de elétrons (negativos), de modo que sua carga elétrica total é nula.

O modelo proposto por Thomson era uma resposta para vários questionamentos da época, mas ainda não era capaz de explicar um fenômeno recentemente descoberto, a radioatividade.

Para tentar explicar esse fenômeno em 1911, o físico neozelandês Ernest Rutherford, aluno de Thomson, realiza uma série de experimentos, que se constituiu pelo bombardeamento de uma finíssima lâmina de ouro com partículas alfa (α) emitidas por uma amostra de polônio (material radioativo) que ficava dentro de um bloco de chumbo com um pequeno orifício pelo qual as partículas passavam.

Com esse experimento, figura 6, Rutherford observou que a maioria das partículas alfa atravessavam a lâmina de ouro, uma pequena parcela era desviada de sua trajetória enquanto uma pequena quantidade de partículas era refletida.

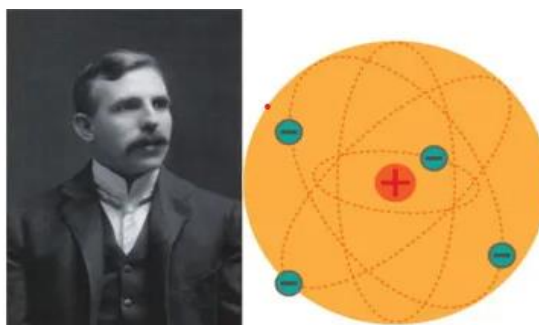
Figura 6 - Experimento Rutherford



Fonte: AGRAÇA DA QUÍMICA (2020)⁸

A partir dos resultados experimentais, Rutherford concluiu que o átomo não seria maciço como propôs os modelos de Dalton e Thomson, e propôs: “o átomo deve ter duas regiões: um núcleo denso, muito pequeno com os prótons e uma região de volume muito grande, ocupada pelos elétrons – eletrosfera” (SANTOS; MÓL, 2005), como mostra a figura 7.

Figura 7 - Modelo atômico de Rutherford



Fonte: FOGAÇA (2020)⁹

⁸ **Fonte:** A experiência de Rutherford. **Agraça da química**. Disponível em: <https://agracadaquimica.com.br/a-experiencia-de-rutherford/>, adaptada. Acesso em: 11 de set. de 2020.

⁹ **Fonte:** FOGAÇA, J. Evolução dos modelos atômicos. **Manual da química**. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/evolucao-dos-modelos-atomicos.htm>. Acesso em: 11 de set. de 2020.

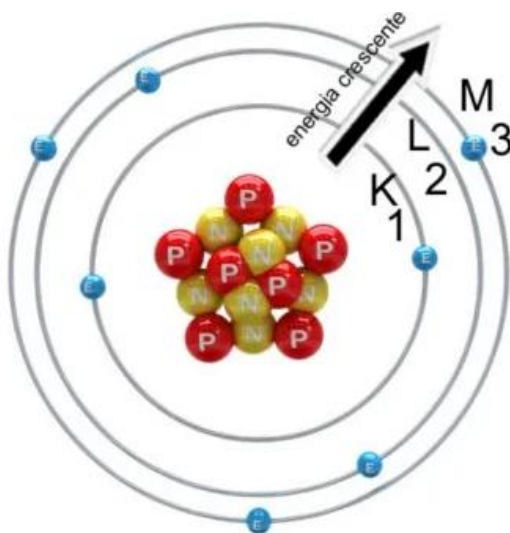
Rutherford não foi capaz de identificar a outra partícula que ficava no núcleo, os nêutrons. Essa partícula só foi identificada em 1932, pelo físico inglês James Chadwick, ao realizar um experimento envolvendo o bombardeamento de berílio por partículas alfa.

A partir dessa descoberta o átomo então passa a ser formado por três partículas fundamentais: próton, elétron e nêutron.

Esse modelo de Rutherford, não era um fim, foi então que em 1913, o cientista Niels Bohr aprimorou esse modelo, denominado de modelo atômico de Rutherford- Bohr, verificando que os elétrons que circulavam ao redor do núcleo do átomo se movimentavam de forma circular, que foi denominado de orbitas circulares.

Essa órbita era definida por níveis de energia $n = 1, n = 2, \dots n = 7$ e representadas pelas letras K, L, M, N, O, P e Q, no sentido da camada que fica mais perto do núcleo para a mais distante (JEWETT; SERWAY, 2012), conforme a figura 8.

Figura 8 - Representação do modelo atômico de Rutherford-Bohr



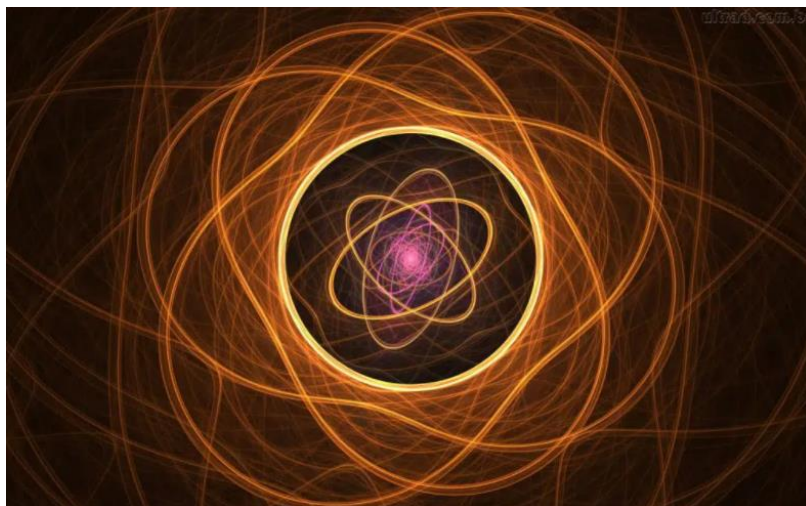
Fonte: FOGAÇA (2021)¹⁰

¹⁰ Fonte: FOGAÇA, J. Modelo Atômico de Rutherford-Bohr. **Manual da química**. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/evolucao-dos-modelos-atomicos.htm>. Acesso em: 25 de jul. de 2021.

Como é possível perceber vários modelos atômicos foram criados ou modificados ao longo da história, na tentativa de explicar a natureza da matéria. Esses modelos foram fundamentais para o desenvolvimento do modelo atual, o modelo atômico de Schrodinger, desenvolvido por Erwin Shron diger.

O modelo de Schrodinger, figura 9, modifica o modelo de Rutherford e Bohr, dizendo que os elétrons giravam em órbitas elípticas e sua velocidade poderia sofrer alterações. Utilizando os princípios de Sommerfeld e Louis de Broglie, Shron diger propõe que o elétron assumia a característica de ser “partícula-onda”, quando partícula tinha uma trajetória elíptica, já como onda seguia um movimento ondulatório.

Figura 9 - Representação do modelo atômico de Schrödinger



Fonte: BORGES (2021)¹¹

Assim o modelo atômico de Schrodinger apresenta características importantes, tais como: os elétrons são partículas que se movimentavam em ondas

¹¹ **Fonte:** BORGES, D. Modelos atômicos de Schrodinger – Definições e características principais. **Conhecimento Científico.** Disponível em: <https://conhecimentocientifico.com/modelo-atomico-de-schrodinger/>. Acesso em: 26 de jul. de 2021.

estacionárias e de maneira constante e por fim definem a presença de orbitais eletrônicos, que são prováveis regiões onde os elétrons podem ser encontrados.



Questionário sobre os Modelos Atômicos

1. No modelo atômico de Rutherford, uma das contribuições importantes foi considerar que o átomo era constituído de:
 - a. elétrons mergulhados numa massa homogênea de carga positiva.
 - b. uma estrutura altamente compactada de prótons e elétrons.
 - c. um núcleo de massa desprezível comparada com a massa do elétron.
 - d. uma região central com carga negativa chamada núcleo.
 - e. um núcleo muito pequeno de carga positiva, cercada por elétrons.

2. Relacione as características atômicas com os cientistas que as propôs:
 - I. Dalton () Seu modelo atômico era semelhante a um “pudim de passas”.
 - II. Thomson () Seu modelo atômico era semelhante a uma bola de bilhar.
 - III. Rutherford () Criou um modelo para o átomo semelhante ao “Sistema solar”

3. (ESPM-SP-Modificada) O átomo de Rutherford (1911) foi comparado ao sistema planetário (o núcleo atômico representa o sol e a eletrosfera, os planetas), sendo assim, podemos afirmar que a Eletrosfera é a região do átomo que:
 - a. contém as partículas de carga elétrica negativa.
 - b. contém as partículas de carga elétrica positiva.
 - c. contém nêutrons.
 - d. concentra praticamente toda a massa do átomo.
 - e. contém prótons e nêutrons.

4. Ao longo dos anos, as características atômicas foram sendo desvendadas pelos cientistas. Foi um processo de descoberta no qual as opiniões anteriores não poderiam ser desprezadas, ou seja, apesar de serem ideias ultrapassadas, fizeram

parte do histórico de descoberta das características atômicas. Vários foram os colaboradores para o modelo atômico atual, dentre eles Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. Abaixo, você tem a relação de algumas características atômicas, especifique o cientista responsável por cada uma destas teorias:

I. O átomo é comparado a uma bola de bilhar: uma esfera maciça, homogênea, indivisível, indestrutível e eletricamente neutra.

II. O átomo é comparado a um pudim de ameixas: uma esfera carregada positivamente e que elétrons de carga negativa ficam incrustados nela.

III. Átomo em que os elétrons se organizam na forma de camadas ao redor do núcleo.

IV. Átomo que apresenta um núcleo carregado positivamente e ao seu redor giram elétrons com carga negativa.

Assinale a sequência correta dos itens descritos acima:

- a. Thomson, Dalton, Bohr e Rutherford.
- b. Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.
- c. Dalton, Thomson, Bohr e Rutherford.
- d. Thomson, Bohr, Rutherford e Dalton.
- e. Bohr, Thomson, Dalton e Rutherford.

5. Apontem em cada modelo a seguir as características que contrariam a proposta de modelo atômico atual: o átomo constituído de núcleo e eletrosfera, considerando as partículas subatômicas: prótons, nêutrons e elétrons.

I. Átomo do grego Demócrito de Abdera (420 a.C.) e Leucipo (450 a.C.): a matéria era composta por pequenas partículas que receberam a denominação de átomo (do grego átomo = indivisível).

II. Átomo de Dalton: uma esfera maciça, homogênea, indivisível, indestrutível e eletricamente neutra.

III. Átomo de Thomson: o átomo como uma pequena esfera positiva impregnada de partículas negativas, os elétrons.

IV. Átomo de Rutherford: o átomo consiste em um núcleo pequeno que compreende toda a carga positiva e praticamente a massa do átomo, e também de uma região extra nuclear, que é um espaço vazio onde só existem elétrons distribuídos.

Respostas:

- I. _____
- II. _____
- III. _____
- IV. _____



Suplemento 4: Texto para aula 2

Materiais Condutores, Isolantes e Semicondutores

Os estudos sobre eletricidade se iniciaram por Tales de Mileto, que percebeu que quando atritávamos âmbar à lã ou à pele de animal, esse material atraía pequenos objetos. Em tempos atuais essa eletricidade é usada a nosso favor, com lâmpadas que iluminam casas e ruas, equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos.

Na natureza, existem diferentes tipos de materiais com diversas propriedades físicas, como por exemplo, a condutividade elétrica, que permite verificar se o material é bom ou ruim na condução de cargas elétricas, conforme a sua camada de valência, sendo estes elementos chamados de condutores elétricos ou isolantes elétricos, diferenciados pela sua estrutura atômica.

Nos materiais condutores, figura 10, os elétrons ficam fortemente ligados ao núcleo, e assim não possui facilidade em sua movimentação. O fio metálico de cobre é um condutor elétrico muito utilizado em casas, ambientes de trabalho, shoppings e outros.

Figura 10 - Exemplo de material condutor – cobre



Fonte: DANTAS (2021)¹²

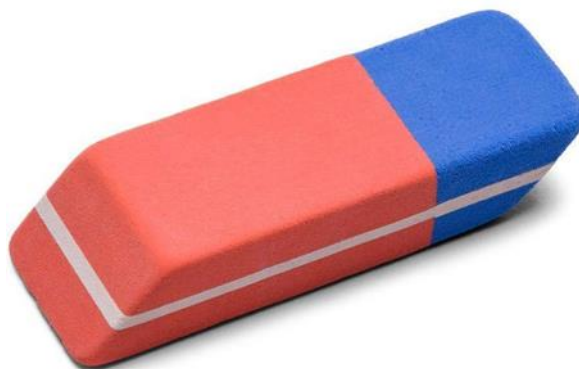
¹² **Fonte:** DANTAS, T. Condutores. **Mundo Educação.** Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/condutores-1.htm>. Acesso em: 20 de jul. de 2021.

Além do cobre, outros metais são bons condutores de eletricidade, tais como: ouro, alumínio, prata entre outros. No entanto, existem condutores de outras naturezas tais como:

- Eletrolíticos: presentes em soluções de ácidos, base e sais contidos em água, nessa situação os íons positivos (cátions) e os íons negativos (ânions) seguem sentidos distintos, a energia elétrica é caracterizada por movimentos opostos, e só é gerada depois que ocorre a dissolução iônica dos compostos.
- Gasosos: esse fenômeno acontece quando elétrons e moléculas de gases se fundem e retiram elétrons, essas moléculas não são capazes de energizar por conta própria e os gases fazem com que os íons positivos e negativos se movimentem em sentidos opostos.

Nos materiais isolantes, figura 11, a passagem da corrente elétrica é dificultada, os elétrons ficam fortemente ligados ao núcleo atômico, onde número de elétrons livres nesse material é muito baixo e o espaço de movimentação reduzido. Assim, temos que os isolantes impedem a passagem da corrente elétrica.

Figura 11 - Exemplo de material Isolante – borracha



Fonte: HELERBROCK (2020)¹³


¹³ **Fonte:** HELERBROCK, R. Condutores e isolantes. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/condutores-isolantes.htm>. Acesso em 20 de outubro de 2020.

Os isolantes elétricos impedem o movimento das cargas elétricas, evitando assim os choques elétricos e os curtos-circuitos, e podem ser classificados de duas maneiras:

- Elétricos: Cerâmica, vidro, borracha, plástico, óleo, gases não ionizados, isopor, madeira, acrílico e outros;
- Térmicos: Madeira, ar, neoprene, isopor, lã de vidro, cerâmica, terra e outros. Os isolantes são utilizados nas confecções de garrafas ou objetos térmicos, visando dificultar as trocas de calor, e, também em cabos condutores, a fim de evitar choques elétricos ou curtos-circuitos.

Os materiais podem ser ordenados conforme sua facilidade em ganhar ou perder elétrons com relação a outros materiais, com isso, não há condutores e isolantes perfeitos, existem os bons condutores, como metais e a grafita, e os bons isolantes, como a mica, o enxofre e a porcelana.

Para verificar a facilidade de um material perder ou ganhar elétrons, existe a Série triboelétrica, conforme o quadro 5.

Quadro 5 - Série Triboelétrica	
Material	Tendências
Couro	<div style="text-align: center;"> <p>+</p>  <p>-</p> </div> <p style="text-align: right;">Tendência em ganhar elétrons, ou seja, ficar mais negativo.</p>
Vidro	
Cabelo	
Lã	
Chumbo	
Seda	
Alumínio	
Aço	
Madeira	
Borracha	
Cobre	
Prata	
Ouro	

Fonte: Autoria própria (2021).

Pode-se citar como aplicação desses conceitos estudados, os materiais elétricos utilizados para instalações elétricas residenciais, como fios e cabos elétricos.

Os materiais elétricos com boa qualidade devem satisfazer a condição de bons condutores de eletricidade e, ao mesmo tempo, para garantir a segurança devem ser recobertos por um bom isolante.

Por que alguns materiais são isolantes e outros são condutores?

Atualmente, a explicação para a capacidade de condução de corrente elétrica dos materiais é feita com base em argumentos teóricos complexos e que envolvem aspectos quânticos da matéria. A teoria por trás dessa explicação é chamada de **teoria de bandas**.

De acordo a teoria de bandas, nos materiais isolantes, os elétrons têm níveis de energia abaixo do mínimo necessário para serem conduzidos. Já nos materiais condutores, os elétrons apresentam níveis de energia maiores que a energia mínima para que ocorra sua condução.

Uma quantidade de energia separa os elétrons que podem ser conduzidos daqueles que não podem. Essa energia é chamada de *gap*. Nos materiais isolantes, o *gap* é muito grande e, por isso, é necessário que se aplique neles uma grande quantidade de energia, de modo que os seus elétrons se movam de um ponto a outro. Já nos materiais condutores, o *gap* de energia é nulo ou muito pequeno, de forma que os elétrons podem se deslocar facilmente em seu interior.

Fonte: HELERBROCK (2020)¹⁴

Além dos materiais condutores e isolantes, existem os materiais que são chamados de semicondutores. Os semicondutores são dispositivos com característica intermediária, entre o condutor e o isolante, podendo ser ora isolante ora condutor.

Um material semicondutor, figura 12, é um elemento de valência quatro, isso quer dizer que um átomo isolado desse material tem quatro elétrons na sua camada mais externa, também chamada de camada de valência, o número de elétrons nessa camada é um fator muito importante para a condutividade. Quando se fala dos elétrons de valência, vale lembrar que os condutores possuem apenas um elétron nessa camada e os isolantes possui oito elétrons.

¹⁴ **Fonte:** HELERBROCK, R. Condutores e isolantes. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/condutores-isolantes.htm>. Acesso em 20 de outubro de 2020.

Figura 12 - Exemplo de material semicondutor – Silício



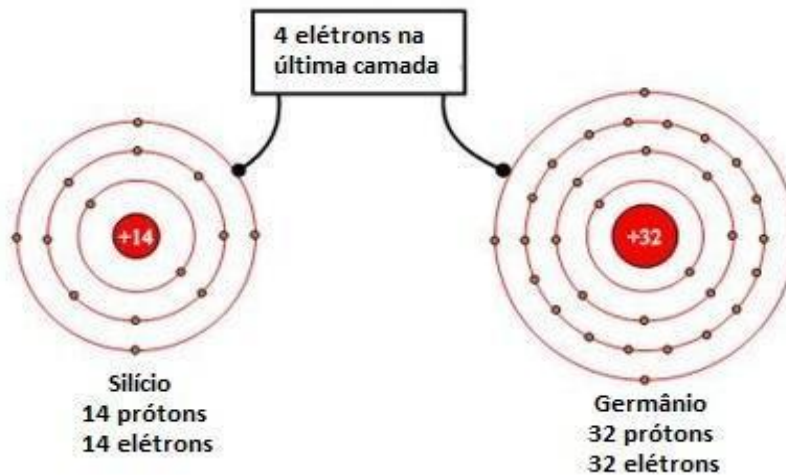
Fonte: FOGAÇA (2020)¹⁵

Os semicondutores mais utilizados no mercado são o silício (Si) e o germânio (Ge), elementos presentes na tabela periódica que possuem quatro elétrons de Valência na sua última camada, denominados de tetravalente.

O germânio (Ge) como exemplo de material semicondutor, conforme a figura 13, tem em seu núcleo 32 prótons, e os elétrons estão distribuídos em suas órbitas, que nesse caso são quatro, da seguinte forma: 2 elétrons na primeira, 8 na segunda, 18 na terceira e 4 na última camada, que é a mais externa ou ainda a órbita de valência.

O silício (Si), conforme representado na figura 13, também é utilizado como material semicondutor, tendo 14 prótons no seu núcleo e 14 elétrons na eletrosfera. Os elétrons estão distribuídos da seguinte forma: 2 elétrons na primeira, 8 elétrons na segunda e a última, a camada de valência com 4 elétrons.

¹⁵ **Fonte:** FOGAÇA, J. R. V. Silício. **Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/silicio.htm>. Acesso em: 02 de out. de 2020.

Figura 13 - Átomos tetravalentes mais comuns de materiais semicondutores

Fonte: ELETRÔNICA SEM LIMITES (2013)¹⁶

Os semicondutores podem ser classificados de dois tipos: o primeiro é o semicondutor intrínseco, sendo este puro, no qual possui apenas o cristal do Silício ou do Germânio sem nenhum outro tipo de material. O segundo recebe o nome de semicondutor extrínseco, esse é impuro, ou seja, quando são misturadas outras substâncias à sua estrutura alterando suas propriedades elétricas, nesse caso, diz-se que o semicondutor foi dopado.

Nos materiais semicondutores a condutividade elétrica é influenciada por modificações na sua estrutura cristalina, que tem fundamental importância no seu processo de fabricação. Essa modificação pode ser provocada através da presença accidental ou proposital de impurezas.

Esses elementos que possuem quatro elétrons em sua camada de valência se organizam de certa maneira que forma uma estrutura cristalina com um átomo vizinho compartilhando os elétrons de valência. Esse tipo de ligação é denominado ligação covalente.

¹⁶ Fonte: DIODO. **Eletrônica sem limites**, 2013. Disponível em: <http://eletronicasemlimites.blogspot.com/2013/07/diodos.html>. Acesso em: 05 de out. de 2020.

Para melhorar e controlar a condutividade de um semicondutor pode-se utilizar a dopagem. A dopagem consiste na adição de impurezas químicas de modo a alterar a estrutura cristalina e modificar a propriedade elétrica do elemento.

Os materiais em sua forma natural apresentam uma certa quantidade de impurezas, conhecida como dopagem natural. Existe ainda, a dopagem que pode ser feita em laboratórios, podendo introduzir no cristal uma quantidade de átomos de impurezas, alterando a propriedade física natural do material.

Os elementos químicos mais comuns (impurezas) utilizados na dopagem são aqueles com átomos trivalentes ou pentavalentes, isto é, com três ou cinco elétrons na sua última camada de valência. O Antimônio, Arsênio e Fósforo são materiais que possuem cinco elétrons na última camada e o Boro, Gálio e Alumínio possuem apenas três elétrons.

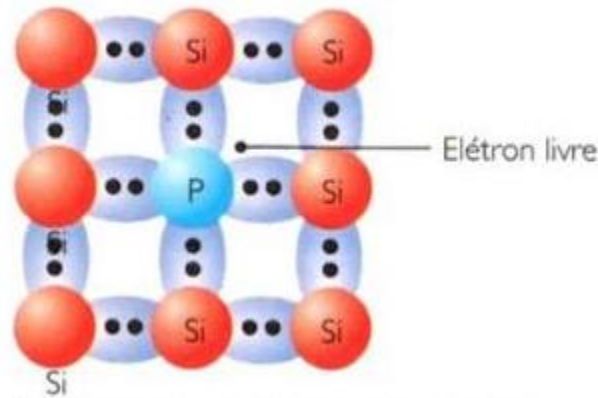
Quando são adicionadas uma dessas impurezas trivalentes a um semicondutor intrínseco percebe-se a falta de um elétron, na estrutura composta por ligações covalentes, a essa falta de elétrons dá-se o nome de lacuna, e diz-se que o material fica positivo. Agora, quando são adicionadas uma impureza pentavalente a um semicondutor intrínseco percebe-se que sobra um elétron, na estrutura das ligações covalentes, diz-se então, que o material ficou negativo. Logo, é possível dizer que há uma estrutura cristalina tipo P (material positivo) e uma estrutura cristalina tipo N (material negativo).

No processo de dopagem do tipo N uma pequena quantidade de átomos dopantes introduz pequenas modificações na estrutura cristalina do semicondutor puro, o qual será chamado de semicondutor tipo N.

Na dopagem do tipo N, figura 14, o fósforo (P) ou o arsênio (As) é associado a estrutura do silício. Esses dois elementos possuem em sua camada de valência cinco elétrons, esses elementos ao se ligarem com o silício, deixam um elétron desemparelhado. Esse elétron que não está ligado a estrutura do silício possui maior liberdade de movimento. Para a criação desses elétrons livres somente uma pequena quantidade de impureza deve ser adicionada, para assim possibilitar que uma corrente elétrica percorra o silício, quando o mesmo for submetido a uma diferença de potencial. Como os elétrons possuem uma carga negativa, e são estes

que estão sobrando na estrutura do material semiconductor após a dopagem, passa-se a chamar esse de material tipo N.

Figura 14 - Semiconductor dopado tipo N



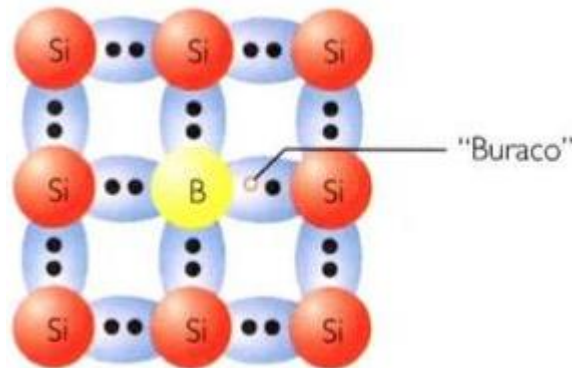
Fonte: MARTINS (2021)¹⁷

Nos semicondutores tipo N a corrente elétrica é conduzida pelas cargas negativas, essa condução elétrica acontece independentemente da polaridade da tensão que é aplicada no material semiconductor.

Na dopagem tipo P, figura 15, o elemento químico dopante é o Boro (B) ou o Gálio (Ga), pois possuem em sua camada de valência apenas três elétrons. Quando essas impurezas são adicionadas a estrutura do elemento, formam-se lacunas que também podem ser chamadas de buracos, podendo assim conduzir uma corrente. Devido à ausência desse elétron forma-se um efeito de uma carga positiva e por isso o nome tipo P.

¹⁷ Fonte: MARTINS, M. C. O. Semicondutores. **Cola na Web**. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/electricidade/semicondutores>. Acesso em: 26 de out. de 2021.

Figura 15 - Semicondutor dopado tipo N

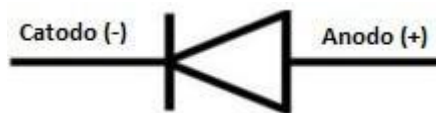


Fonte: MARTINS (2021)¹⁸

No semicondutor do tipo P devido a tensão aplicada, os elétrons livres se movem para a esquerda e as lacunas para a direita.

Quando são juntados dois semicondutores, um do tipo N e outro do tipo P têm-se uma junção PN, ou seja, um dispositivo que pode ser chamado de diodo. Diz-se que o diodo é um componente eletrônico que permite a passagem da corrente em apenas um sentido, representados por dois terminais, conforme figura 16, um chamado de anodo (+) e o outro de catodo (-). A corrente elétrica segue no sentido convencional do anodo (+) para o catodo (-).

Figura 16 - Símbolo do componente eletrônico diodo



Fonte: Autoria própria (2021).

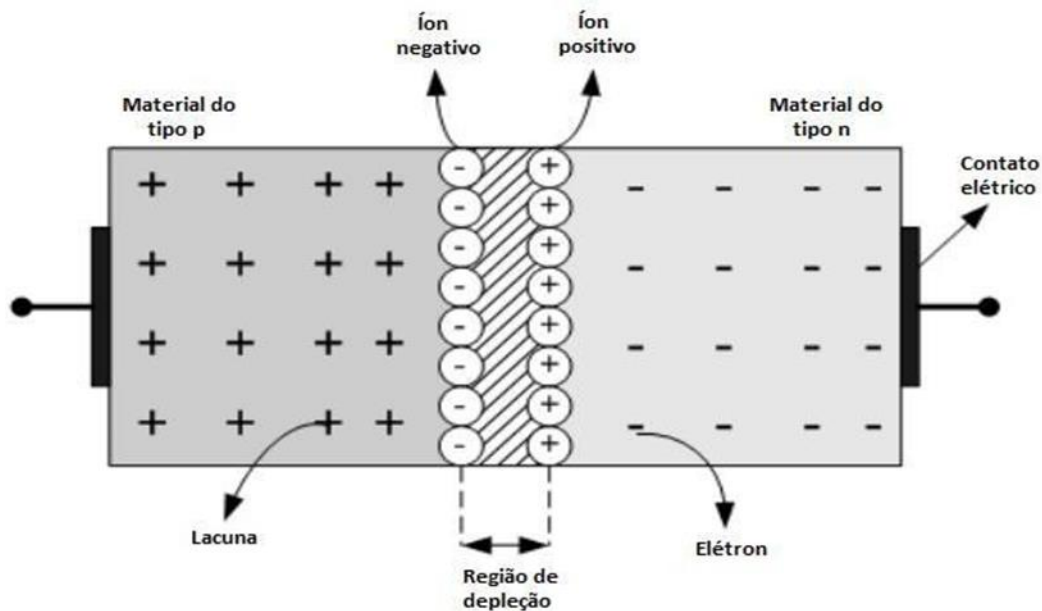
De acordo com Oliveira (2013),

¹⁸ Fonte: MARTINS, M. C. O. Semicondutores. **Cola na Web**. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/electricidade/semicondutores>. Acesso em: 26 de out. de 2021.

Devido ao fenômeno da difusão, assim que a junção PN é formada, uma migração de portadores de um cristal para o outro, ou seja, elétrons do material tipo n irão se deslocar para o material tipo p, e as lacunas farão o caminho contrário. Assim que um elétron penetra no material tipo p, ele irá se recombinar rapidamente com uma lacuna, formando um íon negativo na borda do cristal. As lacunas, ao penetrarem no material tipo n, também sofrerão recombinação e formarão íons positivos na borda do material. Ao longo do tempo, a concentração de íons em torno do ponto de junção entre os dois cristais irá aumentar. Devido a isso, cria-se um campo elétrico no ponto de junção, o qual age no sentido de impedir a migração de portadores. Em um determinado momento a força desse campo elétrico é forte o suficiente para impedir que qualquer portador atinja a região em torno da junção, gerando, portanto, uma região repleta de portadores: a região de depleção, ou camada de depleção (OLIVEIRA, 2013, p. 11).

A figura 17 representa essa região de depleção.

Figura 17 - Representação da camada de depleção na junção PN



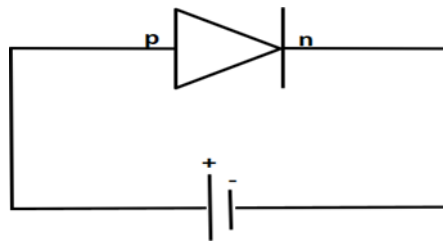
Fonte: IFSC (2016, p.12)¹⁹

¹⁹ **Fonte:** ELETRÔNICA Geral. IFSC, Santa Catarina, 2016. Disponível em: https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/index.php/AULA_2_-_Eletr%C3%B4nica_Geral_1_-_T%C3%A9cnico Acesso em: 06 de out. de 2020.

Quando essa região de depleção é estabelecida, ocorre de imediato uma diferença de potencial positiva entre os lados n e p; essa tensão depende do material semicondutor que está sendo utilizado, caso seja o germânio essa tensão será de 0,3 V, já para o silício será de 0,7 V. Essa tensão ela existe apenas na região próxima da junção pn, no geral diz-se que o componente é neutro.

Na situação acima não há condução de corrente elétrica, para que isso aconteça, a região de depleção não pode existir. Assim, é necessário colocar o diodo em contato com uma fonte de tensão elétrica, a qual fornecerá certa quantidade de energia para as cargas, fazendo com que elas se movam. Quando acontece esse processo diz-se que ocorre a polarização direta, ou seja, quando é ligado o lado positivo do diodo (anodo) ao lado positivo da fonte de alimentação (bateria) e o lado negativo do diodo (catodo) ao lado negativo da fonte de alimentação, como mostra a figura 18.

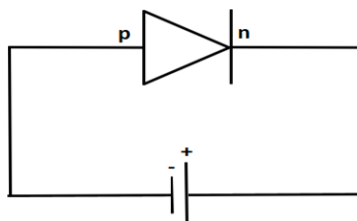
Figura 18 - Polarização direta do diodo



Fonte: Autoria própria (2021).

Agora, se o lado positivo do diodo for ligado ao lado negativo da fonte, e o lado negativo do diodo ao positivo da fonte não haverá circulação de corrente elétrica e a polarização neste caso é chamada de inversa, figura 19.

Figura 19 - Polarização inversa do diodo



Fonte: Autoria própria (2021).

Assim, na polarização direta o diodo se comporta como um condutor e na polarização inversa como um isolante.



Questionário sobre os materiais condutores, isolantes e semicondutores

1. Observe os materiais a seguir e em seguida assinale a alternativa que corresponde aos bons condutores de eletricidade.

1. madeira seca	
2. vidro comum	() 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8
3. algodão	() 4, 5, 8
4. corpo humano	() 1, 3, 5, 7
5. ouro	() 4, 6, 8
6. nylon	() 1, 3, 5, 7
7. papel comum	() 2, 4, 5, 6
8. alumínio	

2. (UFMG) Um isolante elétrico:

- Não pode ser carregado eletricamente.
- Não contém elétrons.
- Tem de estar no estado sólido.
- Tem, necessariamente, resistência elétrica pequena.
- Não pode ser metálico.

3. Os materiais semicondutores são muito utilizados na produção de detectores e em sistemas eletrônicos por possuir propriedades elétricas úteis e estarem na faixa entre os isolantes e condutores. De acordo com os semicondutores, assinale a alternativa incorreta:

- Os diodos são componentes semicondutores.
- Os semicondutores podem ser do tipo n, tipo p e tipo n-p.
- Semicondutores do tipo p são chamados de materiais doadores de elétrons.

d. Semicondutores do tipo n são chamados de materiais receptores e possuem os chamados “buracos”.

e. Semicondutores do tipo p-n permitem a condução de corrente elétrica em ambas as direções.

4. Considere que determinado cristal tenha como características principais não ser bom condutor elétrico e térmico, possuir alto valor de ponto de fusão e possuir boa transparência óptica. Nesse caso o tipo de ligação entre os átomos desse cristal é:

a. de Van der Waals.

b. covalente.

c. iônica.

d. metálica.

e. por dipolo permanente.



Suplemento 5: Texto para a aula 3

Diodo Emissor de Luz - LED

De acordo com Oliveira (2013), existem diversos tipos de diodos, desenvolvidos para aplicações específicas. Um diodo muito utilizado na eletrônica é o diodo emissor de luz (Led - *Light Emitting Diode*). Ainda de acordo com Oliveira (2013), o Led funciona da mesma maneira que os diodos comuns, contudo, ao ser polarizado diretamente, ele emite luz em uma banda bem definida. Existem diversos tipos de Led's (alto brilho, indicador, de potência, Branco, Vermelho, Verde, Azul, etc...).

Para cada tipo existem especificações nominais para seu bom funcionamento em um circuito elétrico, conforme quadro 6.

Led	TENSÃO (V)		CORRENTE (mA)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Vermelho	1,8	2,0	10	20
Amarelo	1,8	2,0	10	20
Laranja	1,8	2,0	10	20
Verde	2,0	2,5	10	20
Azul	2,5	3,0	20	20
Branco	2,5	3,0	10	20

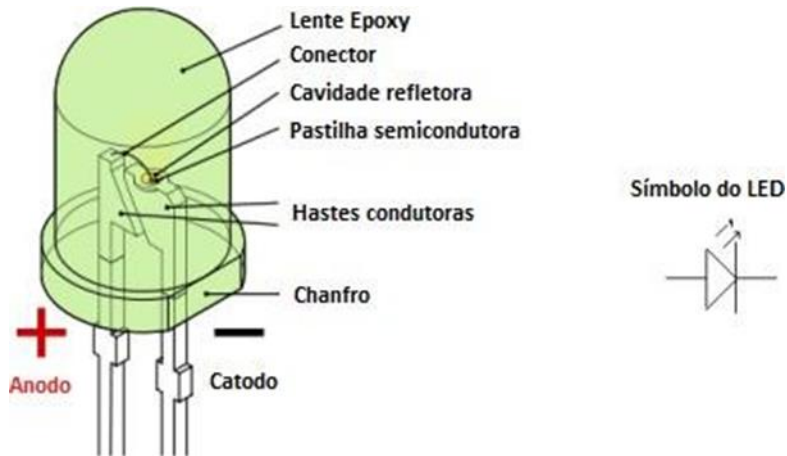
Fonte: GUIMARÃES (2017)²⁰

O Led é formado por uma parte chamada de chip condutor e dois terminais que são conhecidos como polaridade, sendo um positivo (Anodo – maior) e outro negativo (Catodo – menor), conforme as maneiras que os terminais são polarizados têm a passagem da corrente, ocasionando a luz. A figura 20, representa o

²⁰ Fonte: GUIMARÃES F. Calculando resistor para um Led. **Mundo Projetado**, 2017. Disponível em: <http://mundoprojetado.com.br/calculando-resistor-para-um-Led/>, adaptada. Acesso em: 10 de out. de 2020.

encapsulamento típico de um Led com os seus elementos principais e o seu símbolo elétrico. Note que para identificar um Led corretamente deve-se localizar no encapsulamento o chanfro que indica a posição do Catodo.

Figura 20 - Encapsulamento de um Led e seus elementos principais



Fonte: VISUAL LED (2019)²¹

Com os avanços tecnológicos, hoje, o Led se faz presente em vários aparelhos eletrônicos, nas residências, nos comércios e nas indústrias.

De acordo com Malvino (1997), a palavra Led, vem do inglês “Light Emithing Diode”, que significa Diodo Emissor de Luz. São diodos semicondutores, composto por cristais de silício ou germânio, que ao se energizarem emitem luz visível a olho nú, através da energia elétrica.

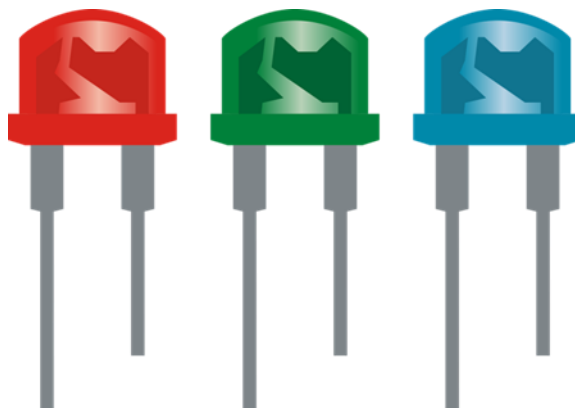
A luz emitida em uma lâmpada de Led é por um meio sólido e maciço, lembrando que ao ser polarizado de maneira correta será conduzida uma corrente que emitirá a luz, esse processo também é referido como eletroluminescência, enquanto que na lâmpada incandescente a luz é gerada quando o filamento nela existente é aquecido.

²¹ Fonte: LED Dip. Visual Led, 2019. Disponível em: Adaptada de <https://visualled.com/pt/glossario-pt/led-dip/>, adaptada. Acesso em: 12 de out. de 2020.

Segundo Lima (2018), as lâmpadas de Led foram criadas em 1963, o inglês Nick Holonyac, professor de engenharia elétrica e informática, através de seus estudos conseguiu obter primeiramente o Led na cor vermelha, iluminação visível. Mais tarde vieram as outras cores: amarela, verde, azul e branca. No início era utilizado apenas para verificar se rádios, televisores e outros equipamentos se estavam ligados ou não.

No final dos anos 60 a cor amarela começou a aparecer e por volta de 1975 a cor verde, que possuía um comprimento de onda próxima a do amarelo. Nos anos 80, surgiu a tecnologia *Al In Gap*, em que os Led's de cor vermelha e âmbar conseguiram atingir níveis de intensidade luminosa que permitiam o processo de substituição das lâmpadas, principalmente na indústria automotiva (FOX LUX, 2020). A figura 21, a seguir, apresenta led's de três cores diferentes: vermelho, verde e azul.

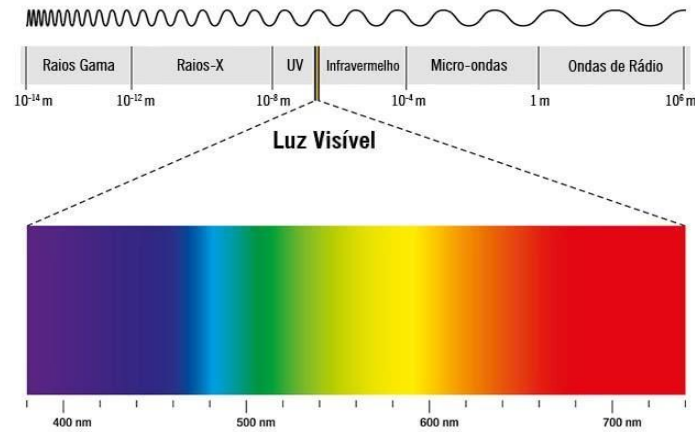
Figura 21 - Led's coloridos



Fonte: AHMED (2017)²²

Já nos anos 90, de acordo com Lima (2018), surgiu uma tecnologia, a *InGan* que foi possível obter Led's com comprimentos de ondas menores, nas cores: azul, verde e ciano, tendo essa tecnologia proporcionando a obtenção do Led branco, cobrinho assim, todo o espectro de cores conforme a figura 22.

²² **Fonte:** AHMED. K. **PIXABAY**, 2017. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/vectors/rgb-conduziu-8mm-l%C3%A2mpadas-luz-2270087/>. Acesso em 12 de out. de 2020.

Figura 22 - Espectro eletromagnético

Fonte: TODA MATÉRIA (2017)²³

Conforme Foxlux (2020) em 1993, o professor Shuji Nakamura descobriu uma forma de alterar a coloração da luz de Led, surgindo assim, os Leds de cores frias e novas possibilidades para o uso da tecnologia, como as lanternas, semáforos, televisores, etc, de acordo com as figuras 23 e 24.

²³ Fonte: ESPECTRO Eletromagnético. **Toda Matéria**, 2017. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/espectro-eletromagnetico/>. Acesso em: 12 de out. de 2020.

Figura 23: Lanterna

Fonte: NIKITIN (2019)²⁴

Figura 24: Semáforo

Fonte: ILGMEIER (2013)²⁵

A luz emitida por um Led não é definida pela cor da cápsula que o envolve, mas sim, pelo material semicondutor que o compõe. Essas cápsulas são transparentes, brancas ou difusas.

Conforme os tipos de materiais semicondutores utilizados, serão obtidas cores diferentes. Conforme quadro 07 as cores e o tipo de material semicondutor.

Quadro 07 - Materiais semicondutores	
Cor	Material semicondutor
Led vermelho	Fosforeto de Gálio (GaP), Fosforeto de Gálio e Arsênio (GaSaP)
Led Amarelo e Verde	Fosforeto de Gálio (GaP), Fosforeto de Índio, Gálio e Alumínio (InGaAlP)
Led Infravermelho	Arseneto de Gálio (GaAs), Arseneto de Fosforeto de Alumínio e Gálio (GaAlAs).

Fonte: Autoria própria (2021).

De acordo com sua coloração e aplicação existem vários tipos de Led, nas quais existem os de alto brilho, de pouco brilho e com aplicações comuns e tão modernos que nem são conhecidos ainda. Outros exemplos sobre os tipos de Led:

²⁴ Fonte: NIKITIN A. PIXABAY, 2019. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/images/search/lanterna%20de%20Led/>. Acesso em: 13 de out. de 2020.

²⁵ Fonte: ILGMEIER A. PIXABAY, 2013. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/sem%3a1foro-verde-luzes-de-tr%3a2nsito-193658/>. Acesso em : 13 de out. de 2020.

- Comum: a luz é distribuída no seu encapsulamento, sendo uma luz dispersa e espalhada, seu encapsulamento é de plástico e opaco, tem objetivo de fazer a luz difusa, mas com pontos de mais luz e outros de menos luz;
- Alto brilho: possui brilho mais intenso que o difuso, seu encapsulamento é de plástico e transparente, tendo uma luz focada e direcional;
- Fita de *Led*: é uma fita que possui vários tamanhos, com *Led*'s ligados em série, podendo variar sua luminosidade, conforme seu modelo;
- *Led*'s SMD: muito pequeno, encontrados em fitas de *Led*'s, placas de circuito impressos, podendo ser difusos, transparente e multicores, também chamados de RGB (*Red*, *Green* e *Blue*); Infravermelho: emite luz infravermelha e visível, podendo ser encontrada em sensores, controles remotos e aparelhos de visão noturna;
- Orgânico: extremamente pequenos, quase microscópicos, usado na montagem de telas de tablet, telas de celulares e outras flexíveis.
- Bicolores: difusos e transparentes, duas cores, ou ainda, combina com outra cor formando uma terceira, podendo ter de 2 ou 3 terminais;
- Tricolores: difusos e transparentes, conhecidos como o RGB, as três cores: vermelho, verde e azul, essas cores podem ser combinadas ou individuais;
- HP *Led*: *Led*'s de alta tensão, podendo substituir lâmpadas, usado muito em iluminação de ambientes, lanternas e faróis de carros;

Os *Led*'s possuem vários formatos e tamanhos, porém os mais comuns são os de forma circulares, T-1 de 3mm de diâmetro e o T- 1 $\frac{3}{4}$ de 5mm de diâmetro. Existem ainda *Led*'s de formato retangular de 1mmX5mm, que é profundidade e largura.

A intensidade de luz que o *Led* emite é representada por milicandelas (mcd), candela mede o fluxo luminoso ou a potência radiante visível. O *Led* também tem o comprimento de onda, ou seja, o tamanho dessa onda. A luz visível que se pode enxergar vai de 380nm a 740nm, essa unidade é conhecida como nanômetro. *Led*'s

que tem comprimento de onda maior precisam de menor tensão. O que pode ser observado no quadro 08 a seguir:

Quadro 8 - Cor X comprimento de onda		
Cor	Comprimento de Onda	Tensão máxima
Infravermelho	850 a 950nm	2,0 V
Vermelho	621 a 700nm	2,0 V
Laranja	605 a 620nm	2,0 V
Amarelo	585 a 590nm	2,0 V
Verde	527 a 570nm	2,5 V
Azul	470 a 475nm	3,0 V
Ultravioleta	385 a 405nm	4,0 V

Fonte: Autoria própria (2021).

Foi dito que os Led's são diodos, que contém uma junção PN e que conduz corrente elétrica em apenas uma direção, e acima de uma determinada tensão esse diodo se torna condutivo, em que os elétrons da região N combinam com as lacunas da região P, liberando uma energia e criando um fóton. Essa energia depende da banda gap, relacionando com o comprimento de onda e a cor emitida.




Em tempos atuais os *Led's* vêm tomando espaços no mercado, principalmente quando se fala em decoração de interiores, iluminação pública e aparelhos eletrônicos.

Essas lâmpadas são pouco agressivas ao meio ambiente em relação aos outros tipos que existem, hoje no mercado. As demais devido ao aquecimento recebido possuem vida útil menor em relação às de Led's, por essas e outras razões, os Led's vem ganhando espaço no mercado de iluminação, devido a economia em várias situações e também a maior luminosidade.

Um Led comum pode ter um rendimento superior, de aproximadamente 80%, mas existem também aqueles que ultrapassam esse rendimento, nas lâmpadas comuns há uma parte que é desperdiçada em forma de calor, sendo que apenas de 20 a 25% de energia consumida nas lâmpadas incandescentes é luz e o restante calor (MALVINO, 1997).

Sabe-se que em quaisquer situações há vantagens e desvantagens, assim também acontece quando tipos de lâmpadas são compradas. A figura 25 traz um comparativo entre os três modelos de lâmpadas.

Figura 25 - Comparativo entre tipos de lâmpadas

	Comum	Fluorescente	LED
Tipo			
Durabilidade	1 ano	5 anos	15 anos
Consumo	50 W	10 W	5 W
Economia	x	até 80%	até 95%
Emissão de calor	ALTA	MÉDIA	BAIXA
Ecológica	Não contém mercúrio	Contém mercúrio	Não contém mercúrio
Eficiência	Pouca	Mediana	Muita

Fonte: ARQUITETIZZE (2016)²⁶

Ao analisar os tipos de lâmpadas, pode-se observar que uma delas se destaca em todos os pré-requisitos que foram citados, sendo esta as de Led. Esse tipo de lâmpada, passou a ser mais utilizada em residências, comércios e indústrias devido ao fato de ter maior durabilidade, consumo de energia menor, pouca emissão de calor, utilizar materiais recicláveis em sua fabricação, não emissão de raios ultravioletas e está disponível em várias cores.

²⁶ Fonte: VANTANGENS de utilizar lâmpadas de led. **Arquitetizze**, 2016. Disponível em: <https://arquitetizze.com.br/saiba-quais-sao-as-vantagens-de-utilizar-lampadas-Led/>. Acesso em: 15 de out. de 2020.

Assim, os Led's estão presentes em várias situações do dia a dia, tanto para emitir luz ou ainda para ser utilizado como sinalizador em muitos aparelhos eletrônicos.



Questionário sobre Led's e suas aplicações

1. Em tempos atuais é comum encontrarmos televisores com a tecnologia de Led em seus painéis, esse aumento deve a vários fatores importantes. Observe os itens a seguir e assinale a alternativa incorreta sobre a tecnologia das Tv's de Led.

- a. Baixo consumo de energia elétrica.
- b. Baixo rendimento.
- c. Vida útil mais longa.
- d. Causa menos impacto na natureza, devido ser produzida por materiais semicondutores.

2. "Tendo em vista tais qualidades, é possível perceber que optar por lâmpadas de LED pode ser uma escolha interessante para a iluminação pública e residencial." Analise esta citação e responda se é verdadeira ou falsa e por que.

3. Os Led's são formados através de materiais semicondutores, sabemos que substituindo seus átomos por outros acontece um processo que damos o nome de dopagem, por esse é possível controlar a cor emitida no dispositivo. Preencha a tabela de acordo com o tipo de condutor com a luz emitida.

Tipo de material semicondutor	Luz emitida depois da dopagem
Fosfato de alumínio, índio e gálio	
Fosfato de gálio	
Arsenieto de gálio e alumínio	
Nitreto de gálio	

4º Encontro

ETAPA CORRESPONDENTE A UEPS: Reconciliação Integradora

MODALIDADE: Síncrona e Assíncrona.

Duração: 01 Hora Aula

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

Chegamos ao 4º encontro da UEPS, que corresponde a 6ª Etapa: Reconciliação Integradora. Neste encontro o professor irá utilizar um simulador sobre o Modelo Atômico de Hidrogênio, como uma atividade assíncrona, e uma atividade prática que constitui em ligar um Led utilizando uma bateria de 9V.

Depois que o estudante realizar a atividade utilizando o simulador, haverá um momento síncrono para discutir sobre o Modelo Atômico de Hidrogênio, que foi trabalhado no simulador, sanando eventuais dúvidas dos estudantes. No mesmo dia será realizada a atividade prática, de maneira síncrona.

Após a realização da prática, será dado um tempo para que os alunos façam suas perguntas e o professor possa tirar dúvidas, caso surjam.

Neste mesmo encontro, será trazida uma nova situação problema com um nível de complexidade maior do que a proposta no início da aplicação deste produto educacional.

Para finalizar o professor disponibilizará um texto, referente a nova situação problema, que o estudante realizará a leitura de forma assíncrona.

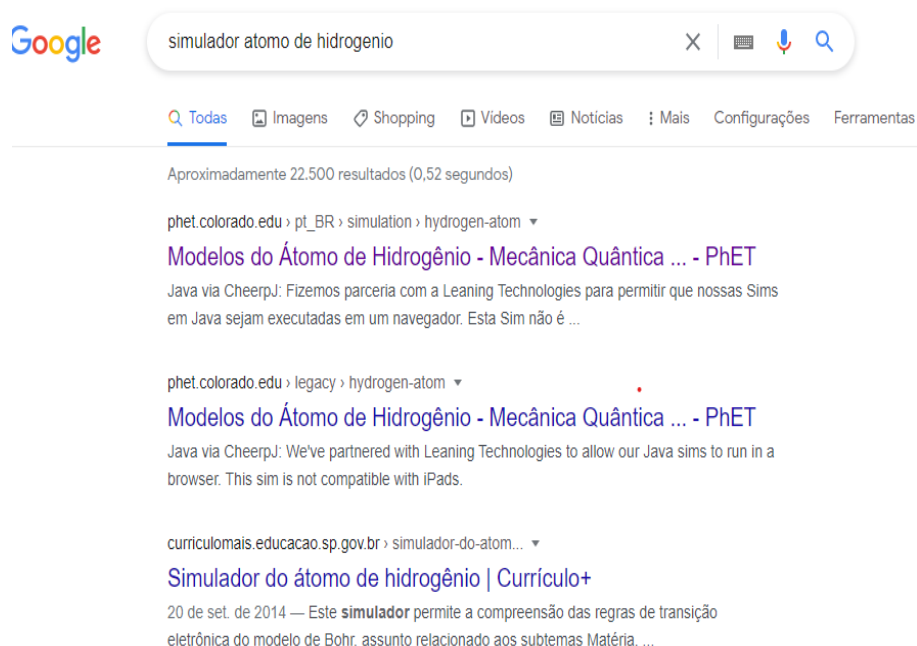


Simulador: Modelo Átomo de Hidrogênio

Roteiro para utilizar o Simulador

- 1) Acesse o *Google*: www.google.com.br
- 2) Pesquise por: Simulador do Átomo de Hidrogênio, conforme indicado na figura 26.

Figura 26 - Localizando o simulador – Átomo de Hidrogênio

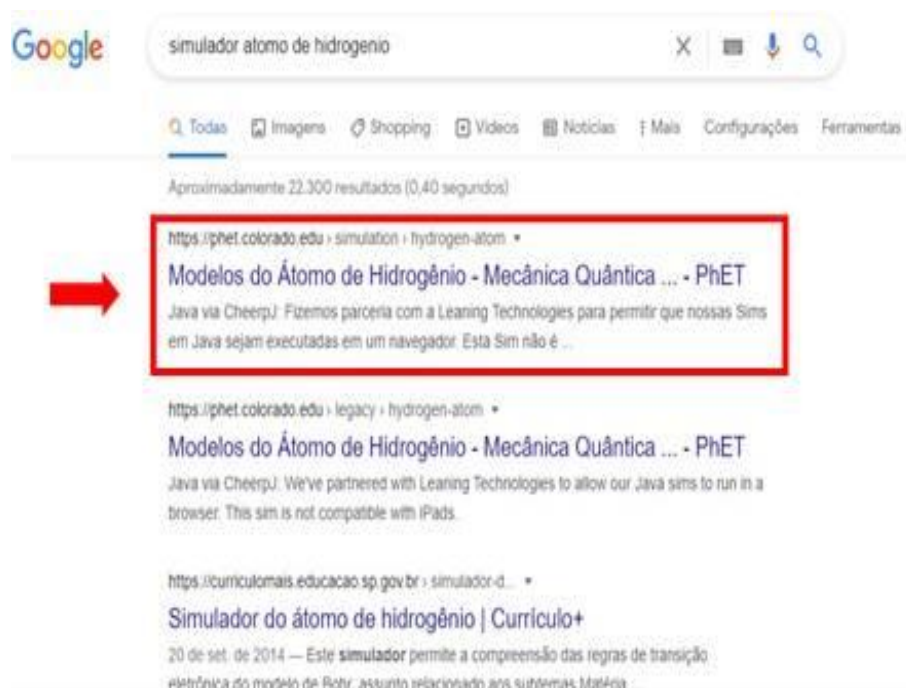


Fonte: GOOGLE (2021)²⁷

²⁷ Fonte: GOOGLE. MODELOS do Átomo de Hidrogênio. **PhET – Physics Education Technology**. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=simulador+atomo+de+hidrogenio&oq=Simulado&aqs=chrome.0.69i59j69i57j0i131i433j0i433j0i131i433i2j0i131i433j0i2.7228j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

3) A partir da pesquisa o estudante poderá observar que terá várias opções para chegar até o Simulador do Átomo de Hidrogênio, porém deverá acessar o *link* destacado na figura 27, que indica a plataforma: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom.4

Figura 27 - Selecionando o Átomo de Hidrogênio



Fonte: GOOGLE (2021)²⁸

4) Em seguida onde aparece o simulador, conforme a indicação da figura 28, clique em executar ou iniciar, que está representado por uma bolinha com um triângulo dentro.

²⁸ Fonte: GOOGLE. MODELOS do Átomo de Hidrogênio. **PhET – Physics Education Technology**. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=simulador+atomo+de+hidrogenio&oq=Simulado&aqs=chrome.0.69i59j69i57j0i131i433j0i433j0i131i433l2j0j0i131i433j0l2.7228j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

Figura 28 - Modelo do Átomo de Hidrogênio

Modelos do Átomo de Hidrogênio

- Mecânica Quântica
- Átomo de Hidrogênio
- Modelo de Bohr

DOE

PHET é apoiada por **zalando** e educadores como você.

Java via CheerpJ: Fizemos parceria com a Leaning Technologies para permitir que nossas Sims em Java sejam executadas em um navegador.

Esta Sim não é compatível com iPads

[Requisitos e Recomendações de Sistema](#)

Versão Java: Funciona *offline* e tem melhor desempenho.

VERSÃO JAVA

Fonte: MODELOS (2020)²⁹

5) A página lhe dará a opção em inglês e português, selecione português para facilitar a compreensão. Você encontrará este recurso no canto superior direito, conforme destacado na figura 29.

Figura 29: Seleção de idioma

CheerpJ runtime ready

inglês português

Google Translate

PHET
Java Simulation

Powered By
cheerpj

Fonte: MODELOS (2020)³⁰

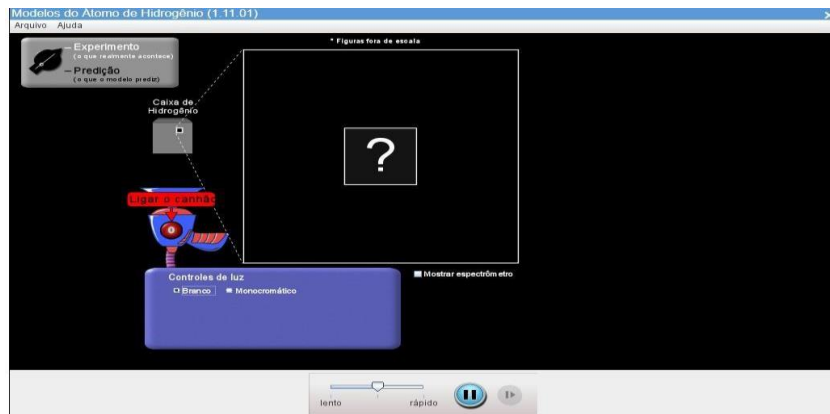
²⁹Fonte: MODELOS do Átomo de Hidrogênio. **PhET – Physics Education Technology. Disponível em:** https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

³⁰Fonte: MODELOS do Átomo de Hidrogênio. **PhET – Physics Education Technology. Disponível em:** https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

Condição para iniciar o experimento no Simulador

6) A figura 30, mostra a tela que você encontrará após executar os passos de 1 ao 5:

Figura 30 - Executar simulador



Fonte: MODELOS (2020)³¹

7) No canto esquerdo da tela, conforme figura 31, selecione Predição (o que o modelo prediz), em seguida, selecione o Modelo Atômico de Bohr.

³¹ Fonte: MODELOS do Átomo de Hidrogênio. PhET – Physics Education Technology. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

Figura 31 - Tipo de execução e modelo atômico

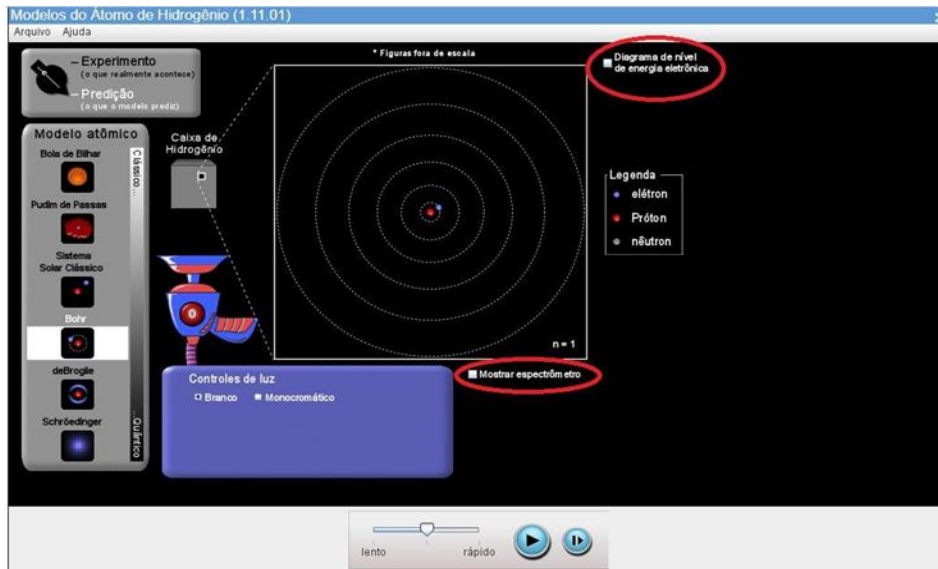


Fonte: MODELOS (2020)³²

8) Em seguida, conforme destaque na figura 32, marque as opções: Mostrar espectrômetro e Diagrama de nível de energia

³² Fonte: MODELOS do Átomo de Hidrogênio. PhET – Physics Education Technology. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

Figura 32 - Espectrômetro e níveis de energia

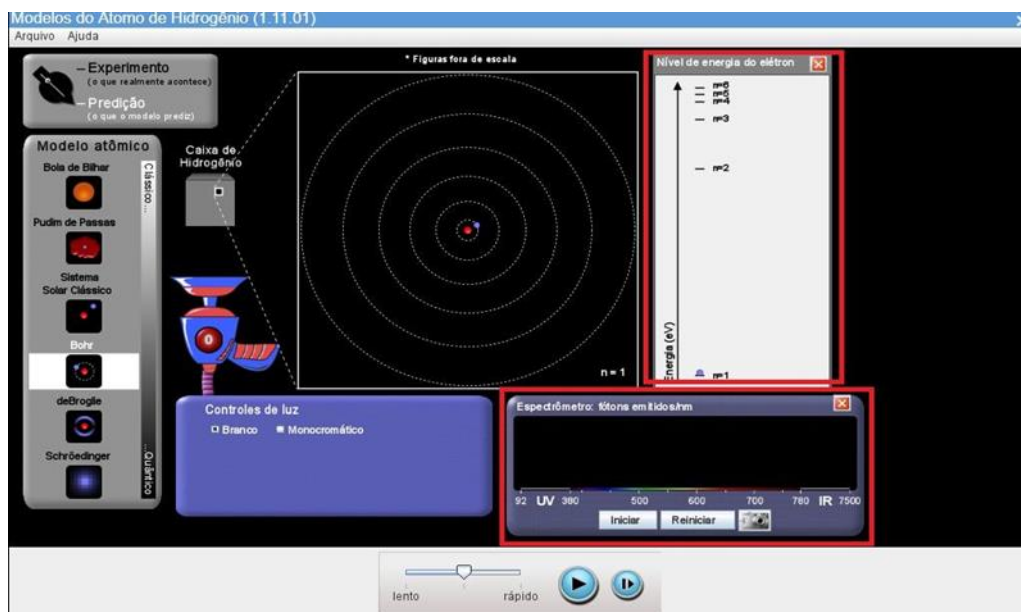


Fonte: MODELOS (2020)³³

9) Com as opções selecionadas, teremos a tela representada na figura 33:

³³ Fonte: MODELOS do Átomo de Hidrogênio. PhET – Physics Education Technology. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR. Acesso em: 10 de mai. de 2021.

Figura 33 - Painel de controle do espectrômetro e níveis de energia

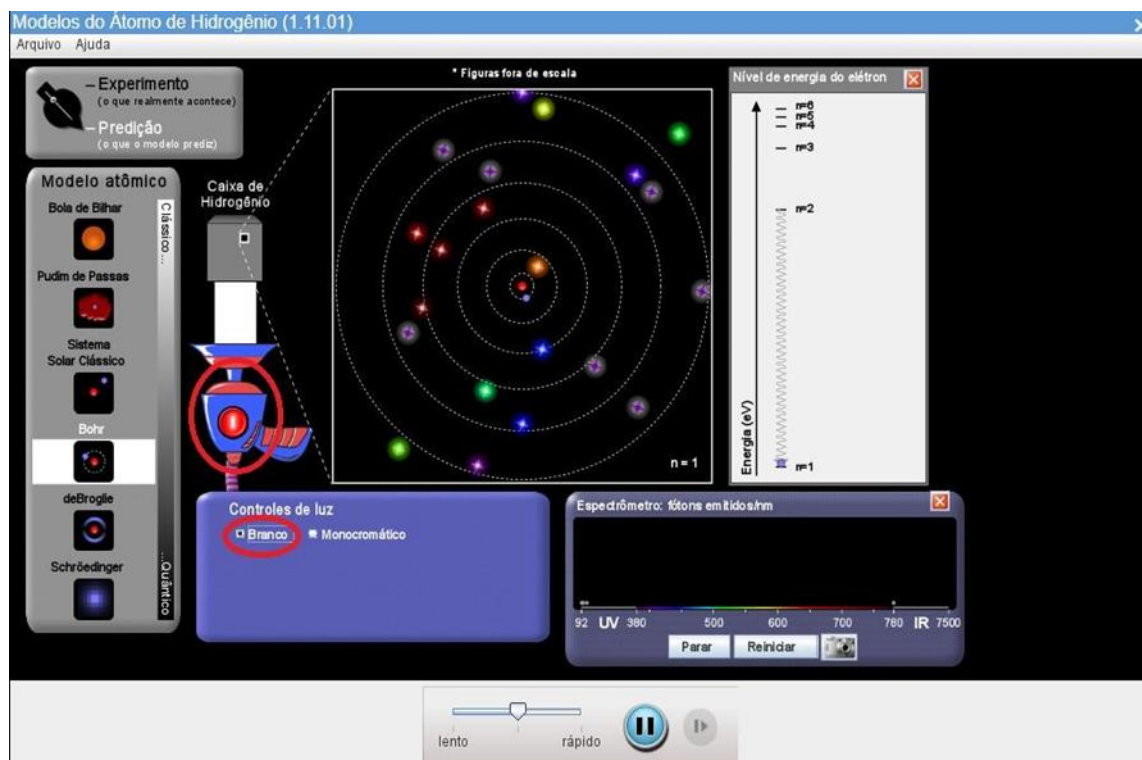


Fonte: MODELOS (2020)³⁴

10) Agora, no painel azul, controle de luz, marque a opção Branco. Observe que acima desse quadro, há um botão vermelho, destacado na figura 34. Clique nesse botão para ligar a fonte de luz. Observe e anote o que está acontecendo no simulador.

³⁴ Fonte: MODELOS do Átomo de Hidrogênio. **PhET – Physics Education Technology**. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR. Acesso em: 10 de mai. de 2021.

Figura 34 - Controle de luz

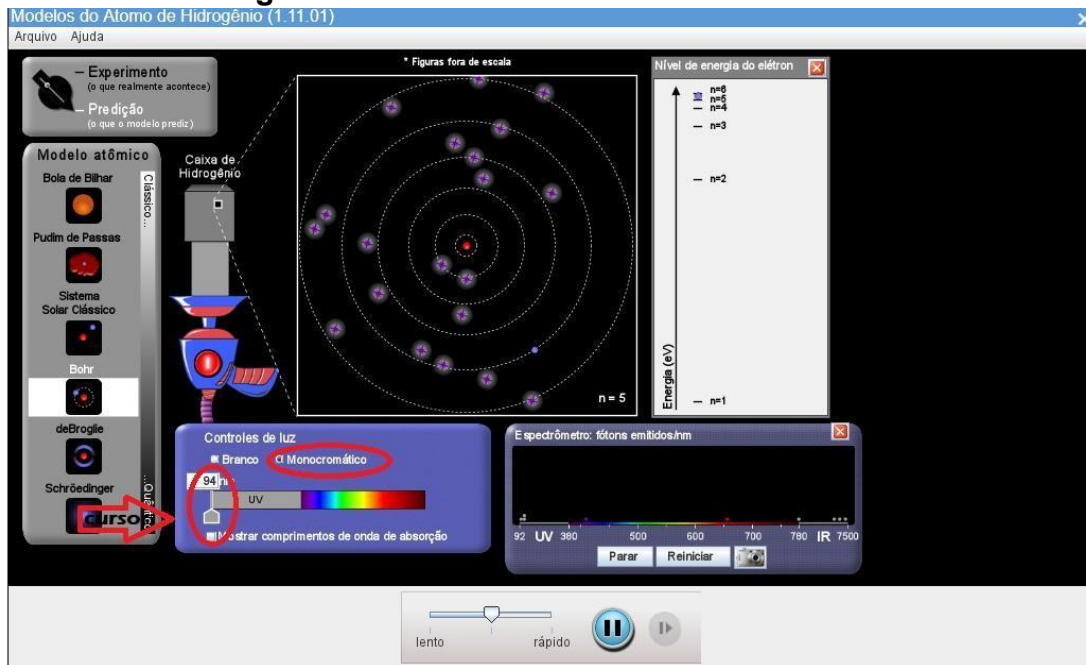


Fonte: MODELOS (2020)³⁵

11) Ainda no quadro azul, controle de luz, altere para a opção monocromática, conforme destaque na figura 35. Assim, um quadro para a seleção de comprimentos de onda abrirá. Mova o cursor de forma a alterar os comprimentos de onda e observe o que acontece.

³⁵ Fonte: MODELOS do Átomo de Hidrogênio. PhET – Physics Education Technology. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR. Acesso em: 10 de mai. de 2021.

Figura 35 - Controle de luz monocromatica



Fonte: MODELOS (2020)³⁶

12) Após você realizar todos os passos do Simulador faça um relato geral sobre o que você observou.

³⁶ Fonte: MODELOS do Átomo de Hidrogênio. PhET – Physics Education Technology. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR. Acesso em: 12 de mai. de 2021.



Atividade Prática: Acionamento de um Led com uma bateria de 9V

Roteiro para atividade prática

1) Objetivo Geral: Acender o *Led* utilizando uma bateria de 9V e um resistor.

2) Objetivo Específico:

- Acender o Led com o material dado;
- Identificar os terminais do Led;
- Verificar a polarização direta e inversa do Led;
- Estudar a luminosidade do Led.

3) Material necessário para montar o circuito:

- Bateria de 9V;
- Led's coloridos;
- Resistor de 390 Ω .

4) Descrição do experimento:

- Dividir os alunos em duplas;
- Distribuir material necessário;
- Orientar sobre como fazer a montagem do experimento;
- Pedir para os alunos, em uma folha em branco, colocarem o nome da dupla e desenharem a montagem.

5) Refletindo sobre o experimento

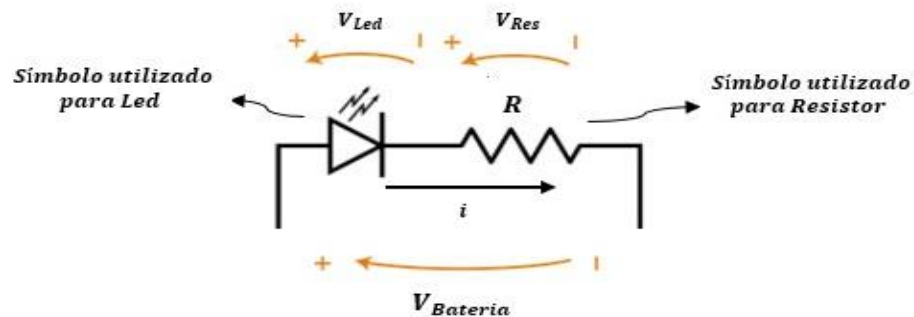
No circuito é preciso acender um Led que foi projetado para funcionar com uma tensão máxima de 2V e uma corrente máxima de 20mA, esses valores são chamados de nominais e fornecidos pelo fabricante. No entanto, só há uma bateria

de 9V para realizar esse acionamento do Led. Como podemos utilizar a bateria de 9V para acionar o Led que suporta apenas 2V sem queimá-lo?

6) Fazendo os cálculos para o acionamento do *Led*

O Led deve ser ligado em série com um resistor, formando o que chamamos de divisor de tensão, assim ele poderá funcionar sem ser danificado. Então, devemos projetar um resistor para ligar em série com o Led e permitir que ele funcione de acordo com as especificações do fabricante. Observe o desenho esquemático na figura 36.

Figura 36 - Desenho esquemático do divisor de tensão resistor fixo – Led



Fonte: Autoria própria (2021).

- Qual o valor da corrente máxima que pode circular pelo Led de acordo com o fabricante?

- Qual o valor da corrente que circula pelo resistor fixo?

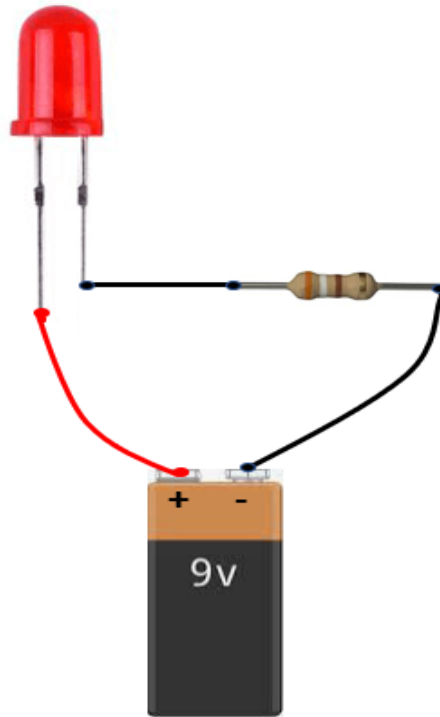
- Se a tensão da bateria é igual a 9V e a tensão máxima sobre o Led deve ser 2V, quanto de tensão deverá ter sobre o resistor fixo?

- De posse de todos esses dados calcule a resistência fixa que deverá ser utilizada em série com o Led para que o mesmo não sofra nenhum dano.

- Verifique se o valor calculado para o resistor é um valor comercial, caso não seja indique o valor comercial que deve ser utilizado.

7) Monte o circuito da figura 37:

Figura 37 - Esquema de montagem para acionamento do Led.



Fonte: Autoria própria (2021).

- Registre o que você observa.

- Agora inverta a polaridade da bateria e registre o que você observa.

8) Pesquise e responda

a) Como fazer a identificação dos terminais de um Led?

- b) O que são valores nominais de um componente eletrônico, exemplo o Led?
- c) Pesquise todos os valores comerciais de resistores entre 100Ω e 10000Ω ($10k\Omega$).



Suplemento 6: Texto para a nova situação problema

“Lâmpadas de Led ou lâmpadas comum?”

O sistema de iluminação vem passando por transformações, sempre levando em consideração impactos ambientais, a sustentabilidade, bem como uma iluminação mais inteligente e eficiente.

Neste tempo, houve uma evolução ocorrida desde as lâmpadas incandescentes até as de Led, que estão sendo inseridas em residências, escolas, comércios, empresas e iluminação pública gradativamente.

As lâmpadas incandescentes possuem uma esfera de vidro em volta e no seu interior um filamento de tungstênio. Ao ser ligada, a eletricidade passa pelo filamento e transforma-se a energia elétrica em forma de calor, ficando o filamento aparentemente com uma cor branca, porém, o contraponto aqui é que este tipo de lâmpada apresenta um consumo é maior de energia, porém, o seu descarte pode ser realizado em lixo comum, devendo ser bem embalada e especificando que se trata de vidro, pois se quebra e jogada de qualquer maneira pode machucar os responsáveis pelas coletas. Esse tipo de lâmpada não é reciclável devido ao vidro e alguns metais em sua composição.

Nas lâmpadas de Led temos o diodo que emite a luz e conduz energia apenas em um sentido, seu acendimento é imediato. Essa lâmpada é reciclável e deve ser deixada em postos de coletas especializadas, para que empresas responsáveis possam realizá-la.

A intenção de se trocar as lâmpadas antigas pelas atuais seria tempo de vida útil maior, menor consumo de energia, maior sustentabilidade e a economia nos valores das contas de energia. Há situações em que ao trocar uma lâmpada mais antiga pelas atuais de Led, necessita-se trocar os suportes também, gerando um custo maior, podendo se aproveitar apenas as fiações elétricas da casa. O investimento inicial é alto e o seu retorno é a longo prazo.

A utilização das lâmpadas de Led, requer alguns cuidados específicos conforme o quadro 09, e ainda pode contribuir com a preservação do nosso planeta.

Quadro 09 - Dicas úteis para durabilidade das lâmpadas de Led.

1. Evite deixar as lâmpadas expostas à ação da umidade e maresia, pois pode haver corrosão de componentes metálicos.
2. Evite usá-las em luminárias fechadas, que dificultem a circulação de ar, impedindo que o calor emitido pela Led se dissipe. Isso tende a diminuir a vida útil da lâmpada.
3. As lâmpadas direcionais não devem ser instaladas com seu foco luminoso voltado para qualquer obstáculo próximo, principalmente se ele for de cor escura, o que prejudicaria a iluminação do ambiente.
4. Como a substituição das outras lâmpadas pelas Led exige um investimento inicial, nem sempre previsto nos orçamentos das famílias, recomenda-se que se troque inicialmente as lâmpadas dos cômodos mais utilizados.

Fonte: INMETRO (2015)³⁷

Hoje é possível encontrar as lâmpadas de Led em vários estabelecimentos comerciais, sendo que seu preço pode variar bastante de um local para o outro, com esse aumento foi necessária uma certificação para sua comercialização. Esse tipo de documentação é exigido pelo INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, que ajuda as empresas nacionais a crescerem em sua produção com produtos de qualidade e serviços, atendendo alguns requisitos básicos.

Para que o produto receba a certificação, o inmetro avalia de forma que ele não ofereça riscos a saúde, segurança, proteja o meio ambiente e impactos econômicos, depois de aprovado recebe um selo que está pronto para a comercialização. Vejamos as informações importantes que se tem em uma embalagem de lâmpada de Led, na figura 38.

³⁷ **Fonte:** LÂMPADAS Led. **INMETRO**, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/cartilhas/lampadaled.pdf/view>. Acesso em: 12 de out. de 2021.

Figura 38 - Embalagem de uma lâmpada de Led e suas informações



Fonte: INMETRO (2015)³⁸

As lâmpadas de Led's tem como característica o baixo consumo de energia elétrica, podendo sua economia ultrapassar o valor de 80%, pois quando acesa ela já atinge sua capacidade total de iluminação, não sendo necessário um tempo mínimo para que ela possa esquentar.

Assim, com todo processo de evolução nas lâmpadas podemos citar o modelo, consumo de energia, potência, valores de aquisição e benefícios quando relacionadas com a Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Questão norteadora:

1) E agora, você consegue diferenciar os tipos de lâmpadas que temos em nosso cotidiano e verificar qual o porquê de se trocar as lâmpadas antigas pelas atuais?

³⁸ **Fonte:** LÂMPADAS Led. INMETRO, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/cartilhas/lampadaled.pdf/view>. Acesso em: 12 de out. de 2021.

5º ENCONTRO

ETAPA CORRESPONDENTE A UEPS: Avaliação e Efetividade

MODALIDADE: Assíncrona.

Duração: 01 Hora Aula

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

O último encontro realizado foi a 7ª Etapa da UEPS, a Avaliação.

Neste encontro foi finalizada a UEPS, com a realização de uma roda de conversa com os estudantes, focando em questões que evidenciem a aprendizagem significativa que ocorreu no decorrer da aplicação dessa proposta de estudo.

As questões trabalhadas estão descritas a seguir, mesmo que algumas delas se repetiam no decorrer da aplicação do produto educacional, as respostas serão diferentes, pois nesse momento o aluno já teve toda explicação sobre o conteúdo e adquiriu ou acrescentou o novo sobre o referido assunto.

1. E agora você poderia explicar por que as Tv de tubo foram substituídas pelas Tv's de Led?
2. Para onde vão os televisores descartados? O que é feito com eles?
3. Explique os motivos favoráveis e desfavoráveis para a mudança dos tipos de lâmpadas que ocorreu nos últimos tempos.

Por fim, os estudantes terão um questionário para responder, que foi disponibilizado na sala virtual de estudos, através do *Google Forms*, com questões sobre a aplicação do produto e sua participação, para que a etapa da efetividade seja finalizada.

Esse questionário será analisado pelo professor e caso necessário, o mesmo pode realizar mudanças nesse produto para outras aplicações.

Assim, o professor faz o fechamento das atividades, trabalhando com uma avaliação contínua, formativa e processual das atividades que os alunos realizaram no decorrer dos encontros.



Suplemento 7: Questionário sobre efetividade

Questionário Final: Efetividade

1. O que você achou do tema “UEPS para o Ensino de Semicondutores no Ensino Médio” que foi trabalhado nessa proposta?
2. Como você avalia nossos encontros durante a implementação deste produto educacional?
3. O conteúdo trabalhado nos encontros e nas atividades realizadas tinha relação como o cotidiano? Exemplifique.
4. A metodologia utilizada durante as aulas facilitou seu entendimento do conteúdo?
5. As atividades realizadas estavam coerentes com o assunto apresentado?
6. O material utilizado era de fácil compreensão?
7. Em relação ao tema abordado, suas expectativas foram atendidas?
8. Foi possível durante as aulas perceber a relação com outros conteúdos disciplinares? Justifique.
9. Durante a aplicação do produto educacional você percebeu a relação Ciências, Tecnologia e Sociedade?
10. Dos recursos utilizados (Simulador, Formulário, Experimento e Texto), qual(is) você mais gostou? Comente.
11. Você acredita que os conteúdos trabalhados foram capazes de colaborar com seu aprendizado? Comente.
12. O que você acredita que poderia ter melhorado no decorrer das aulas? Registre sua opinião ou comentário.



Considerações Finais

A proposta deste trabalho tem como finalidade produzir um material, através de uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) sobre o ensino de materiais semicondutores para os estudantes do Ensino Médio. Dessa forma, as aulas foram trabalhadas de maneira: assíncronas, síncronas e presenciais, por meio de textos, simulador e também atividade prática de forma dinâmica e atrativa para o estudante.

Na implementação deste produto foi utilizada a aprendizagem significativa, como referencial teórico Ausubel (2003) e Moreira (2011), valorizando o conhecimento prévio que cada estudante trouxe no início de nossa atividade.

Com a aplicação da UEPS espera-se colaborar como as aulas de Física, tornando as aulas mais atrativas e divertidas, oportunizando maior interação professor-aluno, com um olhar diferenciado no processo de ensino aprendizagem, levando o estudante a cada vez mais se interessar pela disciplina.

Assim, ao finalizar os encontros e analisando os resultados da implementação, pode-se avaliar que a proposta da UEPS apresenta materiais suficientes para uma aprendizagem significativa, sendo possível outro professor utilizar esse material, com as devidas adequações à sua realidade local.

Referências

AHMED. K. **PIXABAY**, 2017. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/vectors/rgb-conduziu-8mm-l%c3%a2mpadas-luz-2270087/>. Acesso em 12 de out. de 2020.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P., Novak. J. D., & Hanesian, H. **Psicologia educacional**, 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

A EXPERIÊNCIA de Rutherford. **Agraça da química**. Disponível em: <https://agracadaquimica.com.br/a-experiencia-de-rutherford/>, adaptada. Acesso em: 11 de set. de 2020.

BACICHI, L; NETO, A. T.; TREVISANI, F. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação** Porto Alegre: Penso, 2015.

BONJORNO, J R.; *et al.* **Física Eletromagnetismo** – Física Moderna, volume3; 3ª Edição. São Paulo: FTD, 2016.

BORGES, D. Modelos atômicos de Schrodinger – Definições e características principais. **Conhecimento Científico**. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.com/modelo-atomico-de-schrodinger/>. Acesso em: 26 de jul. de 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino Médio**: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, DF: MEC/Semtec, 2002a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: março de 2021.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 2000.

CAMPOS, B. M. Modelos Atômicos de Thomson – O que é? Características e Exercícios. **Gestão Educacional**, 2019. Disponível em: <https://www.gestaoeducacional.com.br/modelo-atomico-de-thomson-o-que-e/>. Acesso em: 25 de out. 2021.

HELERBROCK, R. Condutores e isolantes. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/condutores-isolantes.htm>. Acesso em 20 de out. de 2020.

IBGE, **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2019**. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>. Acesso em: 29 de Jun. de 2021.

ILGMEIER A. **PIXABAY**, 2013. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/sem%c3%a1foro-verde-luzes-de-tr%c3%a2nsito-193658/>. Acesso em : 13 de out. de 2020.

LÂMPADAS Led. **INMETRO**, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/cartilhas/lampadaled.pdf/view>. Acesso em: 12 de out. de 2021.

LANDIM, W. Como funcionam as telas de LCD, LCD de LED e Plasma. **Tecmundo**. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/led/5534-como-funcionam-as-telas-de-lcd-lcd-de-led-e-plasma.htm>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.

LED: um pouco de história, curiosidades e aplicações ao longo do tempo. **Foxlux**. Disponível em: <https://www.foxlux.com.br/blog/foxlux-2/led-um-pouco-de-historia-e-aplicacoes-ao-longo-do-tempo/>. Acesso em: 25 set. 2020.

LED Dip. **Visual Led**, 2019. Disponível em: Adaptada de <https://visualled.com/pt/glossario-pt/led-dip/>, adaptada. Acesso em: 12 de out. de 2020.

LIMA, R. F. As Lâmpadas LED – História do LED. **Boreal Led**, 2018. Disponível em: <https://blog.borealled.com.br/historia-das-lampadas-led/>. Acesso em: 20 de out. de 2020

MALVINO, A. P. **Eletrônica** Vol. 1. Editora: Makron Books, 1997.

MARTINS, M. C. O. Semicondutores. **Cola na Web**. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/eletricidade/semicondutores>. Acesso em: 26 de out. de 2021.

MELO, R. B. F. A Utilização das TIC'S no Processo de Ensino e Aprendizagem da Física. **Anais Eletrônicos**. 3º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação. Redes Sociais e Aprendizagem. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/Ruth-Brito-de-Figueiredo-Melo.pdf> Acesso em: 21 de mar. de 2021.

MODELOS do Átomo de Hidrogênio. **PhET – Physics Education Technology**. Disponível em:

<https://www.google.com/search?q=simulador+atomo+de+hidrogenio&oq=Simulado&aqs=chrome.69i59j69i57j0i131i433j0i433j0i131i433i2j0i131i433j0i2.7228j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

MODELOS do Átomo de Hidrogênio. **PhET – Physics Education Technology**.

Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom&locale=pt_BR. Acesso em: 12 de maio de 2021.

MOREIRA, M.A.; CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M.L. (orgs.) (1997).

Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44.

Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>. Acesso em: 09 de set. de 2021.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo, Livraria Editora da Física, 2011.

MOREIRA, M. A., **Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos**. São Paulo: Editora Moraes, 1985.

MOREIRA, M. A. **Linguagem e Aprendizagem Significativa**. Minas Gerais: II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição, 16 a 18 de julho de 2003.

Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf>. Acesso em: 09 de out. de 2021.

MOREIRA, M. A. MASINI, E. A. F. (2006). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Revista cultural La Laguna Espanha**, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 09 de out. de 2021.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

MOREIRA, M. A. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas - UEPS.

Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43–63, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. Acesso em: 09 de out. de 2021.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n.1, 2017. Disponível em:

<http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/25190>. Acesso em: 09 de out. de 2021.

NIKITIN A. **PIXABAY**, 2019. Disponível em:

<https://pixabay.com/pt/images/search/lanterna%20de%20Led/>. Acesso em: 13 de jul. De 2021.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. Curitiba: Seed/DEB-PR, 2008.

PORFÍLIO, F. Leucípio de Demétrio. **Brasil Escola**. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/filosofia/leucipo-democrito>. Acesso em: 25 de out. de 2021.

SANTOS, W.L.P. dos; MÓL, G. De S. **Química e Sociedade**, Volume Unico. Editora Nova Geração. São Paulo, 2005.

SERWAY, R. A., JEWETT, J. W. **Eletricidade e Magnetismo**. Rio de Janeiro: LTC, 2011. v. 3.

SERWAY, R. A., JEWETT, J. W. **Princípios de Física: Optica e Fisica Moderna**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 4.

SILVA, J. (2020). A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. 9. 13. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, e09932803, 2020. (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI:

<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2803>. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/339916302>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

SILVA, S. de C. R. da; SCHIRLO, A. C. “Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino ante a nova realidade social” . **Imagens da Educação**, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

SG V. **Pixabay**, 2019. Disponível em: <https://pixabay.com/illustrations/atom-model-thomson-chemistry-4993619/>. Acesso em: 10 de set. de 2020.

TIPLER, P.A; LLEWELLYN R. A. **Física Moderna**, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2006

TIRONI, C. R; SCHMIT, E; SCHUHMACHER, V. R. N; SCHUHMACHER, E. A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/303247292_A_Aprendizagem_Significati

va _no_Ensino_de_Fisica_Moderna_e_Contemporanea. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303247292_A_Aprendizagem_Significativa_no_Ensino_de_Fisica_Moderna_e_Contemporanea. Acesso em 24 de nov. 2021.

VALIM; P. Composição e funcionamento de lâmpadas fluorescentes. **Ciência em ação**, 2019. Disponível em: <https://cienciaemacao.com.br/composicao-e-funcionamento-das-lampadas-fluorescentes/>. Acesso em: 15 de jul. de 2021.

VANTAGENS de utilizar lâmpadas de led. **Arquitetize**, 2016. Disponível em: <https://arquitetize.com.br/saiba-quais-sao-as-vantagens-de-utilizar-lampadas-Led/>. Acesso em: 15 de out. de 2020.

USO de internet, televisão e celular no brasil. **IBGE Educa**, 2019. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>. Acesso em: 29 de jun. de 2021.