

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LUCIANA MARTINES

**ESTUDO DO POTENCIAL PEDAGÓGICO DE UMA UEPS SOBRE
SEMICONdutoRES PARA O ENSINO MÉDIO**

CAMPO MOURÃO

2021

LUCIANA MARTINES

**ESTUDO DO POTENCIAL PEDAGÓGICO DE UMA UEPS SOBRE
SEMICONDUCTORES PARA O ENSINO MÉDIO**

**Study of the pedagogical potential of a UEPS on semiconductors for high
school**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Pólo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):
Prof. Dr. Michel Corci Batista
Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

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.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão**



LUCIANA MARTINES

ESTUDO DO POTENCIAL PEDAGÓGICO DE UMA UEPS SOBRE SEMICONDUTORES PARA O ENSINO MÉDIO

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 27 de Agosto de 2021

Prof Michel Corci Batista, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Ederson Carlos Gomes, Doutorado - Seed - Secretaria Estadual de Educação do Paraná

Prof Oscar Rodrigues Dos Santos, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 27/08/2021.

Dedico este trabalho em especial à minha família, amigos e orientadores que de forma direta ou indireta me apoiaram e contribuíram para esta construção.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me permitido a realização desse estudo e me amparado até o presente momento.

Aos meus pais, Maria (*in memoriam*) e Severino, que me ensinaram a trilhar o melhor caminho, me apoiando em todas as etapas de minha vida, com conselhos e regras para nunca desistir de meus sonhos.

Ao meu irmão, Ricardo que sempre esteve do meu lado, nos momentos de alegria, tristeza e até mesmo de estresse.

A toda minha família, que mesmo de maneira distante pôde compreender que em alguns finais de semana não conseguiria me reunir com eles, e mesmo assim acreditaram e me motivaram a seguir em frente.

Agradeço aos professores do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pelo empenho e serenidade no decorrer desses anos de estudo, proporcionando um ambiente de tranquilidade e dedicação aos transmitir seus conhecimentos.

Ao professor Dr. Michel Corci Batista pelo seu excelente trabalho como coordenador do mestrado, e ainda, como orientador do trabalho de conclusão, que se fez presente em todos os momentos de angústias e nervosismo, incentivando com paciência e dedicação, através de críticas construtivas e conselhos.

Ao professor Dr. Gilson Junior Schiavon pelas sugestões e indicações, feitas ao meu trabalho como coorientador, que contribuíram no decorrer das pesquisas e finalização do trabalho.

Aos colegas do mestrado que estiveram presentes em cada final de semana, contribuindo no decorrer das aulas e incentivando a cada dia para eu não desistir, em especial Andreza, Andreia e Juliana que me acompanhavam durante as viagens, que muitas vezes era uma verdadeira sessão de terapia.

Agradeço imensamente a Andréia Águeda Magron por ter insistido em realizar o mestrado, mesmo que não tivéssemos a certeza de nada, pois no início era apenas

um passeio, e no decorrer do tempo os estudos foram ficando sérios e contando sempre com o apoio uma da outra, nos momentos de alegria e tristezas, conseguimos concluir mais uma etapa e chegamos ao final deste mestrado.

Aos meus amigos que no decorrer de meu trabalho compreenderam minha ausência e me incentivaram em todos os momentos.

Ao Colégio Estadual Cianorte e aos alunos da terceira série do Ensino Médio por participarem e contribuírem ao longo dessa pesquisa.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão, por oportunizar a realização desse curso de mestrado.

À Sociedade Brasileira de Física e à Capes por apoiar o projeto.

De maneira geral, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho, muito obrigada!

Aos velhos e jovens professores, aos mestres de todos os tempos que foram agraciados pelos céus por essa missão tão digna e feliz. Ser professor é um privilégio. Ser professor é semear em terreno sempre fértil e se encantar com a colheita. Ser professor é ser condutor de almas e de sonhos, é lapidar diamantes. (CHALITA; 2004, p.5)

RESUMO

Nosso trabalho objetivou investigar a efetividade de uma proposta de sequência de ensino, de modo interdisciplinar, por meio da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, para o ensino de semicondutores em uma turma de terceira série do Ensino Médio, de uma escola pública da cidade de Cianorte, na região noroeste do estado do Paraná. Essa proposta consiste em um produto educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. E está fundamentada nos pressupostos de uma pesquisa, qualitativa e qualitativa, construída através de: questionários, atividade prática, leitura de textos e diário de campo produzidos no decorrer da implementação. Toda análise do material coletado está de acordo com os pressuposições de Marco Antônio Moreira, através de uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), em que o autor atribui oito etapas, considerando o conhecimento adquirido e levando o estudante a se aprofundar no conteúdo trabalhado com situações problemas mais avançadas, através das seguintes etapas: apresentação do tema, levantamento dos conhecimentos prévios, proposição de uma situação problema, diferenciação progressiva, aprofundamento dos conceitos, reconciliação integradora, avaliação e efetividade. Dentre os resultados podemos observar o interesse dos alunos pelo assunto trabalhado na proposta, verificando a relação sobre os conceitos dos materiais semicondutores estudados com o seu cotidiano, e ainda, percebendo a interdisciplinaridade com outra disciplina estudada no Ensino Médio.

Palavras-chave: ensino remoto; materiais semicondutores; aprendizagem significativa; produto educacional; ensino de Física.

ABSTRACT

Our study aimed to investigate the effectiveness of a proposed teaching sequence, in an interdisciplinary way, through David Ausubel's theory of meaningful learning, for semiconductor teaching in a third-grade high school class in a public school in the city of Cianorte, in the northwest region of the state of Paraná. This proposal consists of an educational product of the National Professional Masters in Physics Teaching. And it is based on the assumptions of a qualitative and qualitative research, built through: questionnaires, practical activity, reading texts and a field diary produced during the implementation. All analysis of the collected material is in accordance with Marco Antônio Moreira's assumptions, through a UEPS (Potentially Significant Teaching Unit), in which the author assigns eight stages, considering the knowledge acquired and leading the student to deepen the content worked with more advanced problem situations, through the following stages: theme presentation, survey of prior knowledge, proposition of a problem situation, progressive differentiation, deepening of concepts, integrating reconciliation, evaluation and effectiveness. Among the results we can observe the interest of students in the subject worked in the proposal, verifying the relationship between the concepts of semiconductor materials studied with their daily lives, and also realizing the interdisciplinarity with another discipline studied in high school

Keywords: remote teaching; semiconductor materials; meaningful learning; educational product; teaching Physics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Representação da estrutura atômica	18
Figura 02: Evolução dos Modelos Atômicos	18
Figura 03: Experimento de Rutherford	20
Figura 04: Átomos tetravalentes mais comuns de materiais semicondutores	24
Figura 05: Semicondutores dopado tipo N	26
Figura 06: Semicondutores dopado tipo P	27
Figura 07: Símbolo do componente eletrônico diodo	27
Figura 08: Representação da camada de depleção na junção PN	28
Figura 09: Polarização direta do diodo	29
Figura 10: Polarização inversa do diodo	29
Figura 11: Encapsulamento de um Led e seus elementos principais	31
Figura 12: Espectro eletromagnético	32
Figura 13: Comparativo entre tipos de lâmpadas	35
Figura 14: Laboratório de informática	77
Figura 15: Alunos durante a implementação	77
Figura 16: Montagem do experimento	78
Figura 17: Finalização da montagem	78
Figura 18: Dupla realizando o experimento	79
Figura 19: Led aceso a uma bateria	79
Figura 20: Print screen do simulador do átomo de hidrogênio	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Série Triboelétrica	23
Quadro 02: Valores nominais para tensão e corrente nos Led's	30
Quadro 03: Materiais semicondutores	33
Quadro 04: Cor X comprimento de onda	34
Quadro 05: Dicas úteis para durabilidade das lâmpadas de Led	37
Quadro 06: Aspectos sequenciais da UEPS	48
Quadro 07: Etapas da UEPS	53
Quadro 08: Etapas e descrição da UEPS	54
Quadro 09: Competências e habilidades propostas pela BNCC para o Ensino Médio	57
Quadro 10: Primeira e segunda etapa da UEPS	59
Quadro 11: Questões iniciais	60
Quadro 12: Respostas das questões iniciais	60
Quadro 13: Descrição das etapas da UEPS do segundo encontro	67
Quadro 14: Questões norteadoras	68
Quadro 15: Respostas das questões norteadoras	68
Quadro 16: Etapas e descrição da UEPS do terceiro encontro	74
Quadro 17: Etapas e descrição da UEPS do quarto encontro	80
Quadro 18: Etapas e descrição da UEPS do quinto encontro	82
Quadro 19: Questionário do texto: "Lâmpadas de Led ou lâmpadas comuns?"	82
Quadro 20: Etapa final e descrição da UEPS	85
Quadro 21: Questionário sobre a efetividade	85

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CTS - Ciências, Tecnologia e Sociedade

DCE'S - Diretrizes Curriculares Estaduais

EM – Ensino Médio

FMC – Física Moderna e Contemporânea

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

LCD - *Liquid Crystal Display* - *Display* de Cristal Líquido

LED - *Light Emitting Diode* - Diodo Emissor de Luz

LDBEN – Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

SBF - Sociedade Brasileira de Física

SESA – Secretaria Estadual de Saúde do Paraná

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Uma introdução da física dos semicondutores	17
2.1.1 Evolução dos Modelos Atômicos	17
2.1.2 Materiais Condutores, Isolantes e Semicondutores.....	21
2.1.3 Diodo Emissor de Luz - LED.....	29
2.1.4 Lâmpadas de Led ou lâmpadas comuns?	36
2.2 A proposta do ensino híbrido como encaminhamento metodológico.	38
2.3 Aprendizagem significativa no ensino médio	43
2.3.1 UEPS– unidade de ensino potencialmente significativas	46
3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	52
3.1 Proposta de ensino apresentada como produto educacional – ueps .	54
4 RELATO DE EXPERIÊNCIA.....	57
4.1 Primeiro encontro.....	59
4.1.1 Análise do questionário inicial.....	62
4.2 Segundo encontro	67
4.2.1 Análise do questionário das questões norteadoras	70
4.2.2 Apresentação da implementação do segundo encontro	73
4.3 Terceiro encontro	74
4.4 Quarto encontro.....	80
4.5 Quinto encontro.....	81
4.5.1 Análise do questionário sobre a efetividade	90
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	98

1 INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que a Física “nasce” com uma preocupação em entender a natureza, através da especulação filosófica. Em sua obra intitulada “Física”, Aristóteles se preocupa com a questão do movimento em termos filosóficos e na perspectiva de explicar a finalidade dos seres. O que desembocará em seu estudo sobre o ser, intitulado: MetaFísica.

Com o Renascimento Cultural e Filosófico, a partir dos séculos XVI as ciências, então ligadas às especulações filosóficas, ganharam independência. Com Galileu Galilei a especulação filosófica do “Por quê”, dá lugar ao questionamento do “como” e isto muda tanto o *status* epistemológico da Física, como seus problemas. Tal independência tornou a Física, nas palavras de Wilhelm Dilthey uma das “Ciências da Natureza”.

Hoje a Física como tal ciência faz parte do cotidiano escolar sendo um dos componentes curriculares da grade de conteúdos do Ensino Médio (EM), fazendo parte, obviamente, da formação dos jovens estudantes.

Jovens que estão no século XXI devem ser desafiados ao aprendizado. Neste sentido, a própria instituição escolar tem o desafio de adaptar-se para dar sentido ao que se ensina e aos conteúdos ministrados em todas os componentes curriculares, inclusive, claro a Física.

A educação deve “ensinar a ler o mundo”, a interpretá-lo. Não apenas “despejar” conteúdos nos estudantes, mas apontar caminhos no processo ensino aprendizagem que possibilite a eles “o pasmo essencial” na busca de soluções de problemas que a Física apresenta. Para tal desafio, faz-se necessário o uso de novas tecnologias, metodologias ativas, que nas atuais circunstâncias, que o mundo e especialmente o Brasil vivem, a pandemia do vírus da covid -19 ficou tão em evidência.

A crise causada pelo vírus, pode ser a chance de repensarmos a educação à luz de novas tecnologias, metodologias, desafiar-se ao novo, no processo ensino-aprendizagem. Nesta perspectiva, ensinar em dias atuais tornou-se um desafio. Ensinar Física no contexto de EM torna-se desafiador. A Lei Nacional de Diretrizes e Bases (LDB) define a educação como um ato que “tem por finalidade o pleno desenvolvimento do ser humano” é um “dever da família e do Estado” promovê-lo.

O Ensino de Física, insere-se no currículo fazendo parte das assim chamadas “Ciências da Natureza”, que tem como princípio transitar entre o plano experimental para esfera das abstrações.

A LDB, estabeleceu em seu artigo 26 que:

os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (Brasil, 2017, p.19).

Esta Base Nacional é a responsável por implantar os currículos presentes nas redes estaduais, buscando assim universalizar nas etapas do ensino fundamental e médio¹. Todos estes documentos, trazem o papel das ciências da natureza, entre elas a Física e seus conteúdos na importância de desenvolver nos estudantes, através de competências e habilidades. Para isto a versão da BNCC para a Ciência da Natureza apresenta quatro eixos, apontados por Marcondes (2018), a saber:

1. Conceitos das Ciências da Natureza;
2. Contextualização social, cultural e histórica das Ciências da Natureza;
3. Processos e práticas de investigação da Ciência da Natureza;
4. Linguagens da Ciência da Natureza.

Tais eixos dão um norte às Ciências da Natureza para que o estudante possa ter uma visão de mundo a partir da experimentação. No EM, “alargam-se as oportunidades para leitura do mundo físico e social” (MARCONDES, 2018, p.277), e, os estudos de Ciência da Natureza devem oferecer instrumentos aos estudantes para que este possa desenvolver competências e habilidades e assim consiga fazer uma leitura crítica do mundo.

Percebendo as relações sociais, políticas e econômicas que estão relacionadas sempre às Ciências de Natureza e especialmente a Física, que se apresenta em unidades, dessa forma:

A Física no Ensino Médio é apresentada em seis unidades curriculares, abarcando alguns dos diferentes campos do conhecimento (...) São elas: Movimentos de objetos e sistemas; Energias e suas transformações; Processos de Comunicação e Informação; Eletromagnetismo - materiais e

¹ A nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio ainda está em processo de implantação.

equipamentos; Materiais e radiações; Terra e Universo - formação e evolução (MARCONDES, 2018, p.278).

De modo particular temos ainda no Estado do Paraná as chamadas Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE'S), que foram elaboradas em trabalho conjunto com toda a rede e promulgadas oficialmente em 2009. No EM, são elas que orientam para organização do currículo das disciplinas e conseqüentemente da Física, segundo este documento o ensino de Física tem como principal objeto de estudo, assim:

o Universo em toda sua complexidade e, por isso, como disciplina escolar, propõe aos estudantes o estudo da natureza, entendida, segundo Menezes (2005), como realidade material sensível. Ressalte-se que os conhecimentos de Física apresentados aos estudantes do Ensino Médio não são coisas da natureza, ou a própria natureza, mas modelos elaborados pelo Homem no intuito de explicar e entender essa natureza (Paraná, 2009, p.38).

Assim a Física passa, na visão das diretrizes, a descrever “os modelos” usados pelo ser humano para compreender os fenômenos da natureza.

Na perspectiva dos documentos, que regem a educação brasileira, o docente de Física vê-se cada vez mais desafiado a refletir o como explicar, ensinar e pensar estes modelos, que representam os fenômenos naturais.

Em uma sociedade cada vez mais tecnológica, na qual os estudantes estão cada vez mais conectados, giz e quadro não são mais suficientes, sendo necessário pensar uma prática docente que insira e promova habilidades e competências que relacionem a teoria à 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, a diversidade humana que temos, 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.

Os documentos apresentados, orientam a prática docente e os objetivos e objetos do ensino de Física. Mas nem sempre, a realidade condiz com o ideal. Pensar a prática docente, exige que levemos em conta todas as variáveis e variantes. Neste sentido, nos propomos a pensar a Física Moderna e Contemporânea como uma possibilidade para um ensino de Física mais atual.

Assim, referindo-se à organização, este trabalho foi dividido em quatro capítulos, na qual o primeiro capítulo a introdução segue orientações SBF (Sociedade

Brasileira de Física) e da coordenação do Mestrado Nacional e Profissional em Ensino de Física na UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), campus Campo Mourão.

No segundo capítulo, são apresentadas a fundamentação teórica, sobre o estudo da Física nos materiais semicondutores, a discussão teórica a partir do ensino híbrido que, como uma metodologia ativa de aprendizagem, veio para ficar a partir de 2020 com a chegada do *SARS-COV-2* mais conhecida como Covid-19, a discussão sobre as reflexões e os trabalhos de Ausubel ao dar significado aos conceitos e conteúdos de Física aos estudantes, através do ensino significativo que segundo o próprio autor gera novos conhecimentos para o estudantes, deste modo os conceitos consagrados no estudo da disciplina podem colaborar para que os estudantes possam dar sentido à sua leitura de mundo a partir dos significados que a Física pode oferecer.

Dando continuidade ao capítulo dois traz-se a proposta da utilização da UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), uma proposta desenvolvida por Marco Antônio Moreira (2011) baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1963,2003), como uma sequência de ensino que auxilia o professor na sua prática pedagógica.

O terceiro capítulo, apresenta o encaminhamento metodológico com uma pesquisa qualitativa e descritiva sobre o trabalho com os estudantes através da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) como delineado na base teórica da pesquisa.

O quarto capítulo, descreve a experiência de ensino com alunos da terceira série do Ensino Médio, a partir do ensino híbrido, por conta da pandemia que afetou o Brasil e o mundo, aplicado a partir da reflexão teórica.

Dessa forma, o presente trabalho e seu produto educacional buscam inserir-se nas discussões mais atuais dentro do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, propondo por meio de uma UEPS o ensino e a divulgação da Física Moderna Contemporânea.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Uma introdução da física dos semicondutores

Neste capítulo, serão estudados os modelos atômicos, materiais condutores, isolantes, semicondutores e tipos de lâmpadas a fim de compreender um pouco mais sobre a Física Moderna relacionando ao conteúdo de semicondutores.

2.1.1 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.

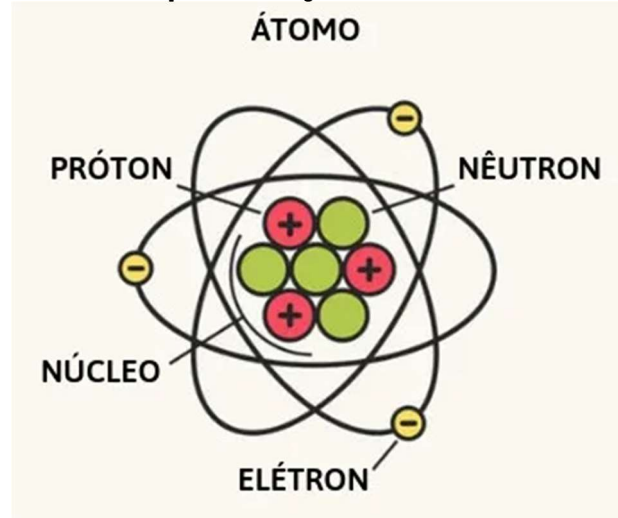
Para eles tudo que existia era formado por uma pequena partícula, chamada de átomo, porém seus pensamentos não foram aceitos pela comunidade grega daquela época, pois esta acreditava que a matéria era formada de terra, ar, água e fogo, que são os quatro elementos principais da natureza, e ainda, esses 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 1, 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 01 - Representação da estrutura atômica.



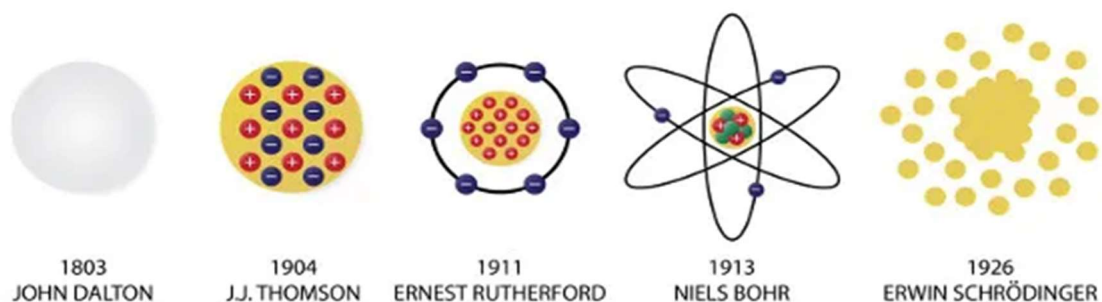
Fonte: FELIX (2021)²

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 2.

Figura 2 - Evolução dos Modelos Atômicos



Fonte: PORFÍLIO (2021)³

² Fonte: FELIX, V. Atomística. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/atomistica.htm>. Acesso em: 25 de out. de 2021.

³ 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.

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”. Para Dalton, todos os átomos seriam assim, diferenciando-se somente pela massa, tamanho e propriedades para formar elementos químicos diferentes.

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.

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. 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.

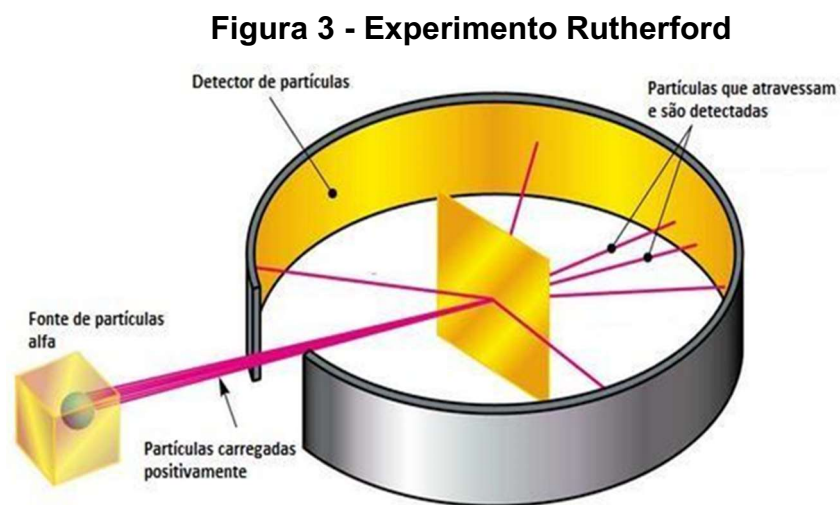
Ao identificar essa partícula, Thomson prova que o modelo de Dalton estava errado, pois o átomo seria divisível, tendo em vista que ele teria partículas ainda menores negativas chamadas de elétrons.

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 3, 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.



Fonte: AGRAÇA DA QUÍMICA (2020) ⁴

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, 2013).

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.

⁴ 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.

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).

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 Shrodinger.

O modelo de Schrodinger, 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, Schrodinger propõe que o elétron assumia a característica de ser “partícula-onda”, quando partícula tinha uma trajetória elíptica, já como onda seguia um movimento ondulatório.

Assim o modelo atômico de Schrodinger, apresenta características importantes, tais como: os elétrons são partículas que se movimentavam em ondas estacionárias e de maneira constante e por fim definem a presença de orbitais eletrônicos, que são prováveis regiões onde os elétrons podem ser encontrados.

2.1.2 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, os elétrons ficam fortemente ligados ao núcleo, e assim não possuem facilidade em sua movimentação. O fio metálico de cobre é um condutor elétrico muito utilizado em nossas casas, ambientes de trabalho, shoppings e outros.

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, a passagem da corrente elétrica é dificultada, os elétrons ficam fortemente ligados ao núcleo atômico e o número de elétrons livres nesse material é muito baixo e o espaço de movimentação reduzido. Assim, têm-se que os isolantes impedem a passagem da corrente elétrica.

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 temos 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, temos a Série Triboelétrica, conforme o quadro 01.

Quadro 01 - Série Triboelétrica

Material	Tendências
Couro	 <p style="text-align: center;">+</p> <p style="text-align: center;">Tendência em ganhar elétrons, ou seja, ficar mais negativo.</p> <p style="text-align: center;">-</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)⁵

⁵ **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.

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

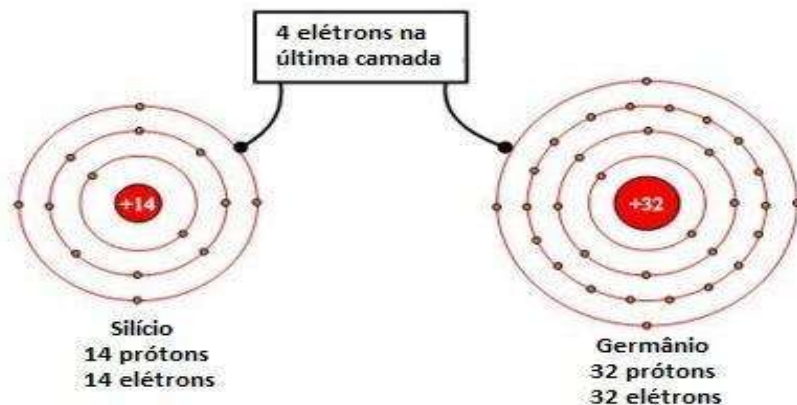
Um material semiconductor é um elemento de valência quatro, isso quer dizer que um átomo isolado desse material tem quatro elétrons na sua camada mais externa, também chamada de camada de valência, o número de elétrons nessa camada é um fator muito importante para a condutividade. Quando se fala dos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

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 semiconductor, 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 04, também é utilizado como material semiconductor, 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.

Figura 04 - Átomos tetravalentes mais comuns de materiais semicondutores



Fonte: Eletrônica sem limites (2013)⁶

⁶ Fonte: DIODO. Eletrônica sem limites, 2013. Disponível em: <http://eletronicasemlimites.blogspot.com/2013/07/diodos.html>. Acesso em: 05 de out. de 2020.

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 formando uma estrutura cristalina com um átomo vizinho compartilhando os elétrons de valência. Esse tipo de ligação é denominado ligação covalente.

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 que o material fica positivo. Agora, quando é adicionada 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, pode-se dizer que há uma estrutura cristalina tipo P (material positivo) e uma estrutura cristalina tipo N (material negativo).

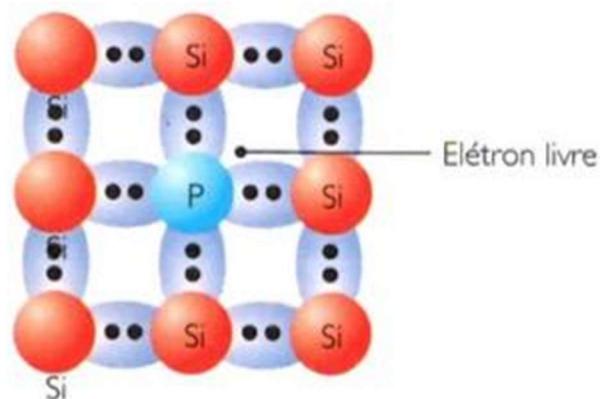
No processo de dopagem do tipo N uma pequena quantidade de átomos dopantes introduz pequenas modificações na estrutura cristalina do semiconductor puro, o qual será chamado de semiconductor tipo N.

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

Na dopagem do tipo N, figura 05, o fósforo (P) ou o arsênio (As) é associado à 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 05- Semiconductor dopado tipo N



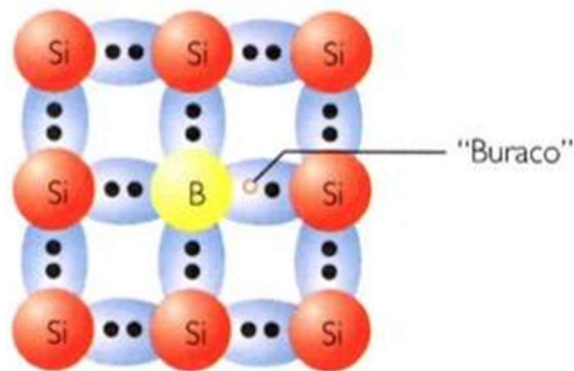
Fonte: MARTINS (2021)⁷

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.

⁷ 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.

Na dopagem tipo P, figura 06, 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 à 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.

Figura 06 - Semicondutor dopado tipo N



Fonte: MARTINS (2021)⁸

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 07, um chamado de anodo e o outro de catodo. A corrente elétrica segue no sentido convencional do anodo (+) para o catodo (-).

Figura 07 - Símbolo do componente eletrônico diodo



Fonte: Autoria própria (2021).

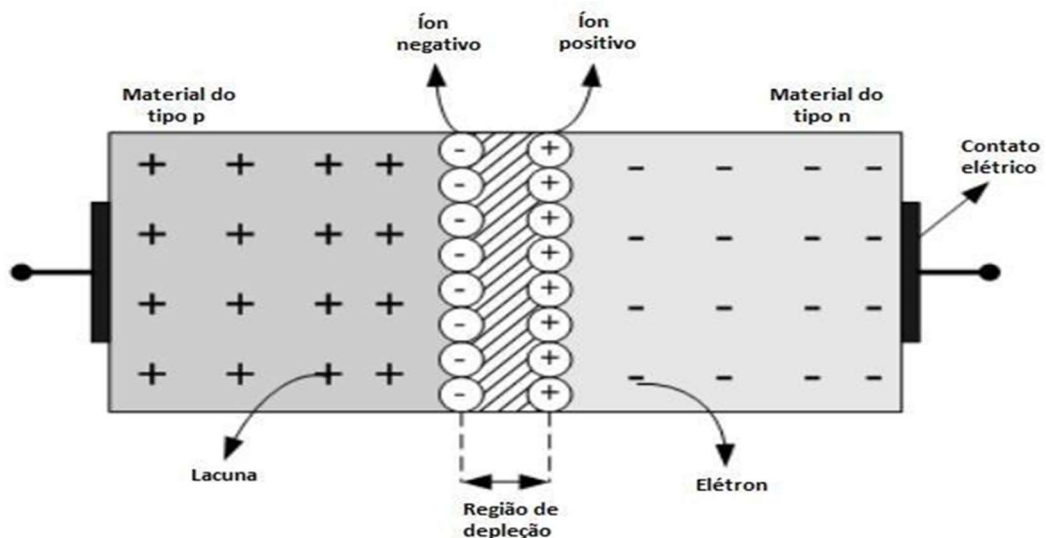
⁸ Fonte: MARTINS, M. C. O. Semicondutores. Cola na Web. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/fisica/eletricidade/semicondutores>. Acesso em: 26 de out. de 2021.

De acordo com Oliveira (2013),

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 8 representa essa região de depleção.

Figura 8 - Representação da camada de depleção na junção PN



Fonte: IFSC (2016, p.12)⁹

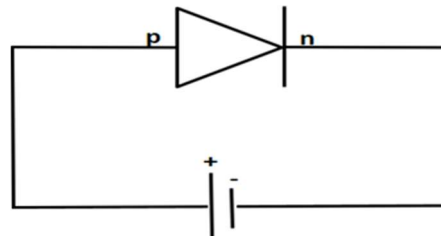
Quando essa região de depleção é estabelecida, ocorre de imediato uma diferença de potencial positiva entre os lados n e p; essa tensão depende do material semiconductor que está sendo utilizado, caso seja o germânio essa tensão será de 0,3

⁹ **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.

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 09.

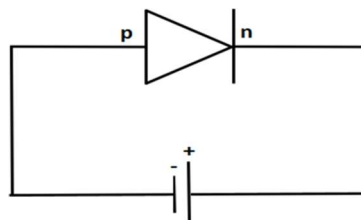
Figura 09 - Polarização direta do diodo



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 10.

Figura 10 - 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.

2.1.3 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, Led de potência, Led Branco, Led Vermelho, Led Verde, Led Azul, etc).

Para cada tipo de Led existem especificações nominais para seu bom funcionamento em um circuito elétrico. Isso pode ser observado no quadro 02 das tensões e correntes dos Led's.

Quadro 02 - Valores nominais para tensão e corrente nos Led's

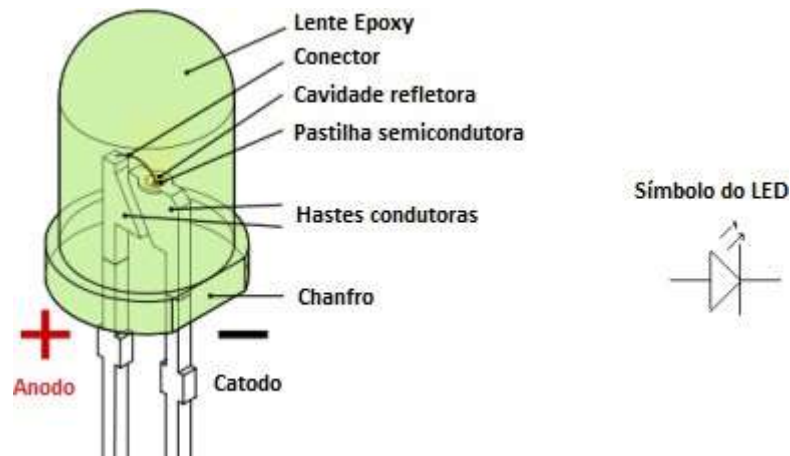
Led	TENSÃO (V)		CORRENTE (mA)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Vermelho	1,8	2,0	10	20
Amarelo	1,8	2,0	10	20
Laranja	1,8	2,0	10	20
Verde	2,0	2,5	10	20
Azul	2,5	3,0	20	20
Branco	2,5	3,0	10	20

Fonte: GUIMARÃES (2017)¹⁰

O Led é formado por uma parte chamada de chip condutor e ainda, tem 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 11 representa o 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.

¹⁰ **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.

Figura 11 - Encapsulamento de um Led e seus elementos principais



Fonte: VISUAL LED (2019)¹¹

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 polarizar o Led 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.

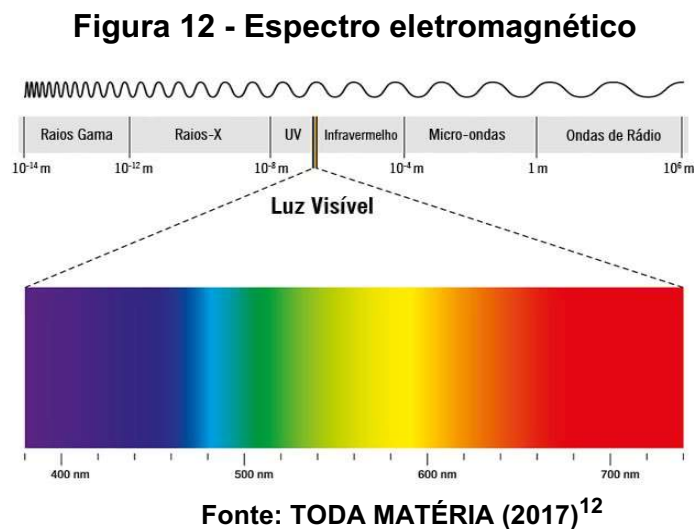
Segundo Lima (2018), as lâmpadas de Led foram criadas em 1963, o inglês Nick Holonyac, professor de engenharia elétrica e informática, através de seus estudos conseguiu obter primeiramente o Led na cor vermelha, iluminação visível. Mais tarde vieram as outras cores: amarela, verde, azul e branca. No 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 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

¹¹ Fonte: LED Dip. **Visual Led**, 2019. Disponível em: <https://visualled.com/pt/glossario-pt/led-dip/>. Adaptada. Acesso em: 12 de out. de 2020.

atingir níveis de intensidade luminosa que permitiam o processo de substituição das lâmpadas, principalmente na indústria automotiva (FOX LUX, 2020).

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 12.



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.

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 03, as cores e o tipo de material semicondutor.

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

Quadro 03 - 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:

- 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, usados na montagem de telas de *tablet*, telas de celulares e outras flexíveis.
- Bicolores: difusos e transparentes, duas cores, ou combinados 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 os Leds 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 podemos enxergar vai de 380nm a 740nm, essa unidade é conhecida como nanômetro. Led's que tem comprimento de onda maior precisam de menor tensão. Vejamos o quadro 04:

Quadro 04 - 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 13 traz um comparativo entre os três modelos de lâmpadas.

Figura 13 - 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 (2013)¹³

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.

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.

¹³ 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

2.1.4 Lâmpadas de Led ou lâmpadas comuns?

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 coleta. 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 05, e ainda pode contribuir com a preservação do nosso planeta.

Quadro 05 - 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)¹⁴

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 à saúde, segurança, proteja o meio ambiente e impactos econômicos, depois de aprovado recebe um selo que está pronto para a comercialização.

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 relacionados com a Ciência, Tecnologia e Sociedade.

¹⁴ 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

2.2 A proposta do ensino híbrido como encaminhamento metodológico

O ano de 2020 chegou, trouxe com ele a Sars-Covid-19, a pandemia tomou conta do mundo e claro do Brasil. Com ele veio uma nova proposta de ensino, o modelo híbrido, que pode ser definido como uma metodologia ativa de aprendizagem, um programa formal em que o estudante é agente ativo de um processo de aprendizagem que ocorre através do uso de tecnologias. Essas tecnologias possibilitam o aprendizado em parte à distância, em parte na localidade supervisionada de ensino (BACICHI; NETO E TREVISANI, 2015, p.17).

A partir dessa perspectiva o Ensino de Física passou a lidar com este modelo. Com uma realidade, embora existente, que tinha sido pouco utilizada nos colégios, visto que, pode-se dizer que em 100% das escolas da rede estadual, as aulas nunca haviam sido testadas no modelo híbrido. Embora algumas tecnologias estivessem à disposição da comunidade escolar, estas tecnologias ficaram conhecidas pelos professores, a partir da pandemia posta e as aulas presenciais suspensas.

Uma das questões levantadas foi a organizações remotas e híbridas das aulas, e entre outras a “uniformização” do Ensino, ou até exclusão de alunos do processo de ensino e aprendizagem, mesmo assim:

Em escolas com menos recursos, podemos desenvolver projetos significativos e relevantes para os estudantes, ligados à comunidade, utilizando tecnologias simples – como o celular, por exemplo – e buscando o apoio de espaços mais conectados na cidade. Embora ter boa infraestrutura e recursos gere muitas possibilidades de integrar atividades presenciais e on-line, muitos professores conseguem realizá-las de forma estimulante com recursos tecnológicos mínimos. As escolas mais conectadas podem integrar melhor a sala de aula, os espaços da escola e do bairro e os ambientes virtuais de aprendizagem. Podem disponibilizar as informações básicas de cada assunto, atividade ou projeto em um ambiente *on-line* (*Moodle, Desire2, Learn, Edmodo e outros*), bem como fazer atividades com alguns tablets, celulares ou *ultrabooks* dentro e fora da sala de aula, desenvolvendo narrativas “expansivas”, que se conectam com a vida no entorno, com outros grupos e com os interesses profundos dos estudantes (BACICHI; NETO e TREVISANI, 2015, p.18).

Por certo a pandemia mostrou, no âmbito escolar, aquilo que já vivenciamos na prática, a escola do século XXI não difere muito na estrutura Física, no conteúdo e na forma da instituição escolar do século XIX. Ainda mantemos resquícios de lá em todas as questões escolares, inclusive as formas de avaliar. Neste sentido, esquece-se de que as pessoas mudam, o mundo muda.

Desde a Revolução Industrial do século XIX o mundo passa por transformações no trabalho, na forma de organização da sociedade, e a instituição escolar reflete sobre isto e pensa seu conteúdo e forma, mesmo que as estruturas mantenham as mudanças a passos lentos, nossos estudantes acompanham estas transformações, haja vista que:

Crianças e jovens estão cada vez mais conectados às tecnologias digitais, configurando-se como uma geração que estabelece novas relações com o conhecimento e que, portanto, requer que transformações aconteçam na escola (BACICHI; NETO e TREVISANI, 2015, p.22).

O ensino híbrido vem justamente tentar ser uma resposta para estas novas características dos jovens conectados. Ou seja, usar as ferramentas disponíveis no mundo digital, que por muito tempo foram consideradas inimigas, como aliada do professor. Um exemplo disso, pode ser os telefones celulares que por muito tempo foram proibidos em sala de aula, hoje pode ser transformado em aliados do professor, no trabalho educativo.

Apesar da inserção de tecnologias acontecerem de forma lenta e gradativa no ensino, com o enfrentamento da pandemia, a necessidade desta inserção tornou-se necessária para tentar sanar as lacunas que a falta da costumeira aula presencial deixou, e o uso do celular passou a ser a ferramenta “da hora” pela grande maioria dos estudantes.

Neste sentido de repensar o ensino e o uso das tecnologias, uma escola para o século XXI, é preciso ter em mente o que diz Ausubel (1982) de que dois pontos devem ser levados em conta na aprendizagem significativa, o primeiro é que o estudante deve estar interessado no que se vai aprender, segundo, para que o estudante o conteúdo desse processo de ensino e aprendizagem deve ter sentido.

Neste sentido, Freire (1974), afirmava que o ensino deveria fazer sentido, de modo que o estudante pudesse ler o seu mundo. Assim na relação ensino e aprendizagem, o aluno não seria mero receptáculo do conhecimento, mas sim agente ativo do próprio conhecimento.

Assim, para o Ensino Híbrido o papel do professor também se altera, e passa a ser alguém que domina a relação com a tecnologia oferecida,

um objetivo de aprendizagem já fixado, o professor busca utilizar uma ferramenta tecnológica específica para potencializar a construção do

conhecimento pelo aluno. Há preferência por ferramentas que tornem possível observar, explorar ou desenvolver algum aspecto, ações que não seriam viáveis sem seu uso, justificando, assim, a escolha do instrumento em questão (BACICHI; NETO E TREVISAN, 2015).

Desta forma, existem muitas teorias de aprendizagem que nos ajudam a pensar o ensino de Física no âmbito do ensino híbrido. Neste trabalho optou-se por nos basear na teoria de David Ausubel que propõe uma aprendizagem significativa que valorize os conhecimentos prévios dos alunos. A teoria deste autor pode ser definida da seguinte forma, segundo TIRONI *et al.* (2013),

A teoria de Ausubel pressupõe que a aprendizagem é significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, suposição) adquire significado para o aluno. Para a informação fazer sentido, é preciso que se estabeleça uma analogia com as ideias que se encontram na sua estrutura cognitiva (conceitos subsunçores), onde as ideias do aluno estão organizadas. Desta forma, uma vez aprendido determinado conteúdo, o aluno é capaz de explicá-lo com suas próprias palavras. Quando a aprendizagem significativa ocorre, esta informação ainda irá sofrer modificações, pois sempre haverá a atribuição de significados pessoais. Este tipo de aprendizagem requer uma postura ativa do aluno diante do conteúdo a ser aprendido (TIRONI *et al.*, 2013, p.4).

A ideia é justamente aproveitar os conhecimentos prévios e significativos para colaborar com o ensino de Física. Como afirma o próprio Ausubel (1982, p.41), “aprender de forma significativa é atribuir significado ao que é aprendido e relacioná-lo com o que já se sabe”.

Neste sentido, este ato de construção do conhecimento não é algo mecânico. Ausubel (1982) pensa a relação professor e aluno por meio do interesse do segundo pelas questões que o cercam.

A partir deste interesse se dá a interação na aprendizagem significativa. A motivação em despertar nos alunos o interesse em aprender se apresenta como uma importante tarefa para o professor, pois a disposição em aprender pode influenciar significativamente a maneira como a informação é internalizada na estrutura cognitiva. Se conceitos relevantes não estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno, os organizadores servem para “ancorar” a nova aprendizagem e desenvolver conceitos subsunçores que facilitam a aprendizagem subsequente (TIRONI *et al.*, 2013, p. 4).

Daí o processo de ensino e aprendizagem torna-se uma via de mão dupla, na qual o professor procurará despertar o interesse do aluno para que seu aprendizado se torne significativo e ele seja despertado a ver o mundo como um vasto laboratório,

no qual poderá aprender a complexidade na diversidade que a FMC oferece, indo ao encontro do que diz os PCN'S quando tratam das Ciências da Natureza,

[...] a experimentação deve ser uma constante no espaço escolar. Durante todo o desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos essas atividades devem servir como fonte de construção de conhecimento pelo próprio aluno, pois é através do manusear, do fazer, do agir em diferentes formas e níveis que o conhecimento contemplado em sala de aula é construído espontaneamente. (BRASIL-MEC, 2002, p. 82).

A perspectiva de Ausubel, nos permite construir uma proposta de produto educacional que esteja pautada em uma aprendizagem significativa possibilitando ao aluno se tornar corresponsável pelo seu aprendizado.

O Ensino Híbrido no Ensino de Física fará sentido, de certa forma, se entender que deva levar o aluno a um processo em que,

[...] propicia diferentes possibilidades para trabalhos educacionais mais significativos para os seus participantes. Entretanto, não devemos esquecer do planejamento de propostas didáticas que busquem o “aprender a aprender”, o “aprender a fazer”, o “aprender a ser” e o “aprender a conviver”, pilares de uma proposta de Delors e colaboradores (1996), ou seja, da década de 1990, mas que ainda precisamos caminhar e refletir com a educação brasileira para que esses pilares sejam contemplados no nosso contexto escolar. Essa autonomia é construída gradativamente, e as tecnologias digitais que estão ao nosso redor nos dias atuais enfatizam uma mudança de mentalidade (BACICHI; NETO E TREVISANI, 2015, p.23).

Com a certeza de que a inserção de novas tecnologias, leva a repensar como inserir os conteúdos a fazerem parte do processo Ensino-Aprendizagem. Neste sentido, o papel do professor com a tecnologia que foi desenvolvida acima é importante. O uso da tecnologia seria justamente a forma do ensino híbrido. E desta forma deve pensar o conteúdo a partir dos papéis do professor e do aluno neste processo de ensino-aprendizagem. Sendo que o aluno deve estar no centro do processo (BACICHI; NETO; TREVISANI,2015).

O maior desafio posto, seja no ensino híbrido, seja no presencial é promover o aprendizado do aluno. Como já citado aqui Paulo Freire e tantos outros que discutiam isto ao longo da História da Pedagogia. A discussão não é nova, mas ainda é necessária a partir das realidades que põe a tecnologia como realidade sem volta no âmbito escolar. A tecnologia pode ser aliada ao Ensino de Física, quando propõe aquilo que já foi dito sobre o “dar sentido” aos conteúdos ensinados. Levando em conta que o mundo do aluno é altamente tecnológico (MELLO, 2010).

Então o ensino híbrido que usa das tecnologias e suas ferramentas no processo ensino-aprendizagem é uma metodologia que vem para ficar, auxiliando o professor e os estudantes a fazer tal caminho, exigindo do professor alguns desafios, tais quais pensar os conteúdos a serem ensinados, em como usar a tecnologia e dar sentido ao que se ensina, fazer recortes do conteúdo, pensar quais ferramentas usar,

nesse sentido, as tecnologias têm de fazer parte dos currículos, dos planejamentos. Por meio delas, estão à disposição do aluno diferentes ferramentas para aprimorar seus conhecimentos, e o professor pode explorar as diferentes formas de aprender do estudante (MELLO, 2010. p.29).

Desta maneira, vê-se que é infundada a tese de senso-comum de que o professor seria dispensável neste modelo, pelo contrário, é o professor que dará o norte para que seus conteúdos sejam aplicados no ensino híbrido. Essa modalidade pode ser utilizada como ferramenta para uma aprendizagem ativa onde o estudante é sujeito do processo e não um simples receptor de conhecimento, como apontado pela professora Verônica Martins Cannatá, do Colégio Dante Alighieri, na obra já citada,

devemos propor atividades que desenvolvam a autonomia. [...] muitas vezes os alunos se sentem inseguros por não estarem acostumados com a liberdade de escolha. Precisamos estimular a autonomia para minimizar esta insegurança. Quanto mais aplicarmos, mais eles se acostumarão. É preciso criar a cultura híbrida na sala de aula (BACICHI; NETO E TREVISAN, 2015, p. 30).

O ensino híbrido vem colaborar com as teorias de aprendizagem ativas, onde o aluno é sujeito do conhecimento usando as ferramentas tecnológicas para serem capazes de desenvolver competências e habilidades que os ajudem a entender, compreender e transformar o mundo dos quais eles fazem parte e está cada vez mais tecnológico. Ajudando a mudar até uma cultura escolar que ainda resiste ao uso de tecnologias na sala de aula. Transformando a realidade escolar e adequando a realidade presente, inclusive a forma de avaliar,

Uma das formas de se alcançar esse objetivo é a instituição reconhecer que o uso da tecnologia potencializa a ação de todos os sujeitos e pode estreitar os laços existentes entre professores, alunos, gestores e pais. Utilizando a tecnologia, o docente pode ganhar mais tempo para se dedicar a melhorar suas estratégias de ensino e se relacionar com seus alunos. Essas ferramentas possibilitam a personalização da aprendizagem e fornecem estímulos que impulsionam os estudantes em suas descobertas. Os gestores conseguem acompanhar o desempenho dos alunos e professores, já os pais conseguem visualizar o desempenho dos filhos a qualquer momento,

podendo intervir também antes das avaliações formais, e não somente depois (BACICHI; NETO E TREVISAN, 2015, p.45).

A experiência do ensino híbrido possibilita esta personalização da aprendizagem e seu melhor acompanhamento por parte de professores e pais. No processo de ensino-aprendizagem, no contexto de conteúdo, forma e da avaliação, no sentido de “aprender a aprender”, desenvolvendo competências e habilidades ligadas às ferramentas tecnológicas e as metodologias ativas da educação, possibilitando a instituição, ao professor e ao estudante inserir-se no contexto do século XXI.

2.3 Aprendizagem significativa no ensino médio

David Paul Ausubel (25 de outubro de 1918 - 9 de julho de 2008) desenvolve e aplica o conceito da “Aprendizagem Significativa”. O referido pensador se interessa por saber como os alunos aprendem, ou seja, seria está a chave para apoiar a ação docente do professor.

Seu principal interesse era entender como se dava a aprendizagem do aluno, a fim de facilitar o trabalho dos professores no decorrer de suas aulas. Uma das fontes do autor é Piaget, no que toca ao processo de assimilação e acomodação de novos conceitos. “Podem definir-se os conceitos como objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem atributos específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo” (AUSUBEL, 1980, p.2).

Ausubel saúda a ideia piagetiana de aprender como um processo de assimilação e acomodação de novos conceitos. Por outro lado, se opõe a teorias comportamentais na que considera que a aprendizagem em nível escolar não pode ser considerada estímulo-resposta, envolvendo processos cognitivos mais elevados para ser significativo, “será significativa se relacionar e interagir com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva” (Ausubel, 1980, p.2).

Entende-se que a organização cognitiva do educando é relevante para a aprendizagem de conceitos científicos, pois estes são constituídos por uma organização de conceitos e proposições que formam um conjunto de novas relações, que interagem com uma estrutura de conhecimento específica (SILVA; SCHIRLO, 2014, p.37).

Para o autor, esta estrutura de conhecimento é chamada de subsunçores, ou seja, uma estrutura específica que possibilita a organização de novos conceitos a partir de uma hierarquia conceitual (SILVA; SCHIRLO).

Neste sentido, a aprendizagem envolve duas etapas: a primeira diz respeito à forma como a informação chega ao aluno; o segundo, a forma como ele a incorpora em sua estrutura cognitiva pré-existente. Sobre a primeira etapa existem duas modalidades: para recepção, se a informação for dada por outros e o aluno só tiver que armazená-la; pela descoberta, quando a informação é o resultado de uma descoberta autônoma do sujeito.

Em relação à segunda etapa, a incorporação pode ocorrer de forma mecânica, ou seja, ao justapor o novo conteúdo ao antigo, ou significativamente, isto é, enxertando novos conhecimentos sobre o passado. Um exemplo de aprendizagem mecânica são os exercícios de resposta ao estímulo, nos quais dois significados estão arbitrariamente associados e o pedido é memorizar essa associação (AUSUBEL, 1980).

Pelo contrário, em aprendizagem significativa, o novo conteúdo simbólico, por meio de uma operação de significação, conecta-se de forma não arbitrária e subjetiva a imagens, símbolos, conceitos, afirmações já existentes na estrutura cognitiva do sujeito. O conhecimento que o aluno já possui é para Ausubel o fator mais importante que influencia a aprendizagem.

Dessa forma, o autor se expressa em termos de significado lógico e psicológico: este último indica o significado que um material tem para um indivíduo; o significado lógico é o que o próprio material apresenta se satisfaz as condições gerais de significância (AUSUBEL, 1980), ou seja, se para uma comunidade cultural, não para um único indivíduo, está ligado a certas ideias relevantes (generalizações, exemplos, conceitos congruentes com o material em questão). Há um aprendizado significativo para um assunto quando o significado lógico se torna psicológico.

São exemplos, problemas, em materiais gerais que estruturam ideias relevantes e significativas, que servem de base de referência para engancharem o novo conteúdo. Os organizadores podem ter uma "função expositiva", quando equipar o aluno com uma base conceitual mais geral conhecida por ele, ou "comparação", ao sugerir ideias familiares com as quais as novas podem ser comparadas e integradas ou diferenciadas (AUSUBEL, 1980, p.224).

Em geral, as operações cognitivas que ocorrem durante o processo de aprendizagem são:

- 1) diferenciação progressiva e especificação de ideias mais gerais;
- 2) conceituação em nível superior, com consequência de uma extensão da matriz de aprendizagem do sujeito (AUSBEL, 1980).

Exemplos, problemas, materiais relacionados às experiências e conhecimentos do aluno significam que o aprendizado de recepção também pode ser significativo. Ausubel se preocupa em desmascarar uma crença generalizada de que apenas o aprendizado da descoberta é significativo. Em sua opinião, ambos os tipos de aquisição de informações podem dar origem a aprendizado ou mecânico ou significativo.

Por outro lado, a aprendizagem receptiva, que essencialmente passa pelo canal verbal e que para ele é a privilegiada na escola, implica a capacidade do aluno de abstrair precisamente porque não prevê a descoberta. A diferença entre a aprendizagem mecânica e significativa é feita pela motivação do aluno e pela capacidade do professor de promover a assimilação ativa e autocrítica, por exemplo, delineando as semelhanças e diferenças entre conceitos relacionados, pedindo aos alunos que reformulassem novas proposições com suas próprias palavras:

a aprendizagem significativa é como um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, um processo que envolva a interação entre a nova informação com uma estrutura de conhecimento específica (...) se a aprendizagem de novas informações não apresentar interação ou tiver pouca interação com conceitos relevantes e específicos da estrutura cognitiva do indivíduo, ocorre aprendizagem mecânica, pois as novas informações são armazenadas de maneira arbitrária e literal (TIRONI *et al*, 2013, p.3).

A proposta da aprendizagem significativa deste modo, é atribuir sentido àquilo que se aprende de forma a proporcionar ao estudante um aprendizado relevante. Como o centro da aprendizagem significativa, obviamente é o estudante, como sujeito da aprendizagem, deve partir do mesmo o interesse por tal aprendizagem, a tarefa mais importante do professor é despertar no estudante o interesse pelo aprendizado, a partir dos conceitos já existentes o estudante interessado em aprender fará um processo contínuo que superará a aprendizagem mecânica, visto que, “a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e os novos

significados, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa” (AUSUBEL, 1980, p.34).

Com isso, destaca-se que o processo de ensino e aprendizagem, torna-se uma via de mão dupla, na qual o professor procurará despertar o interesse do aluno para que seu aprendizado se torne significativo e ele seja despertado a ver o mundo como um vasto laboratório, no qual ele poderá aprender a complexidade na diversidade que a FMC oferece, indo ao encontro do que diz os PCN’S quando tratam das Ciências da Natureza,

a área de Ciências da Natureza, no Ensino Fundamental, possibilita aos estudantes compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas da área, analisar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico, além dos cuidados pessoais e o compromisso com a sustentabilidade e a defesa do ambiente. No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente (BRASIL, p. 470).

Assim, a perspectiva de Ausubel nos permite construir uma proposta de produto educacional pautado na aprendizagem significativa possibilitando ao aluno se tornar corresponsável pelo seu aprendizado.

A proposta de aprendizagem, propõe significar a aprendizagem e responder aos anseios da sociedade que em seus documentos oficiais, pensam uma educação que cumpra este papel, o de transformar a realidade a partir de uma aprendizagem significativa

2.3.1 UEPS – Unidade de Ensino Potencialmente Significativas

Em tempos atuais, faz necessário que o ensino de Física passe por mudanças, deixando de ser apenas memorização de fórmulas, resultados sem aprofundamento e procedimentos mecânicos, em que na maioria das vezes são aplicados e logo esquecidos. Este é um formato clássico de se aprender e ensinar, tornando uma aprendizagem mecânica para o aluno.

Este tipo de aprendizagem surge de um aprendizado sem significado de informações que em um pequeno espaço de tempo será esquecida, aprender dessa

maneira é somente decorar o que precisa saber para ser aplicado em avaliações e depois ser esquecido, conhecida como a “decoreba” em nosso ambiente escolar.

Para que o processo de ensino-aprendizagem tenha sentido para os estudantes é preciso que se baseie em conversar entre professor-aluno, dando importância ao conhecimento que o aluno já traz de seu cotidiano, possibilitando uma interação e troca de informações.

Dessa forma, teorias de aprendizagem sugerem uma nova abordagem para que possa ser aplicada em sala de aula, deixando de lado os prejuízos causados pela aprendizagem mecânica e sem significado algum.

Com o intuito de contribuir com as atribuições em sala de aula, este trabalho traz a proposta de utilização da UEPS, Unidade de Ensino Potencialmente Significativas, uma sequência ensino utilizando a aprendizagem significativa.

As UEPS são uma proposta de Marco Antônio Moreira (2011) para que se desenvolvesse uma prática de ensino com o propósito de uma aprendizagem significativa, baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963,2003).

Para a teoria de aprendizagem o mais importante é a consequência do ensino, que pode ser resumida conforme a proposição:

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe (AUSUBEL et al., 1980, p.137).

Ao receber uma nova informação a estrutura cognitiva do aluno relaciona-a com uma pré-existente, chamada de subsunçor, assim são acrescentados conceitos novos, alterando essa estrutura. Sobre o termo subsunçor, temos:

O "subsunçor" é um conceito, uma ideia, uma proposição já existentes na estrutura cognitiva, capaz de servir de "ancoradouro a uma nova informação de modo que ela adquira, assim, significado para o indivíduo: a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva (OSTERMAN; CAVALCANTI, 2011, p. 34).

De acordo com Moreira (2001), a teoria da aprendizagem possui duas condições importantes que necessitam ser consideradas, sendo elas:

a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não arbitrária e não-literal (substantiva); b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva. (MOREIRA, 2001, p. 23)

A aprendizagem significativa terá bons resultados quando o educando se dispõe em aprender, pois caso contrário, o novo conhecimento não interage com os subsunçores ocorrendo assim apenas a memorização, podendo ser esquecida logo em seguida.

Com isso a UEPS tem como objetivo ser um recurso facilitador para o professor trabalhar em sua prática de ensino, levando significado ao que se aprende, possibilitando uma aprendizagem significativa. Para isso, a proposta de Moreira (2011) foi dividida em etapas, conforme quadro 06.

Quadro 06: Aspectos sequenciais da UEPS

Etapas	Aspectos sequenciais da UEPS
1	Apresentação do tema
2	Levantamento dos conhecimentos prévios
3	Proposição de uma situação problema
4	Diferenciação progressiva
5	Aprofundamento de conceitos
6	Reconciliação integradora
7	Avaliação
8	Efetividade

Fonte: Autoria própria (2021).

Na construção da UEPS, Moreira (2011), organizou em etapas que também foi chamada de aspectos sequenciais de maneira favorável para o cotidiano escolar e observando os passos para uma aprendizagem significativa, com encaminhamentos e metodologias para que essa prática fosse capaz de trazer significado ao que se aprende.

Vejamos a seguir como definimos cada um dos aspectos sequenciais que Moreira define essenciais para a construção da UEPS:

1. Apresentação do Tema:

O primeiro passo é considerado um dos mais importantes, neste momento é preciso estabelecer qual tópico específico que será trabalhado, analisando os aspectos declarativos e procedimentais, que se pretende ensinar dentro do contexto do assunto que será abordado na UEPS.

2. Levantamento dos conhecimentos prévios:

Mapear a estrutura cognitiva do aluno de forma que manifeste seus conhecimentos prévios, o professor pode explorar através de questionários, textos, imagens, mapas conceituais ou mentais. Nessa etapa é importante pois de acordo com conhecimento prévio do educando temos aprendizagem significativa.

3. Proposição de uma situação problema:

Considerando o conhecimento prévio do aluno, a situação-problema inicial, levando em conta um nível de menor complexidade, deve se aproveitar o que já se sabe, funcionando como um organizador prévio. Essa situação problema pode ser apresentada através de textos, simuladores, vídeos, situações cotidianas entre outras que se relacione com o assunto trabalhado.

4. Diferenciação progressiva:

Após trabalhar a situação problema inicial, apresenta o assunto que será abordado pela UEPS, de forma que o educando tenha uma visão geral do que se pretende ensinar, podendo ser trabalhado como uma aula expositiva, atividades em pequenos grupos e para finalizar um debate com o grupo todo como fechamento deste momento.

5. Aprofundamento de conceitos:

Nesta etapa devemos retomar a diferenciação progressiva, comentando sobre os aspectos gerais do conteúdo a ser trabalhado, e em seguida, reapresentar com um nível de complexidade maior que o inicial, em que os subsunçores dos educandos serão alterados com um novo conhecimento, podendo ser utilizadas atividades, mediadas pelo professor, de forma que os alunos socializem e interajam entre eles.

6. Reconciliação Integradora:

Nessa etapa continuamos o processo de diferenciação progressiva enfatizando as características relevantes do conteúdo abordado, apresentando outros significados através de recursos didáticos, lembrando que o nível de complexidade deve ser maior ao das outras situações. A cada situação problema podemos propor uma atividade entre os alunos, fomentando a troca de significados mediada pelo professor.

7. Avaliação:

A avaliação dos alunos deve ser de forma processual e contínua, na qual será realizada no decorrer da implementação da UEPS, em que o professor registra aspectos relevantes para a aprendizagem significativa. Além disso, é necessária uma avaliação individual, depois da etapa 6, com questões que demonstram: compreensão, que evidencie a captação de significado e capacidade de transferência, essas questões devem ser validadas pelo professor com experiência no conteúdo abordado. A avaliação de desempenho dos alunos da UEPS deve estar baseada nas anotações feitas pelo professor, atividades realizadas no decorrer das aulas e também questionários respondidos fora do horário de aplicação.

8. Efetividade:

Para garantir que a UEPS cumpriu com o seu propósito é necessário que a avaliação aplicada aos educandos evidencie uma aprendizagem significativa, na qual é necessário assimilação e aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos na UEPS que possibilitem resolver outras situações-problemas.

Moreira (2011), apresenta alguns aspectos transversais importantes que devem ser observados durante a construção da UEPS:

Em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados; Como tarefa de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos alunos que proponham, eles mesmos, situações-problema relativas ao tópico em questão; Embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais. (MOREIRA, 2011, p. 5)

Assim, a implementação de uma UEPS é uma maneira facilitadora para o professor trabalhar durante suas aulas e tem como objetivo a organização e a

sistematização do processo de ensino aprendizagem, ofertando materiais e procedimentos que desenvolvam uma aprendizagem significativa com contextos diversificados.

3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

O trabalho desenvolvido está baseado nos pressupostos de uma pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa busca examinar os dados constituídos na pesquisa de uma maneira mais aprofundada, sem se preocupar com tratamentos estatísticos. Com relação aos objetivos da pesquisa pode-se classificar o trabalho como uma pesquisa descritiva, visto que descreve com detalhes os resultados de implementação de uma proposta de ensino pautada na TAS.

Para Bogdan e Biklen (1994), uma investigação qualitativa tem como características: fonte direta de coletas de dados, o ambiente da observação e o investigador, sendo instrumentos principais dessa pesquisa. Os dados constituídos são analisados de forma indutiva, em que não há a necessidade de se elaborar previamente a hipótese, de maneira que precise comprovar ou informar, assim precisa se atentar a forma como os educandos interpretam os fatos e de que maneira eles podem ser interpretados.

Essa pesquisa foi realizada, no decorrer do segundo semestre do ano letivo de 2020, com um grupo de 12 alunos, sendo que destes 7 eram meninas e 5 meninos, estudantes da 3ª série do EM de uma instituição da rede pública de ensino, da cidade de Cianorte, localizada na região noroeste do Estado do Paraná.

A proposta foi implementada no decorrer de um período de pandemia, a Covid 19 (Coronavírus), que se iniciou em 20/03/2020 com o fechamento das escolas, passando o ensino a ser realizado de forma remota.

Dessa forma, a proposta foi constituída em uma perspectiva metodológica do ensino híbrido, a qual se constituiu de aulas síncronas, assíncronas e de um encontro presencial para a realização da atividade prática, seguindo todas as normas de segurança estipuladas pelos decretos vigentes no período.

A UEPS foi estruturada a partir do que propõe Moreira (2011), visto que esse recurso é um facilitador da aprendizagem significativa. A UEPS está dividida em 8 etapas, sendo elas descritas no quadro 07.

Quadro 07: Etapas da UEPS

1. Definição do Tema abordado;
2. Identificação dos conhecimentos prévios;
3. Proposição da situação problema;
4. Diferenciação progressiva;
5. Aprofundamentos dos conceitos;
6. Reconciliação Integradora;
7. Avaliação da Aprendizagem através da UEPS;
8. Efetividade da UEPS.

Fonte: Autoria própria (2021).

Nessa UEPS há encaminhamentos lógicos e metodológicos para que o desenvolvimento da prática de ensino seja capaz de atribuir significado no aprendizado, baseando-se nos pressupostos da aprendizagem significativa.

É proposta a construção de uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa. Partindo das premissas de que não há ensino sem aprendizagem, de que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim, essa sequência é proposta como sendo uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa – UEPS. (MOREIRA, 2011, p.1).

A implementação aconteceu em uma turma da terceira série do Ensino Médio, e sempre no contraturno das aulas, assim os alunos não foram obrigados a participar visto que no cenário pandêmico alguns já tinham dificuldades para acompanhar as aulas regulares. O trabalho foi dividido em cinco encontros, constituindo um total de 7 aulas de 50 minutos cada, no período de 26/10/2020 até 04/12/2020, sendo estes encontros de forma assíncrona e síncrona. Os encontros síncronos foram realizados sempre às terças-feiras à noite (via *Google Meet*) e a atividade prática presencial foi realizada em uma sexta-feira de manhã.

Para constituição dos dados desta pesquisa utilizamos alguns instrumentos, sendo eles:

- Questionários aplicados no decorrer da implementação da proposta;
- Todos os documentos produzidos pelos alunos durante a implementação;
- Diário de campo, analisando a participação dos alunos no decorrer dos encontros, assíncronos e síncronos.

Para a análise dos dados constituídos será feito um relato detalhado da experiência vivenciada com a implementação da proposta, seguindo os pressupostos da pesquisa qualitativa descritiva.

3.1 Proposta de ensino apresentada como produto educacional – UEPS

A proposta de Ensino foi implementada em cinco encontros, sendo eles organizados em uma sala virtual, utilizando a ferramenta do *Google Classroom*, em um formato assíncrono e síncrono, na qual foi disponibilizado alguns textos para leituras, referente ao assunto trabalhado, com questionários que eles, os estudantes, responderam no decorrer da implementação do produto educacional.

Assim, foram realizados encontros pré-agendados através da sala virtual e também um presencial para realização de uma atividade prática, que foi orientada pelo professor orientador deste trabalho, lembrando que todas as normas de segurança e protocolos exigidos pela SESA¹⁵ foram utilizadas neste encontro presencial.

Desta forma, a sequência de ensino está descrita, conforme o quadro 08, com suas etapas e descrições do trabalho desenvolvido.

Quadro 08 - 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 trabalhados 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.
	PROPOSIÇÃO DE UMA SITUAÇÃO PROBLEMA		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

¹⁵SESA – Secretaria Estadual de Saúde do Paraná.

2º ENCONTRO (1 AULA)		SÍNCRONA	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.
3º ENCONTRO (3 AULAS)	APROFUNDAMENTO DOS CONCEITOS	ASSÍNCRONA E PRESENCIAL	Essa etapa é dividida em três assuntos, cada um com um texto informativo, que visa apresentar os conceitos físicos relacionados ao tema de estudo. Além da leitura dos textos, os estudantes deverão resolver uma atividade (questionário) relacionada aos conteúdos trabalhados. Para finalizar, o professor realizará uma atividade prática em um momento presencial, o qual também servirá para aprofundamento e tira dúvidas.
4º ENCONTRO (1 AULA)	RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA	ASSÍNCRONA E SÍNCRONO	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.
5º ENCONTRO (1 AULA)	AVALIAÇÃO	ASSÍNCRONA	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.
	EFETIVIDADE	ASSÍNCRONA	Esta é tarefa do professor, que deve estudar e comparar as respostas obtidas durante o processo de ensino aprendizagem.

Fonte: Autoria própria (2021).

A proposta deste trabalho está ligada à teoria de aprendizagem de Ausubel, em que o educando amplia seus conhecimentos através de novas situações, sempre valorizando o que ele traz contido de conhecimento prévio, levando-o a reconstruir

suas ideias descobrindo novos conhecimentos, em uma aprendizagem prazerosa e eficaz.

O trabalho foi dividido em cinco encontros, de forma que o primeiro foi realizado de maneira assíncrona em dois momentos, um que foi feita a apresentação do tema do trabalho e os conteúdos abordados na UEPS, por meio de um vídeo postado na sala de aula virtual, *Google Classroom*, e o segundo momento disponibilizou-se aos estudantes um questionário para ser respondido com questões que investigavam seus conhecimentos prévios sobre o assunto.

No segundo encontro, realizado de forma síncrona, pela ferramenta *Google Meet* iniciando com uma conversa sobre as questões dos conhecimentos prévios que eles responderam sobre o assunto, em seguida, a leitura do texto: “A Evolução do Aparelho Televisor”, considerado como um organizador prévio e uma discussão sobre o mesmo, inserindo a perspectiva CTS (Ciências, Tecnologia e Sociedade), para que ao final chegássemos a uma resposta comum a todos. O ensino pautado no enfoque das CTS tem sua organização conceitual centrada em temas sociais, buscando promover o desenvolvimento de atitudes de julgamento, e por uma concepção de ciências voltada para o interesse social, de acordo com SANTOS & SCHNETLZER, 2010.

O terceiro encontro foi realizado de forma presencial, seguindo todos os padrões de segurança, caracterizando essa proposta também no ensino híbrido, ou seja, de forma remota e presencial, trabalhando assuntos com conceitos mais aprofundados da Física, com aula expositiva e a atividade experimental.

No quarto encontro, assíncrono e síncrono, foi utilizado um Simulador sobre o Átomo de Bohr, em seguida o professor apresentou uma nova situação problema, com um grau de complexidade elevado e trabalhado no segundo encontro, e um texto para finalizar juntamente com um questionário.

No último encontro, realizado de forma assíncrona, foi conversado de uma maneira geral sobre o trabalho realizado e foi disponibilizada uma avaliação que correspondia aos tópicos estudados.

Assim, com a comparação dos questionários realizados pelos estudantes no início e término do processo de implementação verificou-se a evolução dos conceitos sobre o tema abordado na aprendizagem significativa com uma perspectiva CTS.

4 RELATO DE EXPERIÊNCIA

O Brasil foi surpreendido em 2020 com a pandemia da COVID-19, e juntamente com a pandemia veio à suspensão das aulas presenciais, fazendo com que o sistema educacional brasileiro mudasse seu formato de ensino presencial para o ensino remoto, podendo-se trabalhar de forma assíncrona e síncrona.

Essa nova modalidade de ensino se estendeu por meses, e assim, houve a necessidade de adequação do produto educacional para essa nova realidade. Dessa forma foi planejado um produto educacional a partir da utilização da plataforma virtual do *Google Classroom*, sendo criada uma sala virtual sendo inseridos os alunos que compuseram esse processo de aprendizagem.

Os alunos da 3ª série do EM de uma instituição pública de ensino da cidade de Cianorte, região noroeste do Paraná, foram convidados a participar do projeto como uma atividade extraclasse, no período contraturno.

Os conteúdos explorados nessa proposta de ensino estão de acordo com o currículo do Ensino Médio, pautados nas Diretrizes Curriculares do Paraná, na componente curricular de Física e também na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), conforme apresentados no quadro 09, de acordo, com as habilidades e suas competências.

Quadro 09 - Competências e habilidades propostas pela BNCC para o Ensino Médio

Competência	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>
<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).</p>	<p>(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.</p> <p>(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.</p> <p>(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.</p> <p>(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.</p>

Fonte: Autoria própria (2021).

A partir disso, criou-se a sala virtual na plataforma *Google Classroom* com o nome de: “A Física a partir dos *LED’s*”, e inseridos os educandos, que demonstraram interesse em participar da aplicação do produto educacional.

Para a confirmação da participação, foi necessário que eles respondessem um formulário, criado no *Google Forms*, disponibilizado na aba *Atividade* do *Google Classroom* com o tópico de *Informações Iniciais*, com algumas perguntas pessoais, tais como: nome, turma, e-mail e telefone. Para facilitar ainda mais a comunicação foi criado um grupo no *WhatsApp*, no qual era deixado sempre um alerta quando alguma atividade ou recado era postado no *Google Classroom*.

Depois de organizado esse momento, com os alunos inseridos na plataforma *Google Classroom*, deu-se início a implementação do produto educacional, em que foram trabalhadas aulas assíncronas, síncronas e um momento presencial. Para começarmos foi deixado recado no mural e enviado no grupo do *WhatsApp* um lembrete para olharem o *Google Classroom*, onde estava registrado o dia e horário do primeiro encontro, que foi realizado no dia 03/11/2020 às 19h30min.

4.1 Primeiro encontro

Esse encontro correspondeu a primeira e a segunda etapa da UEPS. O tema foi apresentado aos alunos em forma de um vídeo curto, postado no *Google Classroom* e, em seguida, foi disponibilizado um questionário para o levantamento dos conhecimentos prévios sobre o tema.

Essas duas primeiras etapas da UEPS estão definidas de acordo com a descrição de como se deu a atividade, de acordo com o quadro 10.

Quadro 10 - Primeira e segunda etapas 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 trabalhados 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.

Fonte: Autoria própria (2021).

Após os estudantes assistirem ao vídeo de apresentação do tema do produto educacional, foi realizada uma roda de conversa pós vídeo falando um pouco mais sobre a Física Moderna.

Após esse primeiro momento, foi pedido aos estudantes que respondessem um questionário inicial, com três questões para identificarmos os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema proposto, conforme o quadro 11.

Quadro 11 - Questões iniciais

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

Fonte: A autoria própria (2021).

As respostas dos estudantes participantes da proposta estão apresentadas, no quadro 12.

Quadro 12 - Respostas das questões iniciais

Questão 1	Respostas
6 alunos	Lâmpadas de Led;
3 alunos	Lâmpadas de Led e Lâmpada Fluorescente;
1 aluno	Lâmpada Fluorescente;
1 aluno	Lâmpada incandescente, Lâmpada Fluorescente e Lâmpada de Led;
1 aluno	Lâmpada de Led, Lâmpada Fluorescente em espiral e de halogênio.
Questão 2	Respostas
8 alunos	Led, fluorescente e incandescente;
1 aluno	Led e fluorescente;
1 aluno	Led, fluorescente, incandescente, halógenas;
1 aluno	Lâmpada incandescente, fluorescentes, led e lâmpadas inteligentes;
1 aluno	Fluorescente em espiral e tubo, LED, lâmpadas de halogênio e lâmpadas conectivas.
Questão 3	Respostas
Aluno 01	Incandescentes são amareladas fracas e consome muita energia; As Leds são brancas fortes e usam pouca energia; Fluorescente são mais fortes, porém mais fracas que as de Leds e são mais econômicas que as incandescentes; Diria que são três níveis de evolução indo de incandescente, fluorescente e Leds;

Aluno 02	A mais marcante entre elas é que a incandescente produz uma luz meio amarelada que não ilumina muito, gasta bastante energia, não dura muito, mas é bem barata, a fluorescente já é branca, um pouco mais cara, dura um pouco mais que a incandescente e ilumina um pouco mais, a de LED tem o preço mais elevado que as outras e consomem bem menos energia e dura muito mais que as demais;
Aluno 03	Não sei explicar a diferença;
Aluno 04	A lâmpada incandescente é a mais barata, mas tem baixa durabilidade e elevado gasto de energia; A lâmpada fluorescente possui durabilidade e preço mediano, assim como seu consumo de energia; A lâmpada led tem um preço maior e tem muita durabilidade, consumindo também muito menos energia;
Aluno 05	O material utilizado;
Aluno 06	A lâmpada led representa uma maior economia em comparação às demais;
Aluno 07	As lâmpadas Led não emitem raios ultravioletas ou infravermelhos, e está livre de metais pesados na sua composição (tais como o mercúrio), o resto não sei kkk;
Aluno 08	Fluorescente- dura mais que a incandescente; Incandescente- a mais popular no mercado, e com o maior gasto. Led- a mais recomendada, e que gasta menos;
Aluno 09	As lâmpadas fluorescentes são mais quentes e usam mais energia; As lâmpadas de led são mais econômicas e mais luminosas; As lâmpadas incandescentes são mais baratas;
Aluno 10	Fluorescente: É a mais popular de todas por apresentar mais eficiência econômica e ainda sim entregar um bom desempenho luminoso; Incandescente: É o tipo mais antigo de lâmpada, a de maior gasto energético e tem como vantagem o baixo custo e a emissão de muita luz; Led: É o modelo de maior tecnologia, pois permite uma maior economia de energia e menor dissipação de calor, porém, ainda tem um elevado custo e baixa luminosidade;
Aluno 11	A fluorescente ocorre uma reação com um pozinho que tem lá dentro, a incandescente tem um fio que esquenta e gera calor e a de led é um led mesmo;
Aluno 12	A incandescentes são mais antigas, as outras não sei a diferença.

Fonte: Autoria própria (2021).

4.1.1 Análise do questionário inicial

Essas questões iniciais foram importantes para verificar alguns conhecimentos prévios que os alunos tinham referente ao assunto que seria trabalhado na aplicação desta proposta, além de ser um organizador prévio do nosso trabalho.

Na primeira questão pode-se observar que 92% das residências dos estudantes possuem a lâmpada de Led, desse resultado, apenas 50% das residências utilizam somente lâmpadas de Led os outros 42% utilizam as lâmpadas de Led associadas com outros tipos de lâmpadas como, incandescente e fluorescente. E em 8% das residências não se utiliza lâmpadas de Led.

Na segunda questão 67% dos estudantes citaram as lâmpadas incandescentes, fluorescentes e a de Led sendo as mais comuns do seu cotidiano, enquanto 33% destes citaram as lâmpadas inteligentes, halógenas e as conectivas. Percebe-se nestas respostas que os alunos muitas vezes confundem o princípio físico de funcionamento com o tipo de ligação utilizada ou ainda com o funcionamento externo da lâmpada.

A questão três, “Qual a diferença entre lâmpadas fluorescente, incandescentes e de Led?” foi avaliada separadamente, considerando cada tipo de lâmpada e a resposta dada pelos alunos, conforme o quadro 12.

Percebe-se nessa questão o que os alunos sabem sobre cada um dos tipos de lâmpadas. Algumas respostas evidenciam um pensamento mais crítico sobre o tipo de lâmpada, “como consomem mais energia”, “essa gasta mais” (entendemos que esse gastar está associado ao valor pago em reais na fatura) e apresenta maior durabilidade, já outras respostas evidenciam apenas o formato ou a aparência da lâmpada como, “emite uma luz mais amarela”.

Inicialmente verificou-se as respostas sobre as lâmpadas do tipo incandescente, e logo de início percebemos dois alunos com concepções parecidas, levando em consideração a sua cor amarelada, baixa iluminação e o consumo de energia alto.

Aluno 01: Incandescentes são amareladas, fracas e consomem muita energia.

Aluno 02: A mais marcante entre elas é que a incandescente produz uma luz meio amarelada que não ilumina muito, gasta bastante energia, não dura muito, mas é bem barata.

Pode-se destacar ainda a resposta do Aluno 10, considerando o gasto energético ser maior do que outros tipos e o baixo custo, respeitando esse conhecimento do aluno, porém temos um conceito incorreto quando foi citado que esse tipo de lâmpada emite muita luz. Sabe-se que essa lâmpada dissipa o calor na forma do efeito *joule*, isso representa em números aproximadamente 95% do total de energia consumida, sobrando aproximadamente 5% para a emissão de luz na região do visível. Assim considera-se que a resposta está parcialmente correta.

Aluno 10: Incandescente: É o tipo mais antigo de lâmpada, a de maior gasto energético e tem como vantagem o baixo custo e a emissão de muita luz.

Para Moreira (2005), nessa situação têm-se que o conhecimento prévio do aluno, que pode ser considerado como um organizador prévio é um facilitador para a aprendizagem significativa, na qual este serve como uma ponte cognitiva a um novo conhecimento e também para aqueles que já existem na estrutura cognitiva do aluno.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2010, p. 2).

Na maioria das respostas percebe-se que o aluno possui um conhecimento prévio, porém o aluno 11 foi mais adiante, apresentando como funciona a lâmpada incandescente, trazendo uma explicação Física.

Aluno 11: a incandescente tem um fio que esquenta e gera calor.

Ausubel (1980) diz que quando o estudante retrata um novo conhecimento, isso ganha um significado tornando mais complexo o conhecimento prévio do mesmo, para ele, o conjunto de saberes que o estudante traz em seu aprendizado é essencial, podendo dizer que “o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”.

Assim, de acordo com Ausubel (1980) o conhecimento que o aluno já tem é uma ponte para um novo conhecimento, podendo acrescentar o que já se sabe ou construir algo diferente do que já se tem, chamado de uma ponte para que se construa

um novo conhecimento, através das reconfigurações das estruturas mentais já existentes.

Nesta questão, um aluno respondeu de maneira que não foi possível relacionar com nenhum significado físico, deixando assim uma lacuna a respeito de seu conhecimento prévio.

Aluno 12: As incandescentes são mais antigas.

O segundo passo dessa questão foi analisar as respostas sobre a lâmpada fluorescente. Esse modelo veio para substituir as lâmpadas incandescentes com alguns diferenciais, como: a economia de energia, maior vida útil e ainda dissipa menos energia na forma de calor.

Destacando aqui que alguns alunos citaram sobre a luminosidade, dizendo que esse tipo de lâmpada ilumina mais, sendo mais forte, relataram ainda que sua durabilidade é maior quando comparada com a incandescente, que o consumo de energia e o preço pago pela fatura podem ser considerados melhor em relação ao primeiro tipo lâmpada.

Entre as considerações feitas pelos alunos, um deles, relacionou as palavras: mais quente e mais energia. Nas lâmpadas fluorescentes, quando a corrente passa no seu interior, a luz e o calor que ela dissipa é menor do que as lâmpadas incandescentes, pois este tipo de lâmpada também é conhecida como “lâmpadas frias”.

Nesse tipo de lâmpada o que aquece é o reator, um componente da parte eletrônica que é ligado entre a rede elétrica e a lâmpada fluorescente garantindo o seu funcionamento.

Aluno 09: As lâmpadas fluorescentes são mais quentes e usam mais energia.

Nas respostas percebe-se que os conhecimentos prévios dos alunos em geral são parecidos, destacamos uma resposta que foi além do seu cotidiano, nesta, o aluno tentou explicar o porquê a lâmpada acendia:

Aluno 11: Na fluorescente ocorre uma reação com um pozinho que tem lá dentro.

Pode-se considerar que a resposta buscou relacionar o conceito físico que temos sobre o funcionamento das lâmpadas fluorescentes. Sabe-se que esse tipo de lâmpada converte a maior parte da energia elétrica em luz, sendo composta por: um tubo de vidro transparente, dois eletrodos e mistura de gases. Ao acionarmos o interruptor, gera-se uma corrente elétrica que ao passar pelo gás interno do tubo, o argônio e mercúrio, emite a radiação ultravioleta (VALIM,2019).

No tubo das lâmpadas fluorescentes existe o tungstato de magnésio ou silicato de zinco que são materiais usados em seu revestimento, com a função de converter uma parte do comprimento de onda invisível do ultravioleta em luz visível que é refletida no ambiente (VALIM,2019).

Nas respostas, verificou-se que muitos alunos citaram, com relação às lâmpadas de Led: a economia gerada pelo uso desse tipo de lâmpada, a durabilidade e o preço elevada ao adquirir esse modelo; porém, quando se escolhe utilizar essas lâmpadas temos um excelente custo-benefício em nossas contas de energia.

Quando se fala desse tipo de lâmpada deve-se levar em consideração que a energia consumida é convertida em luz, porém sua eficiência não é 100%, havendo uma pequena perda em sua parte eletrônica, diferenciando-se da lâmpada incandescente que dissipa a maior parte da energia consumida em forma de calor. Essa tecnologia está a cada dia mais eficiente oferecendo maior brilho (lúmens) com menos *Watts*.

Dois alunos, que representam 16,6% dos participantes, foram aos extremos, um dizendo que a lâmpada de Led tem mais luminosidade e a outra baixa luminosidade. Com isso têm-se uma resposta correta e outra incorreta, conforme os conceitos que relacionados com a luminosidade de uma lâmpada de Led. Vejamos:

Aluno 09: As lâmpadas de Led são mais econômicas e mais luminosas.
Aluno 10: Led: É o modelo de maior tecnologia, pois permite uma maior economia de energia e menor dissipação de calor, porém, ainda tem um elevado custo e baixa luminosidade.

Com a resposta do aluno 10, é possível perceber que esse aluno pode ter se remetido a lembrança de uma lâmpada led com menor potência instalada em uma sala ampla, logo a fala do aluno poderia se referir a relação “lumens X metro quadrado” do ambiente.

Outra resposta que chamou atenção, diz que as lâmpadas de Led não emitem raios ultravioletas e nem raios infravermelhos, sendo assim livre de metais pesados

em sua estrutura, que é uma concepção errônea com relação a esse tipo de lâmpada, pois, sabe-se que elas emitem tanto raios ultravioletas quanto infravermelhos.

Aluno 07: As lâmpadas Led não emitem raios ultravioletas ou infravermelhos, e estão livres de metais pesados na sua composição (tais como o mercúrio).

É possível observar que 25% dos estudantes, alunos 01, 03 e 05, responderam de forma vaga, dificultando uma análise mais detalhada sobre o que eles tentaram expressar com as palavras citadas.

Aluno 01: Diria que são três níveis de evolução indo de incandescente, fluorescente e Leds.

Aluno 03: Não sei explicar a diferença

Aluno 05: material utilizado.

Após os alunos responderem o questionário, foi direcionada uma explicação breve sobre os tipos de lâmpadas e algumas diferenças entre elas. Em seguida, alguns alunos fizeram comentários sobre as suas respostas para os colegas de sala. Também comentaram sobre conceitos que ainda não conheciam referentes ao assunto.

Durante essa exposição do assunto, um aluno comentou sobre um fato ocorrido em sua casa, conforme citado abaixo, porém, depois ele disse que havia entendido o motivo de mudar para esse modelo da lâmpada e iria verificar a conta de energia quanto a diferença no valor.

Aluno 01: Meu pai esses tempos trocou algumas lâmpadas de nossa casa pela de Led, falou que era mais econômica, mas quando a gente esquece a luz acessa de algum o cômodo da casa, ele grita apaga essa lâmpada tem que economizar, não entendo já colocou uma que gasta menos, deixa acessa então.

O professor nessa etapa teve um papel fundamental de conduzir a discussão, levantar questionamentos e dar condições para que os alunos participassem da aula.

Nesse sentido, Silva e Zanon (2000) diz que a escola pode ser considerada um local de mediação entre a teoria e prática, ideal e o real, cotidiano e o científico, em que é preciso dar espaço para os saberes e a cultura que o indivíduo traz junto a ele, articulando esses saberes populares e científicos com o ensino de Ciências.

Para finalizar o encontro, foi deixada uma tarefa para os alunos realizarem de forma assíncrona, orientando-os a acessarem o *Google Classroom* e na aba

Atividade, no t3pico “Segundo Encontro” realizarem a leitura do Texto: “A Evolu33o do Aparelho Televisor”, e em seguida, responderem o formul33rio com duas quest33es para o pr33ximo encontro.

4.2 Segundo encontro

No momento inicial foi retomado o assunto do primeiro encontro, e em seguida, foram apresentadas as etapas que seriam trabalhadas neste dia, com um breve relato sobre cada uma delas. Foram trabalhados a terceira e a quarta etapas da UEPS que est33o descritas no quadro 13.

Quadro 13 - Descri33o das etapas da UEPS do segundo encontro

ENCONTRO	ETAPA DA UEPS	MODALIDADE	DESCRI33O DA ATIVIDADE
2 ^o ENCONTRO (1 AULA)	PROPOSI33O DE UMA SITUA33O PROBLEMA	S3NCRONO	Para iniciar esse encontro o professor utilizar33 as quest33es trabalhadas anteriormente, fazendo uma breve retomada. Em seguida, trabalhar33 com o texto: A Evolu33o do Aparelho Televisor, considerado como um organizador pr33vio, apresentando aos estudantes a primeira situa33o problema. Ap33s debate do texto com os participantes devem chegar a um consenso, capaz de responder 33 quest33o proposta.
	DIFERENCIA33O PROGRESSIVA		Com a resposta elaborada coletivamente o professor iniciar33 a abordagem dos conte33dos de aspecto geral.

Fonte: Autoria pr33pria (2021).

Foi utilizado o texto: “A Evolu33o do Aparelho Televisor” como um organizador pr33vio do assunto, o qual foi solicitada a leitura e resolu33o do question33rio. As quest33es norteadoras est33o apresentadas no quadro 14.

Quadro 14 - Questões norteadoras

Questões norteadoras
1) Você poderia explicar por que as TVs de tubo foram substituídas pelas TV's de Led?
2) Para onde vão os televisores descartados? O que é feito com eles?

Fonte: Aatoria própria (2021).

Iniciamos uma conversa com os alunos buscando discutir as respostas que eles apresentaram para as questões, as respostas estão apresentadas no quadro 15.

Quadro 15 - Respostas das questões norteadoras

Questão 1	Respostas
Aluno 01	Menos uso de energia, melhor visibilidade, mais cores e mais compacta;
Aluno 02	A tv de tubo tinha pouco recurso de cores, pouca resolução de imagem e áudio. O seu motor grande acomodado em caixa na parte traseira fazia com que a tv fosse pesada e grossa. Mas seu consumo de energia era menos, dependendo da marca e variando o tamanho; Já a tv de Led chamou mais atenção apesar do seu consumo de energia ser maior, por permitirem variedades de cores, serem muito mais fina, muito mais leve e possuírem imagem com mais alta definição. Algumas mais recentes possuem até mesmo conectividade remota, entradas de cabos USB e entre outros. Além de também possuírem conexão com a internet e aplicativos;
Aluno 03	Aos poucos as TV tubo foi sendo substituídas por equipamentos mais modernos, pelas TV's de Led, que possuem uma maior economia de energia em comparação com a outra
Aluno 04	Porque o sinal analógico foi tirado de circulação;
Aluno 05	Foram substituídas para ocupar menos espaço, mas principalmente pela economia de energia utilizada e também pela qualidade das cores;
Aluno 06	Além de oferecer uma qualidade de imagem melhor, proporciona um baixo consumo de energia;
Aluno 07	Porque os televisores de tubo eram mais antigos, e com o passar dos anos a tecnologia está se avançando cada vez mais, hoje temos a TV's mais finas, com uma qualidade melhor, uma imagem boa;

Aluno 08	Pelo fato de as TV's de Led apresentarem uma tecnologia superior as de tubo, sendo mais atrativo ao consumidor. São mais compactas, tem imagem colorida, além de uma ótima resolução e boa qualidade sonora e não apresentam mais um preço exorbitante;
Aluno 09	Pelo fato de as TV's de led apresentarem uma tecnologia superior as de tubo, sendo mais atrativo ao consumidor. São mais compactas, tem imagem colorida, além de uma ótima resolução e boa qualidade sonora e não apresentam mais um preço exorbitante;
Aluno 10	È ultrapassada;
Aluno 11	Por serem mais finas e modernas;
Aluno 12	Não respondeu.
Questão 2	Respostas
Aluno 01	Não sei responder essa pergunta, mas acredito que seja para um centro de reciclagem de produtos eletrônicos;
Aluno 02	Vão para os chamados "lixos eletrônicos" onde são separados e reciclados;
Aluno 03	O consumidor que não for usar mais sua tv, pode entrar em contato com o fabricante e o fabricante descarta a tv da maneira correta ou da uma destinação adequada. Pode também recorrer a cooperativas para que o produto seja descartado corretamente e tendo assim a reciclagem dos materiais que podem ser reciclados;
Aluno 04	Cada tipo de televisão possui características próprias, bem como componentes e materiais diversos quando comparadas umas com as outras, que no geral não podem ser jogados fora com o lixo comum. Se o dispositivo estiver com defeito e não puder ser consertado, pode-se optar pela logística reversa, ou em casos extremos (quando a TV é muito antiga e não há empresa para contatar, ou se o fabricante não estiver em conformidade com a Lei), podem-se recorrer às cooperativas para que o produto seja descartado corretamente;
Aluno 05	Vão para descartes especializados com lixo eletrônico (tipo o descarte de pilhas e baterias usadas), e lá esses televisores são reciclados já que são feitos de plásticos e alguns metais com certo valor de mercado que são usados nas placas de circuitos, como ouro, platina, estanho, entre outros, e como o consumo destes aparelhos aumenta significativamente esses metais podem vir a faltar caso não sejam reaproveitados;
Aluno 06	Os televisores devem ser devolvidos aos fabricantes, que pegaram o produto e desinfetaram e passará por processos para que os materiais possam ser utilizados novamente;

Aluno 07	Eles são descartados em um lixo específico para eletrônicos e algumas coisas são recicladas;
Aluno 08	Eles vão para o descarte de lixo eletrônico. Aqui na nossa cidade temos um lugar adequado para levá-los;
Aluno 09	Algumas de suas peças são recicladas e o restante provavelmente é destinado à uma unidade específica para manusear e fazer o descarte correto;
Aluno 10	Em lixos de eletrônicos, e elas voltam para as suas fábricas;
Aluno 11	São jogados no lixo eletrônico e separados por material prima para descarte;
Aluno 12	Não respondeu.

Fonte: Autoria própria (2021).

4.2.1 Análise do questionário das questões norteadoras

As questões norteadoras foram analisadas antes de realizar o encontro com os estudantes, para que fosse possível verificar qual era o conhecimento deles sobre esses tipos de televisores.

Para primeira questão: “Você poderia explicar por que as TV’s de tubo foram substituídas pelas TV’s de Led?”, os estudantes citaram alguns fatores, sendo estes: cores, resolução, compacta, qualidade de som, tecnologia, economia de energia e preço acessível.

Os televisores de tubos, também chamados de grandões e gordinhos, há anos atrás eram um produto muito popular, que se apresentava de um formato quadrado, com poucas funções, com uma imagem bem inferior devido a sua resolução, o som era ruim, o consumo de energia maior que os modelos atuais e o baixo custo em sua aquisição, quando comparados com modelos atuais.

Os dispositivos desses aparelhos eram inferiores aos modelos atuais, o que fez com o passar do tempo serem deixados de lado e apreciados apenas como material de decoração para os admiradores de peças antigas.

Os televisores de Led, possuem uma tecnologia bem parecida como os de LCD, sendo que na parte traseira existe um painel feito com diodos emissores de luz, conduzindo a luz através de camadas que integram a tela dos televisores atuais.

Os aparelhos de televisores de Led, possuem uma nova tecnologia em seu funcionamento e uma aparência estética mais moderna com relação às Tv's de tubo. Podendo ser comparadas em várias partes com o outro modelo, assim: melhor resolução na imagem com cores mais intensas, mais finas com *design* mais moderno, tecnologia avançada e preço mais acessível.

Analisando os resultados dos estudantes percebe-se que o aparelho de Led é mais conhecido em seu cotidiano, sendo que alguns deles só conhecem por foto ou pelas histórias contadas pelos familiares antigos, como por exemplo: avós, tios ou pais.

Considerando a resposta do aluno 02, temos uma explicação sobre cada um dos tipos de aparelhos, colocando itens que consideramos importantes referente a cada um deles, porém existem alguns erros quando são tratados do consumo da energia.

Aluno 02: A tv de tubo tinha pouco recurso de cores, pouca resolução de imagem e de áudio. O seu motor grande acomodados em caixa na parte traseira fazia com que a tv fosse pesada e grossa. Mas seu consumo de energia era menos, dependendo da marca e variando o tamanho; Já a tv de Led chamou mais atenção **apensar do seu consumo de energia ser maior**, por permitirem variedades de cores, serem muito mais fina, muito mais leve e possuem imagem com mais alta definição. Algumas mais recentes possuem até mesmo conectividade remota, entradas de cabos USB e entre outros. Além de também possuem conexão com a internet e aplicativos.

É importante ressaltar que quando questionado sobre os tipos de lâmpadas esse mesmo aluno 02 apresentou a seguinte resposta:

Aluno 02: a de LED tem o preço mais elevado que as outras e **consomem bem menos energia** e dura muito mais que as demais

Entende-se que esse aluno ainda está formando seus conceitos sobre que tipos de dispositivos consomem mais energia e acredita-se que quando compreender a Física que está envolvida na tecnologia conseguirá com mais clareza relacionar a tecnologia ao consumo, tornando-se assim um cidadão mais consciente e crítico.

Outras citações, como por exemplo, dos alunos 04, 10 e 11 consideram o avanço da tecnologia e a aparência mais moderna dos televisores de hoje.

Aluno 04: Porque o sinal analógico foi tirado de circulação;
Aluno 10: É ultrapassada;

Aluno 11: Por serem mais finas e modernas;

Ainda, levando em consideração as respostas da primeira questão, pode-se verificar que dois alunos apresentaram a mesma resposta, expondo o porquê dos televisores de Led virem ocupar o lugar dos aparelhos mais antigos, os televisores de tubo.

Alunos 08 e 09: Pelo fato de as TV's de led apresentarem uma tecnologia superior às de tubo, sendo mais atrativo ao consumidor. São mais compactas, tem imagem colorida, além de uma ótima resolução e boa qualidade sonora e não apresentam mais um preço exorbitante;

Ao finalizar a análise da primeira questão, é possível notar que o conhecimento prévio do aluno é amplo sobre o assunto, porém limitando-se a características Físicas dos aparelhos e ao invés das relações com consumo.

A segunda questão “Para onde vão os televisores descartados? O que é feito com eles?” foi elaborada pensando em uma perspectiva CTS, visando uma conscientização dos estudantes a não descartarem os aparelhos que são trocados em lixos comuns.

Entende-se que esses aparelhos, podem incluir também computadores, celulares, câmeras fotográficas e outros, e que precisam ser entregues em local específico, pois alguns desses possuem materiais que podem prejudicar o solo quando descartado. Esses equipamentos possuem chumbo, mercúrio, cádmio, berílio entre outras substâncias prejudiciais.

A primeira resposta do aluno 01 evidencia que seu conhecimento em relação ao descarte é reduzido. Percebemos ainda, que ele sabe o que deve ser feito com os aparelhos velhos, mas não aplica esta prática de cuidados com o meio ambiente.

Aluno 01: Não sei responder essa pergunta, mas acredito que seja para um centro de reciclagem de produtos eletrônicos;

Dos estudantes, participantes vários responderam que esses aparelhos de televisores devem ser recolhidos por cooperativas, centros de reciclagem de produtos eletrônicos ou descartados em lixos eletrônicos. Nesses locais, o lixo é separado para fazerem a reciclagem do que é possível.

O aluno 05, apresentou uma resposta bem elaborada, comentando sobre o aparelho televisor.

Aluno 05: Vão para descartes especializados com lixo eletrônico (tipo o descarte de pilhas e baterias usadas), e lá esses televisores são reciclados já que são feitos de plásticos e alguns metais com certo valor de mercado que são usados nas placas de circuitos, como ouro, platina, estanho, entre outros, e como o consumo destes aparelhos aumenta significativamente esses metais podem vir a faltar caso não sejam reaproveitados;

Em tempos atuais, as empresas fabricantes de produtos eletrônicos, provém ações de sustentabilidade, ofertando locais para o descarte. Os estudantes 03, 04 e 06 responderam à questão comentando sobre os fabricantes, citando uma logística reversa.

Aluno 03: O consumidor que não for usar mais sua tv pode entrar em contato com o fabricante e o fabricante descarta a tv da maneira correta ou da uma destinação adequada. Pode também recorrer a cooperativas para que o produto seja descartado corretamente e tendo assim a reciclagem dos materiais que podem ser reciclados;

Aluno 04: Cada tipo de televisão possui características próprias, bem como componentes e materiais diversos quando comparadas umas com as outras, que no geral não podem ser jogados fora com o lixo comum. Se o dispositivo estiver com defeito e não puder ser consertado, pode-se optar pela logística reversa, ou em casos extremos (quando a TV é muito antiga e não há empresa para contatar, ou se o fabricante não estiver em conformidade com a Lei), podem-se recorrer às cooperativas para que o produto seja descartado corretamente;

Aluno 06: Os televisores devem ser devolvidos aos fabricantes, que pegaram o produto e desinfetaram e passará por processos para que os materiais possam ser utilizados novamente;

No Brasil existem leis para o descarte desses tipos de materiais e para como proceder com a reciclagem, fazendo todo um gerenciamento e destinação final a este lixo eletrônico, podendo assim, cada município se adequar conforme a realidade.

No município em que esta proposta foi aplicada, verificou-se que havia um local para o descarte adequado desses materiais, tal local é de responsabilidade da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, e, a mesma informou que dispõe de dois locais para descarte com dias e horário determinados.

4.2.2 Apresentação da implementação do segundo encontro

Inicialmente um diálogo foi conduzido entre os alunos trazendo para o debate as respostas apresentadas por eles, buscou-se evidenciar nesse momento as questões ambientais ligadas ao descarte incorreto dos dispositivos eletrônicos sem uso, ficou entendido que esse momento se constituiu como muito importante, visto que mais do que conteúdos conceituais de Física, as atitudes são o que os alunos

levarão para a vida, e que a partir dessas atitudes podem reconhecer a importância da Física.

Ao comentar sobre a primeira questão, falou-se sobre alguns itens que foram levantados pelos estudantes, referentes à substituição dos modelos de televisores, o estudante 02 lembrou de sua resposta no formulário, comentando sobre o erro ao relatar o consumo de energia elétrica. Entendeu-se que após um momento de leitura do texto e discussão com os colegas, o aluno 02 consegue tomar consciência de um conceito errado, isso é muito importante no processo de aprendizagem, pois a partir do manuseio de um material potencialmente significativo o educando começa a associar novos conceitos aos trazidos por ele.

Alguns alunos comentaram que deveria ter um local para realização deste descarte de aparelhos eletrônicos, mas não sabiam ao certo onde era. Enquanto um aluno comentou que era no viveiro, causando um momento de risadas, enquanto outro aluno logo em seguida disse: “Viveiro é lugar de planta e não de lixo!”.

Aproveitando o momento de descontração foi informado aos alunos que um dos locais destinados para o descarte adequado do “lixo eletrônico” era o Viveiro Municipal Benedito Zanzarini, tendo dia e horário para ser entregue os equipamentos que são mais utilizados.

Para finalizar este encontro, foi feita a abordagem de conteúdos que seriam trabalhados no próximo encontro, aprofundando os conceitos físicos que os alunos já possuíam, uma característica da aprendizagem significativa de Ausubel.

4.3 Terceiro encontro

O terceiro encontro, foi realizado de forma assíncrona e presencial, trabalhando a quarta etapa da UEPS, Aprofundamento dos conceitos, conforme descrito no quadro Nº 16.

Quadro 16 - Etapa e descrição da UEPS do terceiro encontro

ENCONTRO	ETAPA DA UEPS	MODALIDADE	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
3º ENCONTRO (3 AULAS)	APROFUNDAMENTO DOS CONCEITOS	ASSÍNCRONA E PRESENCIAL	Essa etapa é dividida em três assuntos, cada um com um texto informativo, que visa apresentar os conceitos físicos relacionados ao tema de estudo.

			Além da leitura dos textos, os estudantes deverão responder um questionário, referente a cada tema abordado, na forma assíncrona. Para finalizar, o professor realizará um momento presencial para discutir, aprofundar os conteúdos e efetuar a atividade prática, deixando um momento no final para debater e tirar as dúvidas dos estudantes.
--	--	--	--

Fonte: Autoria própria (2021).

Para a atividade assíncrona deste encontro, foi disponibilizado aos estudantes três textos como apoio, sendo:

- Texto 1: “Evolução dos Modelos Atômicos”;
- Texto 2: “Materiais Condutores, Isolantes e Semicondutores”;
- Texto 3: “Diodos Emissores de Luz – Led”.

Os textos foram anexados na sala de estudos virtual, *Google Classroom*, em cada um dos textos continha um questionário com questões referente ao assunto, foi oriento os estudantes a realizarem uma leitura prévia e responder as questões do formulário.

O encontro foi agendado no Colégio Estadual Cianorte, no laboratório, tomando todos os cuidados conforme a orientação da SESA, tendo sido solicitado à direção do estabelecimento a higienização do local hora antes de acontecer, a equipe da limpeza do estabelecimento fez todo o processo, disponibilizando frasco de álcool em gel em alguns pontos do local de realização.

Conforme os alunos foram chegando, foi entregue uma embalagem contendo uma máscara e um tubo de álcool em gel para cada um deles, foi deixada uma caixa de luvas descartáveis na entrada do laboratório a disposição, caso algum deles quisesse utilizar esse material.

O encontro foi realizado no dia 13/11/2020, iniciando às 9h15mim e se estendeu até as 12h10minutos, utilizando alguns recursos disponíveis no laboratório, como: quadro branco, canetas coloridas para utilizar no quadro e data show.

O encontro iniciou com uma aula expositiva dialogada, buscando apresentar os diferentes modelos atômicos existentes, bem como discutir de maneira mais profunda e detalhada o modelo atômico de Bohr.

Em seguida, foi utilizada a história da Ciência e juntamente com alguns recortes sobre a história da eletricidade, até definir os materiais condutores, isolantes e semicondutores.

Durante a exposição dialogada foram mencionados vários exemplos de materiais condutores e isolantes, existentes no cotidiano dos alunos. Em seguida, foram trabalhados os semicondutores, suas características e propriedades, esclarecendo, aos alunos, que este material tanto pode se comportar como condutores ou isolantes.

Os materiais semicondutores podem ser classificados em dois tipos: intrínseco e extrínseco, isso ocorre quando são misturadas substâncias em sua estrutura de modo que a propriedade elétrica do material seja alterada, assim diz-se que o semicondutor foi dopado.

Ao expor sobre os materiais semicondutores, foram citados os elementos químicos mais comuns que são utilizados na dopagem de elementos sendo os átomos trivalentes ou pentavalentes, e que dependendo dessa dopagem tem-se uma estrutura cristalina tipo P (material positivo) e uma estrutura cristalina tipo N (material negativo). Para essa etapa foi utilizado o projetor multimídia a fim de apresentar imagens e o quadro para descrever os processos de dopagem.

E para finalizar foi apresentado o componente eletrônico *Led*, diodo emissor de luz, discutindo sua estrutura, funcionamento e características.

Os conceitos trabalhados nessa aula expositiva tiveram um nível mais elevado de complexidade, em que o estudante foi preparado para uma nova situação problema que será apresentada no encontro seguinte, com mais complexidade do que a do início da aplicação da proposta. De acordo com as figuras 14 e 15, pode-se observar que os educandos ficaram atentos às explicações e demonstraram interesse no assunto que estava sendo trabalhado.

Figura 14 - Laboratório de informática



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 15 - Alunos durante a implementação



Fonte: Autoria própria (2021).

Após a finalização da aula expositiva, foi deixado alguns minutos em aberto para os alunos perguntarem ou comentarem sobre a aula, alguns falaram que estava clara a explicação e que não seria necessário nenhum comentário.

Assim, chegou-se ao momento final deste encontro, na qual houve a realização de uma atividade prática. Tal atividade era simples, constituía-se apenas em ligar um Led utilizando uma bateria de 9 *volts*. No entanto, a atividade possibilitou um momento privilegiado em que os alunos trouxeram à memória o conteúdo já estudado de associação de resistores em série, pensando num divisor de tensão, visto que a tensão máxima que poderia ser fornecida ao Led era de 3 *volts*. Também foi possível aplicar o conceito de polarização direta e polarização inversa do material semiconductor, e, perceber quando o mesmo atua como condutor e quando atua como isolante.

Para este experimento os alunos se dividiram em duplas e foi disponibilizada uma bateria, led's de cores diferente e um resistor, os alunos tiveram que calcular qual seria o valor adequado do resistor para utilizarem na montagem. Relembrando aos estudantes sobre a tensão dos Led's, como sua cor é constituída, podendo ter brilho mais ou menos intenso.

De decorrer da atividade experimental, conforme as figuras 16, 17, 18 e 19, os educandos questionaram a diferença de tamanho dos terminais do Led, então explicado que o terminal maior deveria ser conectado ao polo positivo da bateria, a fim de estabelecer a polarização direta, permitindo assim que ele emita luz.

Figura 16 - Montagem do experimento



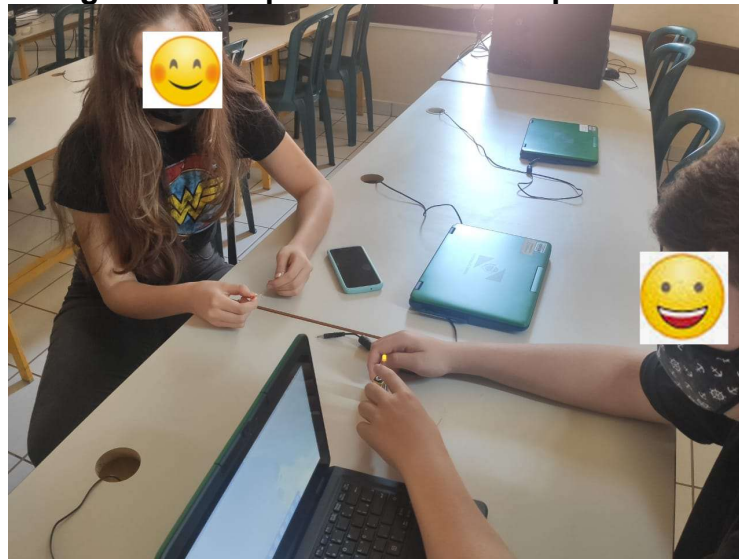
Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 17 - Finalização da montagem



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 18 - Dupla realizando o experimento



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 19 - Led aceso a uma bateria



Fonte: Autoria própria (2021).

Depois das duplas montarem e discutirem sobre o experimento, foi feita novamente a montagem de forma mais lenta e explicando detalhes sobre a maneira correta de como montar para que o led acendesse corretamente, e ainda, reforçando como identificar a parte positiva ou negativa dos terminais.

Assim, foi realizado o fechamento deste encontro, com um agradecimento à participação de todos e parabenizando-os pela disposição de querer aprender mais, alguns alunos comentaram que gostaram, pois, algumas aplicações do assunto eles não sabiam, mas que agora estava claro com a explicação. Foi avisado que faltavam apenas dois encontros para finalizar a aplicação e que seriam realizados através com *Google Meet*, conforme o horário já combinado.

4.4 Quarto encontro

Para este quarto encontro foi trabalhado a sexta etapa da UEPS, denominada de Reconciliação Integradora, de forma assíncrona e síncrona, pelo *Google Meeting*, de acordo com a descrição do quadro 17.

Quadro 17 - Etapa e descrição da UEPS do quarto encontro

ENCONTRO	ETAPA DA UEPS	MODALIDADE	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
4º ENCONTRO (1 AULA)	RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA	ASSÍNCRONA E SÍNCRONA	Para o momento assíncrono os estudantes serão convidados a utilizar um simulador, previamente escolhido e detalhado pelo professor e no momento síncrono. Após trabalhar o simulador, o professor apresentará uma nova situação problema, em um nível mais elevado de complexidade.

Fonte: Autoria própria (2021).

Com o intuito de complementar o estudo dos Modelos Atômicos, trabalhados no encontro anterior, foi utilizado um simulador do PHET Colorado, intitulado “Modelo Atômico de Bohr”, figura 20, para que os estudantes acomodassem em sua estrutura cognitiva os conceitos já estudados.

Figura 20 - Print screen do simulador modelo do átomo de hidrogênio



Fonte: MODELOS (2020)¹⁶

¹⁶ 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.

Para realização deste encontro foi enviado na sala virtual dos alunos, um roteiro para a utilização do simulador, passo a passo desde o acesso ao Google até a última parte perpassando todo o processo.

No momento inicial de nossa aula pelo *Google Meet*, foi perguntado aos alunos se eles acessaram o roteiro do simulador que estava postado no *Google Classroom*, ficando claro que apenas 50% dos alunos tinham acessado a página e tentaram mexer. No entanto, relataram que tiveram dificuldade em manusear tal simulador.

Então, juntamente com os alunos, foi realizado o passo a passo do roteiro proposto, a fim de que pudessem compreender como se daria o manuseio do simulador, dando espaço entre um passo e outro para que comentassem sobre cada uma das etapas.

Ao finalizar a simulação, foi comentado sobre outros Modelos Atômicos que o simulador traz.

Finalizando a explicação do simulador, os estudantes comentaram que a parte teórica, que foi trabalhada no encontro anterior, o entendimento após a realização do experimento.

No segundo momento deste encontro, de acordo com a etapa da UEPS foi trazida uma nova situação problema, aumentando o nível de complexidade sobre o assunto e disponibilizado o texto: “Lâmpadas de Led ou lâmpadas comuns?” na sala virtual de estudos dos alunos.

Em seguida, foi solicitado que os alunos realizassem a leitura do texto para debater sobre o mesmo no próximo encontro e respondessem o formulário com a seguinte pergunta: “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?”.

Para finalizar esse encontro, foi marcada a data do próximo encontro, no caso seria o último, e os estudantes comentaram que o tempo havia passado rápido

4.5 Quinto encontro

Neste encontro, foi retomada a sexta etapa da UEPS e finalizada com a sétima etapa que é a Avaliação, conforme descrito no quadro 18.

Quadro 18 - Etapa de descrição da UEPS do quinto encontro

ENCONTRO	ETAPA DA UEPS	MODALIDADE	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
5º ENCONTRO (1 AULA)	AVALIAÇÃO	ASSÍNCRONA	<p>A avaliação será realizada no decorrer da implementação do produto educacional por meio dos formulários, das discussões durante as aulas e na realização das atividades práticas (simulador e experimento).</p> <p>Será aplicada uma avaliação individual com questões que exijam compreensão dos tópicos estudados e evidencie a aprendizagem significativa.</p>

Fonte: Autoria própria (2021).

O primeiro momento do último encontro, foi iniciado com um debate sobre o texto lido pelos estudantes, pedindo para que eles comentassem alguns pontos importantes.

Após a discussão foi elaborada uma resposta única que pode satisfazer a pergunta deixada no encontro anterior, em que é possível perceber que os alunos acrescentaram conceitos que foram discutidos no decorrer da implementação do produto educacional, chegando a uma resposta em comum para todos. O questionário respondido pelos alunos está descrito no quadro 19.

Quadro 19 - Questão do texto: “Lâmpadas de Led ou lâmpadas comuns?”

Questão: 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?	
Aluno 01	Sim;
Aluno 02	<p>Sim; basicamente existem três tipos de lâmpadas mais utilizadas, sendo;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fluorescente: com uma funcionalidade baseada na ionização de gases confinados em seu interior. Ao retornarem ao estado inicial, os gases emitem luz. - Halógena: contém uma pequena quantidade de gás halogênio dentro do bulbo.

	<p>- LED: Usam uma série de diodos emissores, dopados com silício ou germânio, para produzir luz. Se deve trocar as lâmpadas antigas pelas novas, basicamente para se obter um melhor desempenho luminoso, e um consumo energético mais eficaz;</p>
Aluno 03	<p>Sim;</p>
Aluno 04	<p>Consigo, além de uma melhor qualidade, também a economia de energia que gera uma lâmpada de LED;</p>
Aluno 05	<p>As lâmpadas de led vieram para realmente melhorar a nossa vida, pois elas são mais econômicas, tem maior duração, uma ótima funcionalidade, e entre outros fatores... (Comparando com a incandescente e a fluorescente);</p>
Aluno 06	<p>sim, as atuais têm sua durabilidade bem maior, iluminam mais e consomem menos energia;</p>
Aluno 07	<p>sim, as atuais são mais luminosas, duradoura e econômicas;</p>
Aluno 08	<p>Sim, temos que optar pelas lâmpadas mais econômicas, e menos prejudiciais ao meio ambiente;</p>
Aluno 09	<p>Por gastar menos energia e ter um ciclo de vida maior;</p>
Aluno 10	<p>Sim, pois todos temos a ganhar com essa nova troca tecnologia em iluminação, economia em energia, menos impacto ambiental, menor aquecimento nos ambientes, redução da demanda energética;</p>
Aluno 11	<p>Sim;</p>
Aluno 12	<p>Sim.</p>

Fonte: Autoria própria (2021).

As respostas dos alunos foram satisfatórias, pode-se perceber que houve mudanças em relação ao conhecimento prévio com o conhecimento adquirido ao final

da implementação, provocando assim uma mudança em sua estrutura mental pré-existente, conforme Ausubel (1980).

Ao fazer um comparativo do aluno 02, da questão trabalhada no início da aplicação do produto com a questão final, verificou-se a construção de um novo conhecimento em relação às lâmpadas.

Aluno 02: A mais marcante entre elas é que a incandescente produz uma luz meio amarelada que não ilumina muito, gasta bastante energia, não dura muito, mas é bem barata, a fluorescente já é branca, um pouco mais cara, dura um pouco mais que a incandescente e ilumina um pouco mais, a de LED tem o preço mais elevado que as outras e consomem bem menos energia e dura muito mais que as demais;

Aluno 02: Sim; basicamente existem três tipos de lâmpadas mais utilizadas, sendo: - Fluorescente: com uma funcionalidade baseada na ionização de gases confinados em seu interior. Ao retornarem ao estado inicial, os gases emitem luz.

- Halógena: contém uma pequena quantidade de gás halogênio dentro do bulbo; - LED: Usam uma série de diodos emissores, dopados com silício ou germânio, para produzir luz. Se deve trocar as lâmpadas antigas pelas novas, basicamente para se obter um melhor desempenho luminoso, e um consumo energético mais eficaz;

Na primeira parte desta resposta o aluno trouxe relações mais simples, pois era a que ele sabia conforme o seu cotidiano e o pouco que ele já havia estudado em séries anteriores, na segunda parte foi possível observar que sua justificativa foi mais aprofundada utilizando conceitos físicos, referindo aos gases que possuem nessas lâmpadas e enfocando a importância de se trocar as lâmpadas de modelos mais antigos pelos modelos atuais.

Outra resposta que em foi possível notar a mudança foi a do aluno 05, que no primeiro questionário sobre o conhecimento prévio, citou que a diferença entre as lâmpadas era o material, sendo uma resposta de formato vago. No questionário final o aluno comentou sobre a lâmpada de led que são modelos atuais e melhores para utilizar no dia a dia.

Aluno 05: Material utilizado

Aluno 05: As lâmpadas de led veio pra realmente melhorar a nossa vida, pois elas são mais econômicas, tem maior duração, uma ótima funcionalidade, e entre outros fatores... (Comparando com a incandescente e a fluorescente);

Alguns alunos, como por exemplo: 06, 07, 08 e 10 trouxeram respostas que coincidem em alguns aspectos, como: luminosidade, consumo de energia, durabilidade e a preocupação com o meio ambiente.

Aluno 06: sim, as atuais têm sua durabilidade bem maior, iluminam mais e consomem menos energia;

Aluno 07: sim, as atuais são mais luminosas, duradouras e econômicas;

Aluno 08: Sim, temos que optar pelas lâmpadas mais econômicas, e menos prejudiciais ao meio ambiente;

Aluno 09: Por gastar menos energia e ter um ciclo de vida maior;

Aluno 10: Sim, pois todos temos a ganhar com essa nova troca tecnologia em iluminação, economia em energia, menos impacto ambiental, menor aquecimento nos ambientes, redução da demanda energética;

Para finalizar os estudantes responderam um questionário referente a última etapa da UEPS, que é a Etapa da Efetividade, como apresentada no quadro 20, onde foi evidenciada a aprendizagem significativa.

Quadro 20 - Etapa final e descrição da UEPS

ENCONTRO	ETAPA DA UEPS	MODALIDADE	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
	EFETIVIDADE	ASSÍNCRONA	Esta é tarefa do professor, que deve estudar e comparar as respostas obtidas durante o processo de ensino aprendizagem.

Fonte: Autoria própria (2021).

As respostas que foram dadas pelos estudantes no questionário da Efetividade, estão descritas no quadro 21, correspondendo a uma tarefa que o professor deve analisar, estudar e comparar durante todo o processo de ensino aprendizagem ocorrido no decorrer da aplicação.

Quadro 21 - Questionário sobre a efetividade

1) O que achou do tema “Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Ensino de Semicondutores “que foi trabalhado nessa proposta?	
11 Alunos 1 Aluno	Muito Bom; Bom;
2) Como você avalia nossos encontros durante a implementação deste produto educacional?	

11 Alunos 1 Aluno	Muito Bom; Bom;
3) O conteúdo trabalhado nos encontros e nas atividades realizadas tinham relação com o cotidiano? Exemplifique.	
Aluno 01	Sim, pois com ele conseguimos compreender melhor como funcionam aparelhos utilizados em nossas casas;
Aluno 02	Sim; estava relacionado diretamente com o cotidiano, pois, nos encontros ministrados, foram desenvolvidos aspectos relacionados à evolução de equipamentos tecnológicos amplamente presentes no dia a dia, como por exemplo os aparelhos televisores e os LEDs;
Aluno 03	Sim, pois falava sobre as lâmpadas de led, que sempre está no nosso cotidiano;
Aluno 04	Sim, como por exemplo, as lâmpadas e televisões que usamos no dia a dia;
Aluno 05	Tinha sim, eu mesma não sabia diferenciar muito bem as lâmpadas e nem como é o funcionamento do led, que hoje é tão presente em nossas vidas;
Aluno 06	Sim, além de termo visto sobre a evolução das tv's, a substituição do sinal analógico pelo digital, a evolução das lâmpadas, vimos um pouco das suas aplicações atuais, já que a grande parte dos aparelhos eletrônicos faz uso de LEDs e aprender um pouco sobre isso garanto que foi bem útil;
Aluno 07	Sim, pois a lâmpada é essencial no nosso dia a dia;
Aluno 08	Sim, tudo certo;
Aluno 09	Sim;
Aluno 10	Sim, pois temos em nossa casa a maioria dos assuntos que foram falados na aula;
Aluno 11	Sim, porque as lâmpadas estão no nosso dia a dia;
Aluno 12	Sim, a substituição das tvs de tudo pelas de led e a troca das lâmpadas incandescentes pelas de led.
4) A metodologia utilizada durante as aulas facilitou seu entendimento do conteúdo?	

12 Alunos	Sim.
5) As atividades realizadas estavam coerentes com o assunto apresentado?	
12 Alunos	Sim.
6) O material utilizado era de fácil compreensão?	
12 Alunos	Sim.
7) Em relação ao tema abordado, suas expectativas foram atendidas?	
12 Alunos	Sim.
8) Foi possível durante as aulas perceberem a relação com outros conteúdos disciplinares? Justifique.	
Aluno 01	Física e Química;
Aluno 02	Sim, nas aulas ministradas foi possível perceber relação principalmente com conteúdos da disciplina de Química, presente no processo de dopagem dos diodos;
Aluno 03	Sim, pois apresentava conteúdos químicos também;
Aluno 04	Sim, com Química;
Aluno 05	Sim, ligação covalente eu já havia visto na disciplina de Química;
Aluno 06	Sim, houve relação com conteúdos de química, por exemplo, desde os modelos atômicos e a distribuição eletrônica;
Aluno 07	Sim. Eu percebi que tinha relação com Química e Física;
Aluno 08	Sim;
Aluno 09	Sim, com a disciplina de Química, principalmente quando se abordou o assunto sobre o funcionamento de uma bateria;
Aluno 10	Sim;
Aluno 11	Sim Química parece bastante;
Aluno 12	Sim, principalmente na Química, por causa dos elementos químicos.

9) Durante a aplicação do produto educacional você percebeu a relação Ciências, Tecnologia e Sociedade?	
12 Alunos	Sim.
10) Dos recursos utilizados (Simulador, Formulário, Experimento e Texto), qual(is) você mais gostou? Comente.	
Aluno 01	Simulador e Experimento;
Aluno 02	Particularmente, gostei mais do experimento por poder observar na prática o que estava sendo trabalhado pelo professor;
Aluno 03	Experimento;
Aluno 04	Do experimento, quando conseguimos acender um Led numa bateria;
Aluno 05	Simulador, experimento e formulário, pois fez com que a gente pudesse observar melhor o funcionamento do led;
Aluno 06	Do experimento e texto, o texto permitia uma fundamentação teórica do conteúdo e o experimento mostrava em detalhes esse funcionamento;
Aluno 07	Do simulador e do experimento;
Aluno 08	Simulador e experimento;
Aluno 09	Todos, mas principalmente o experimento de como um led funciona;
Aluno 10	Formulário;
Aluno 11	Acender o led com a pilha;
Aluno 12	As aulas presenciais e os textos.
11) Você acredita que os conteúdos trabalhados foram capazes de colaborar com seu aprendizado? Comente.	
Aluno 1	Sim;
Aluno 2	Acredito que sim; pois a aplicação de tais conteúdos me possibilitou ter uma visão contextualizada dos assuntos que já são ministrados em sala geralmente. Assim pude ver na prática a funcionalidade de alguns equipamentos corriqueiros;

Aluno 3	Sim;
Aluno 4	Com certeza, nos ajuda a compreender melhor como funcionam as coisas em nossa volta;
Aluno 5	Sim;
Aluno 6	Sim, passei a conhecer um pouco mais sobre alguns aparelhos e sobre os LEDs em si;
Aluno 7	Sim, pois adquirimos muito conhecimento para nossa vida;
Aluno 8	Sim, foi tirado todas as minhas dúvidas;
Aluno 9	Sim, pois além de ótimos textos e explicações, teve também um experimento que complementou ainda mais o contexto do conteúdo;
Aluno 10	Sim;
Aluno 11	Sim;
Aluno 12	Sim, ele mostrou como funciona por dentro de tudo tecnológico que temos.
12) O que você acredita que poderia ter melhorado no decorrer das aulas? Registre sua opinião ou comentário.	
Aluno 01	Foi tudo ótimo;
Aluno 02	Em minha opinião, em relação a organização e didática da Professora Luciana e do Mestre (que não me lembro o nome), não acho que tenha algo para melhorar, já que as aulas foram de extrema qualidade e muito didáticas. Minha única crítica é que eu gostaria que tivessem sido aulas presenciais, já que é um contexto muito prático. Entretanto entendo que, com a pandemia, isso não foi possível por conta dos protocolos de segurança;
Aluno 03	Estava tudo em perfeito entendimento;
Aluno 04	Acredito que pelo conteúdo apresentado, as aulas estavam muito bem-feitas, e as explicações ficaram bem claras;
Aluno 05	Acredito que nada, foi um aprendizado muito bom;
Aluno 06	Uma maior interação entre os alunos;
Aluno 07	Nada;

Aluno 08	Somente mesmo mais aulas presenciais, que infelizmente não podemos ter!
Aluno 09	Creio que saiu como o esperado;
Aluno 10	Aprendi mais sobre o led;
Aluno 11	Foi muito bom;
Aluno 12	Ter mais aulas presenciais.

Fonte: Autoria própria (2021).

4.5.1 Análise do questionário sobre a Efetividade

Ao final da implementação foi aplicado o questionário sobre a efetividade, com questões nas quais foi possível verificar a aprendizagem significativa sobre o assunto trabalhado.

As respostas atribuídas pelos educandos mostraram que houve uma disposição em querer aprender sobre o tema abordado, com a participação no decorrer das aulas, perguntas feitas por eles e a participação durante a socialização das atividades.

As perguntas contidas no questionário estavam divididas em objetivas e abertas. Nas questões objetivas o educando tinha quatro opções, sendo elas: Muito Bom, Bom, Regular e Ruim. De forma geral as respostas foram satisfatórias, em que os educandos compreenderam o objetivo do trabalho e também puderam relacionar com situações do seu cotidiano e outras que trouxeram um novo conhecimento.

As questões 01 e 02, estavam relacionadas ao tema e aos encontros do produto educacional, em que aproximadamente 92% dos alunos responderam muito bom, os demais assinalaram a opção bom, percebeu-se que o tema possa ter chamado a atenção e o interesse em participar.

Ao perguntar na questão 03 se o conteúdo trabalhado e as atividades estavam coerentes com situações do seu cotidiano os educandos responderam de maneira satisfatória, e dentre as respostas citamos três que mostraram que o trabalho teve significado.

Aluno 02: Sim, estava relacionado diretamente com o cotidiano, pois, nos encontros ministrados, foram desenvolvidos aspectos relacionados a evolução de equipamentos tecnológicos amplamente presentes no dia a dia, como por exemplo os aparelhos televisores e os LEDs;

Aluno 05: Tinha sim, eu mesma não sabia diferenciar muito bem as lâmpadas e nem como é o funcionamento do led, que hoje é tão presente em nossas vidas;

Aluno 06: Sim, além de termo visto sobre a evolução das tv's, a substituição do sinal analógico pelo digital, a evolução das lâmpadas, vimos um pouco das suas aplicações atuais, já que a grande parte dos aparelhos eletrônicos faz uso de LEDs e aprender um pouco sobre isso garanto que foi bem útil;

Quando foi perguntado sobre a metodologia aplicada no decorrer da implementação, se as atividades estavam coerentes ao assunto, o material era de fácil entendimento, se o tema atendeu as expectativas e a relação com a Ciência, Tecnologia e Sociedade nas questões 04, 05, 06, 07 e 09 a resposta atingiu o 100% de satisfação entre os educandos.

Os educandos conseguiram relacionar o trabalho de forma interdisciplinar questão 08, afirmando relação com a disciplina de Química, citando os modelos atômicos, distribuição eletrônica e os elementos químicos.

Ao se referir sobre os recursos utilizados, questão 10, o simulador e o experimento agradaram vários alunos. O experimento, quando trabalhado, facilita a observação de como os fenômenos físicos acontecem, sendo possível mostrar que a Física não é somente cálculos matemáticos. Hoje a utilização de simuladores no ensino de Física como um recurso didático em sala de aula pode ser considerado um facilitador no processo de ensino e aprendizagem, em que o aluno pode construir conceitos e criar hipóteses auxiliando em sua aprendizagem significativa.

Na questão 11 foi perguntado se os conteúdos trabalhados contribuíram para o processo de aprendizagem, as respostas foram das mais simples, com apenas um sim e outras que comentaram sobre o que se foi trabalhado, como exemplo os alunos 02 e 09.

Aluno 02: Acredito que sim; pois a aplicação de tais conteúdos me possibilitou ter uma visão contextualizada dos assuntos que já são ministrados em sala geralmente. Assim pude ver na prática a funcionalidade de alguns equipamentos corriqueiros;

Aluno 09: Sim, pois além de ótimos textos e explicações, teve também um experimento que complementou ainda mais o contexto do conteúdo;

Na questão final foi solicitado aos educandos que eles comentassem sobre alguns pontos que poderiam ser melhorados na implantação do produto. As respostas

em geral apresentadas foram satisfatórias, porém a preferência de alguns era participarem com mais aulas na forma presencial, mas com a situação de pandemia em que estamos foi compreendida por eles esta forma de aplicação remota. Vejamos a resposta do aluno 02 e 04:

Aluno 02: Em minha opinião, em relação a organização e didática da Professora Luciana e do Mestre (que não me recordo o nome), não acho que tenha algo para melhorar, já que as aulas foram de extrema qualidade e muito didáticas. Minha única crítica é que eu gostaria que tivessem sido aulas presenciais, já que é um contexto muito prático. Entretanto entendo que, com a pandemia, isso não foi possível por conta dos protocolos de segurança;

Aluno 04: Acredito que pelo conteúdo apresentado, as aulas estavam muito bem-feitas, e as explicações ficaram bem claras;

Por fim, as respostas dadas pelos educandos mostraram que tiveram um interesse em aprender e também seus conhecimentos foram modificados no decorrer da implementação, em que ficou visível a aprendizagem significativa e a vontade de querer estudar mais conforme a teoria aplicada por Ausubel.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudar não é uma tarefa fácil, há vários alunos desmotivados em relação aos estudos, levando alguns a evasão sem mesmo concluírem o Ensino Médio. Com isso, o professor precisa estar se aperfeiçoando cada vez mais e inovando suas aulas, através de metodologias diferenciadas, conteúdos que estejam inseridos no cotidiano, e ainda, despertar o interesse do aluno em aprender.

Para o estudante a aprendizagem precisa fazer sentido, não ser apenas algo momentâneo. O aprender precisa deixar de ser mecânico e passar a ter significado, tornando o estudante um participante crítico e ativo no decorrer das aulas. Assim, o produto educacional foi pensado para que viesse a acrescentar ao conhecimento prévio dos estudantes, com um conteúdo que chamasse a atenção e instigasse o aluno a querer aprender mais.

Com isso, o trabalho teve o objetivo de elaborar uma sequência de ensino, utilizando a UEPS e evidenciando a Física Moderna, para isso o assunto a ser trabalhado foi sobre os materiais semicondutores, oportunizando aos educandos do Ensino Médio uma proposta interdisciplinar com a disciplina de Química.

No decorrer da aplicação desta proposta, que foi implementada através do ensino híbrido, foi possível notar que os educandos demonstraram interesse no decorrer das aulas, participando satisfatoriamente nas discussões e na realização da atividade experimental e no simulador.

O assunto trabalhado, partindo do conhecimento prévio do educando fez com que ele sentisse a vontade de querer saber mais, conforme as aulas aconteciam. Assim, por meio dos textos trabalhados, foi possível observar que os textos trabalhados, a atividade prática, as discussões e o simulador trouxeram subsídios para a aprendizagem significativa, sendo esta utilizada e fundamentada por Ausubel.

Os dados obtidos através dos questionários, apresentaram um resultado satisfatório quando comparados ao final da aplicação desta proposta, em que a problematização inicial estava relacionada com o cotidiano do estudante, e por fim, depois de trabalhar uma nova situação, com um nível de complexidade maior, pode-se observar que algo em seu conhecimento prévio foi acrescentado.

Um fato indispensável neste trabalho, foi pensar em um ambiente de estudo e aprendizagem que incentivasse os alunos a participarem e alcançasse a

aprendizagem significativa, pois as aulas estavam acontecendo de modo *online* e o contato com os alunos não era 100%, como antes, no modelo presencial.

A implementação desta proposta foi pensada inicialmente em: síncrona, assíncrona e presencial, assim o convite foi estendido aos alunos da terceira série do ensino médio, e devido a pandemia a quantidade de participantes foi limitada para que as normas da SESA fossem atendidas no decorrer do encontro presencial. A aceitação foi conforme o esperado e durante os estudos foi possível constatar que os alunos gostaram da proposta. Muitos alunos relataram que seria muito interessante ter mais momentos para estudar assuntos envolvendo a Física.

As aulas remotas estavam suprindo uma necessidade momentânea e assim veio a necessidade de inovar a partir das tecnologias, as *Google Meets* foram uma aliada no estudo dos semicondutores, com a participação efetiva dos estudantes, permitindo uma boa interação entre eles e compreensão do assunto estudado.

A proposta foi aplicada em cinco encontros, uma experiência que trouxe bons resultados na prática docente, incentivando a utilizar metodologias diferenciadas no decorrer das aulas.

Assim, os resultados obtidos através da utilização da UEPS para o estudo de semicondutores, facilita ao professor ensinar de maneira diferenciada e aos estudantes a aprender de uma forma mais atrativa. Acredita-se que demais professores possam utilizar essa proposta, adequando ao tema conforme sua realidade local e utilizando diferentes instrumentos para o processo de ensino aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- 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.
- 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.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BACICHI, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação** Porto Alegre: Penso, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 2000.
- 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.
- CHALITA, Gabriel. **Educação. A solução está no afeto**. São Paulo: Gente, 2004.
- DIODO. **Eletrônica sem limites**, 2013. Disponível em: <http://eletronicasemlimites.blogspot.com/2013/07/diodos.html>. Acesso em: 05 de out. de 2020.
- 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.
- ESPECTRO Eletromagnético. **Toda Matéria**, 2017. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/espectro-eletromagnetico/>. Acesso em: 12 de out. de 2020.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1974
- FELIX, V. Atomística. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/atomistica.htm>. Acesso em: 25 de out. de 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.

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

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

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.

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

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa**. Aula inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais - Instituto de Física - Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá- MT, 2010. Aceito para publicação, *Qurriculum*, La Laguna, Espanha, 2012.

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

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula**. Brasília: Editora da UnB. 2006. 185p.

OLIVEIRA, T. R de. **Curso Técnico em Automoção Industrial**. IFMG, 2013.

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.

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.

TIRONI, *et al.* A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de novembro de 2013.

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/>. Data de acesso: 15 de jul. de 2021.

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

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

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	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelos Atômicos; ✓ Condutores e Isolantes; ✓ Tipos de lâmpadas.
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelo Atômico de Bohr; ✓ Semicondutores; ✓ Led.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 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.



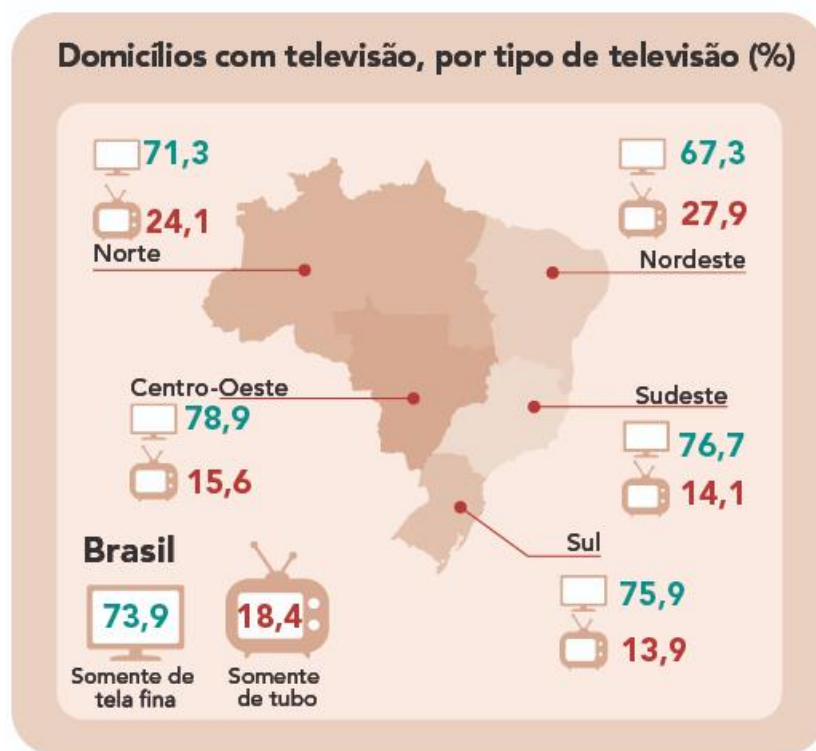
Suplemento 2: Texto de apoio

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 Cádmiio, 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.

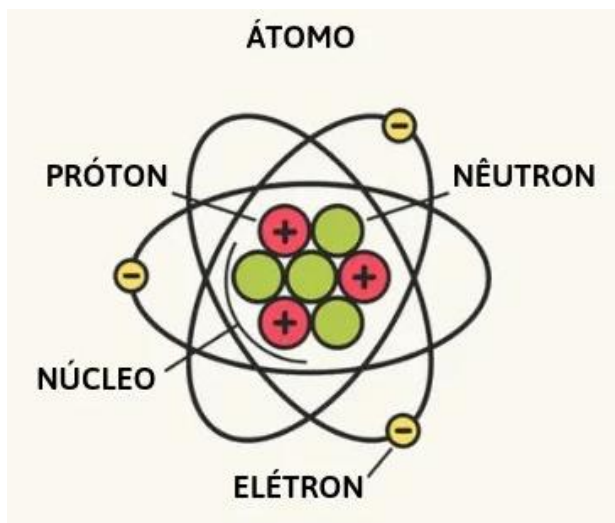
Com o passar do tempo várias tentativas foram realizadas, surgiram os modelos atômicos que foram evoluindo junto com a história da ciências, de Dalton até Schrodinger foram realizados muitos experimentos até chegarem a uma definição dessa pequena partícula formadora da matéria, o átomo (MALVINO, 1997).

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

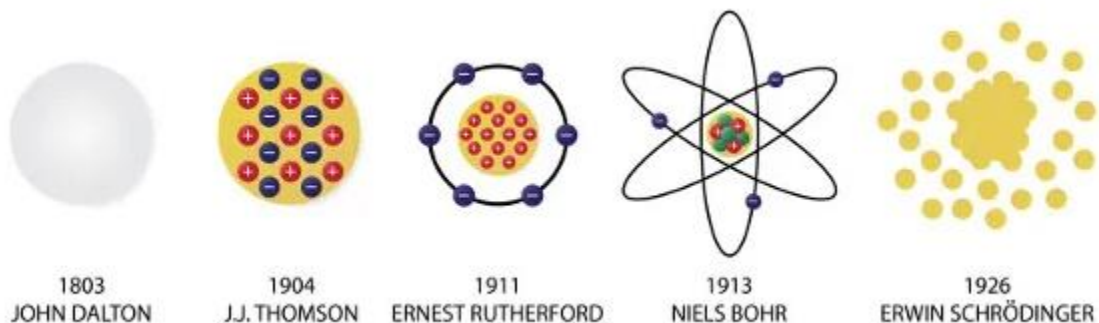
No século XIX, com os avanços tecnológicos os cientistas realizaram testes de alto nível de precisão e assim conseguiram entender mais sobre as estruturas atômicas.

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

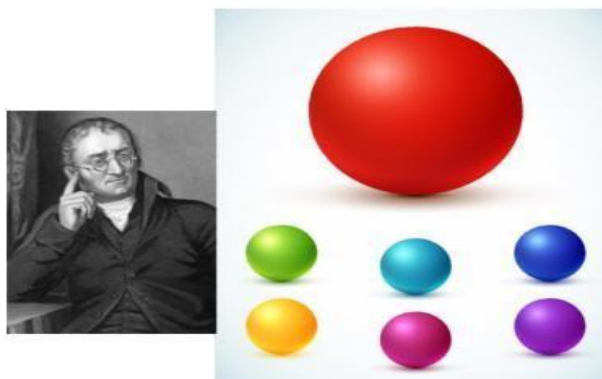


Fonte: PORFÍLIO (2021)⁵

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



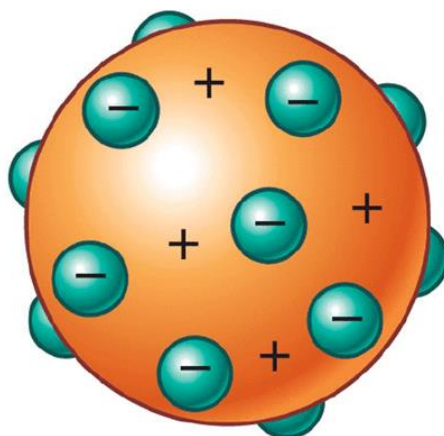
⁵ Fonte: PORFÍLIO, F. Leucípio de Demétrio. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/filosofia/leucipo-democrito>. Acesso em: 25 de out. de 2021.

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.

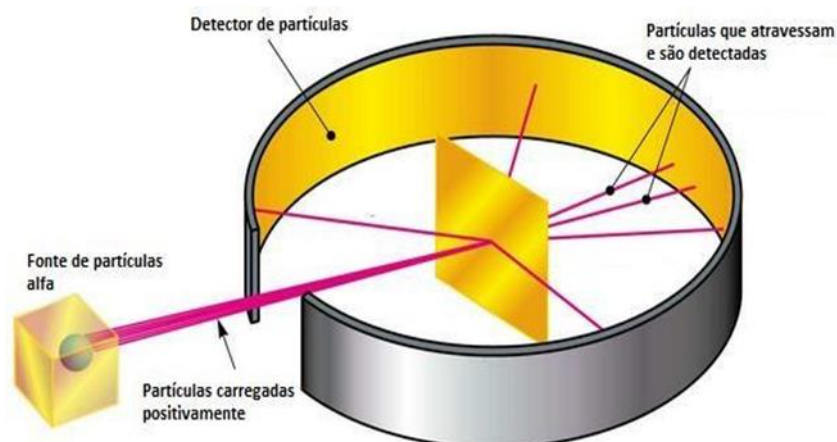
Supondo que o átomo é neutro, Thomson propôs que as cargas positivas também deveriam existir. Assim, para ele o átomo é constituído de uma partícula esférica de carga positiva, não maciça, incrustada de elétrons (negativos), de modo que sua carga elétrica total é nula.

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.

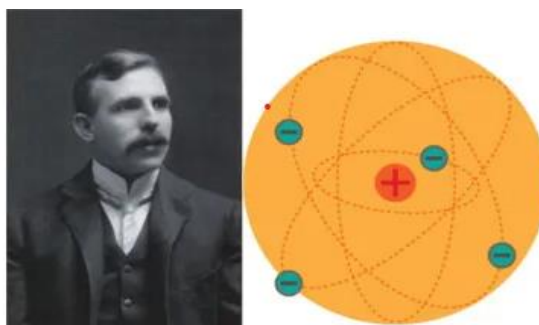
Figura 6 - Experimento Rutherford



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.

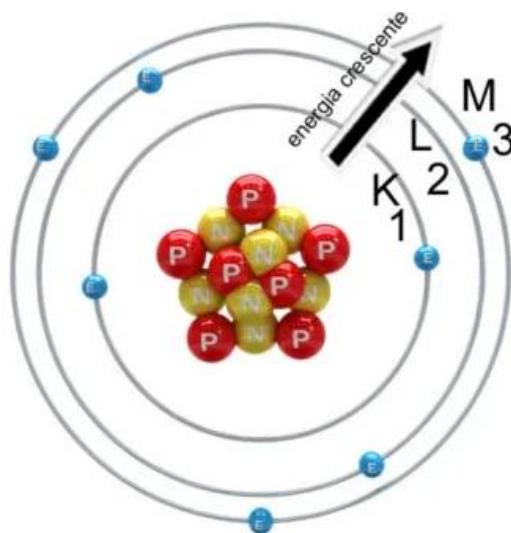
Rutherford não foi capaz de identificar a outra partícula que ficava no núcleo, os nêutrons. Essa partícula só foi identificada em 1932, pelo físico inglês James Chadwick, ao realizar um experimento envolvendo o bombardeamento de berílio por partículas alfa.

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



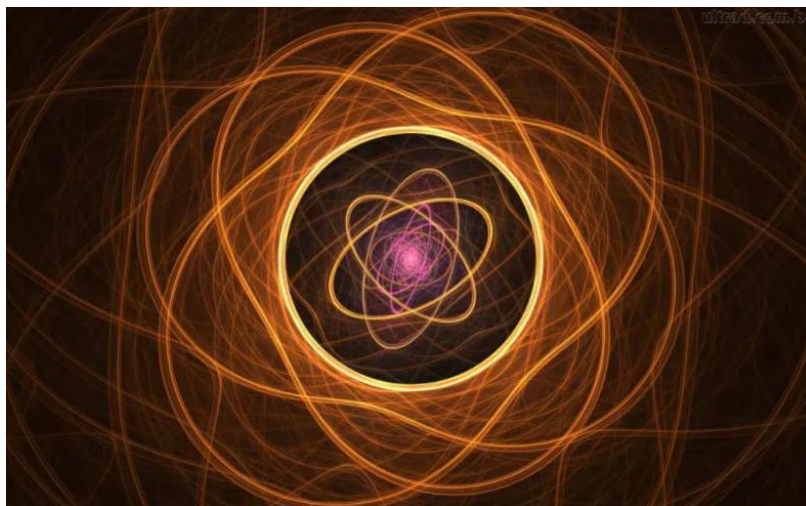
Fonte: FOGAÇA (2021)¹⁰

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

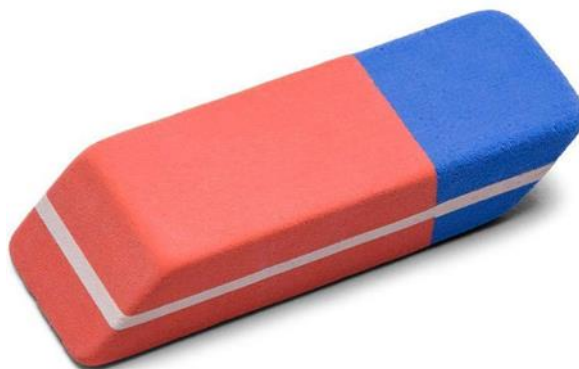
¹² **Fonte:** DANTAS, T. Condutores. **Mundo Educação.** Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/condutores-1.htm>. Acesso em: 20 de jul. de 2021.

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> <p>Tendência em ganhar elétrons, ou seja, ficar mais negativo.</p> </div>
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

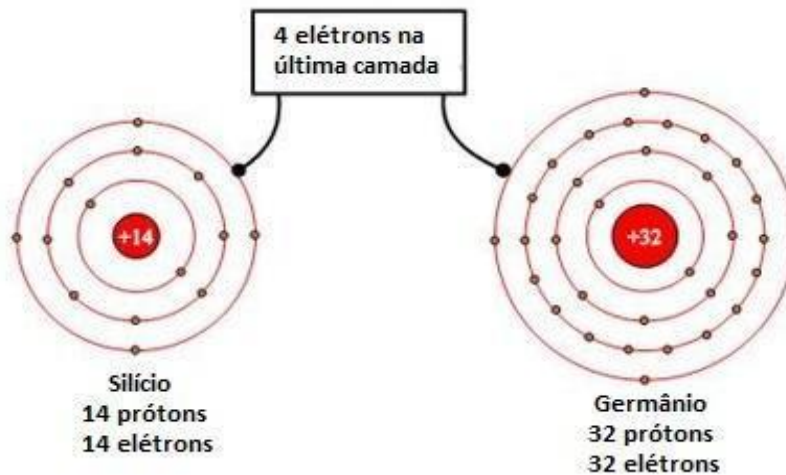
Os semicondutores mais utilizados no mercado são o silício (Si) e o germânio (Ge), elementos presentes na tabela periódica que possuem quatro elétrons de Valência na sua última camada, denominados de tetravalente.

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.

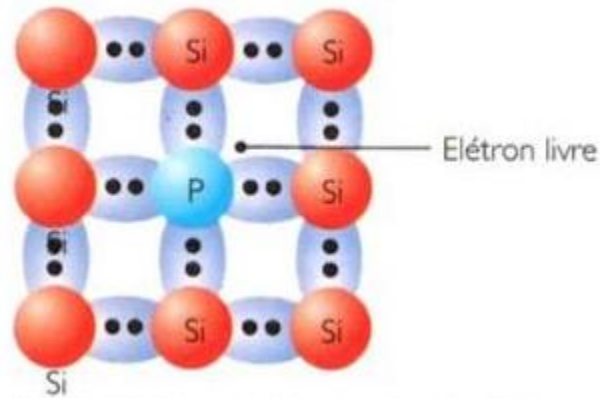
Quando são adicionadas uma dessas impurezas trivalentes a um semicondutor intrínseco percebe-se a falta de um elétron, na estrutura composta por ligações covalentes, a essa falta de elétrons dá-se o nome de lacuna, e diz-se que o material fica positivo. Agora, quando são adicionadas uma impureza pentavalente 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 semicondutor após a dopagem, passa-se a chamar esse de material tipo N.

Figura 14 - Semicondutor dopado tipo N



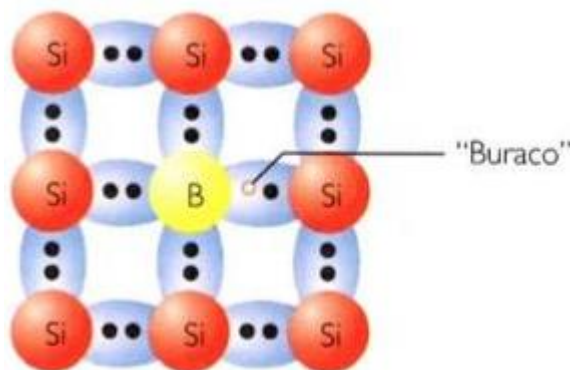
Fonte: MARTINS (2021)¹⁷

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 semicondutor.

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

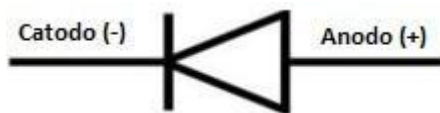


Fonte: MARTINS (2021)¹⁸

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).

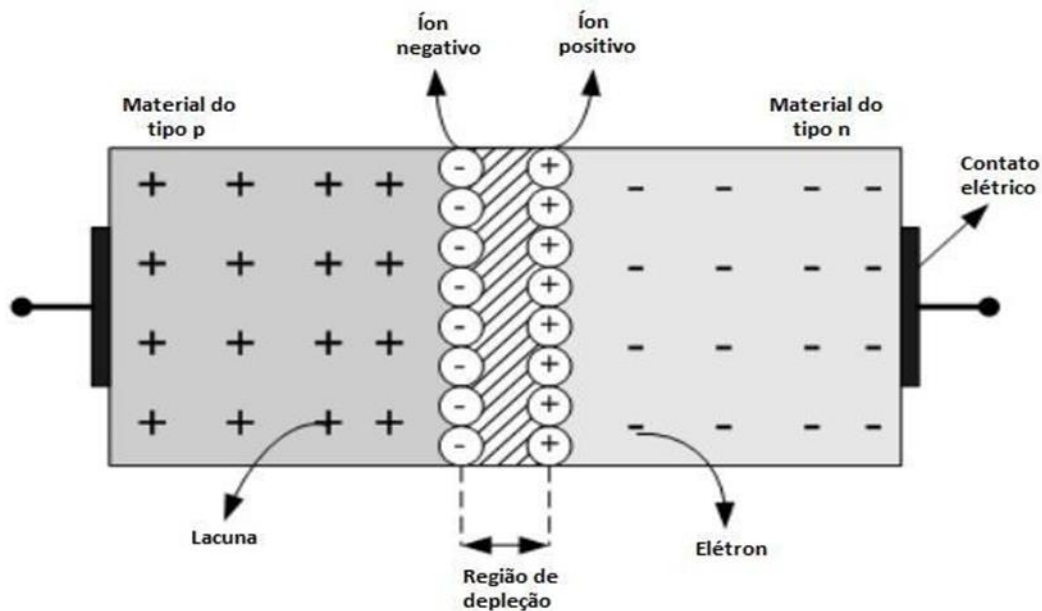
De acordo com Oliveira (2013),

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



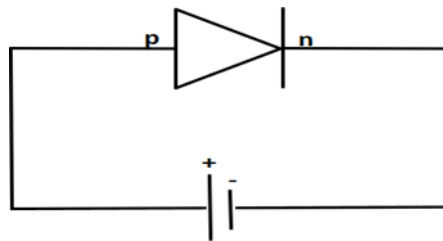
Fonte: IFSC (2016, p.12)¹⁹

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.

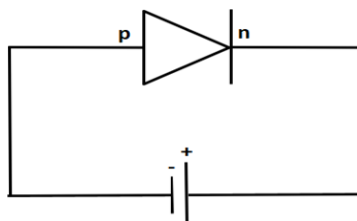
Figura 18 - Polarização direta do diodo



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

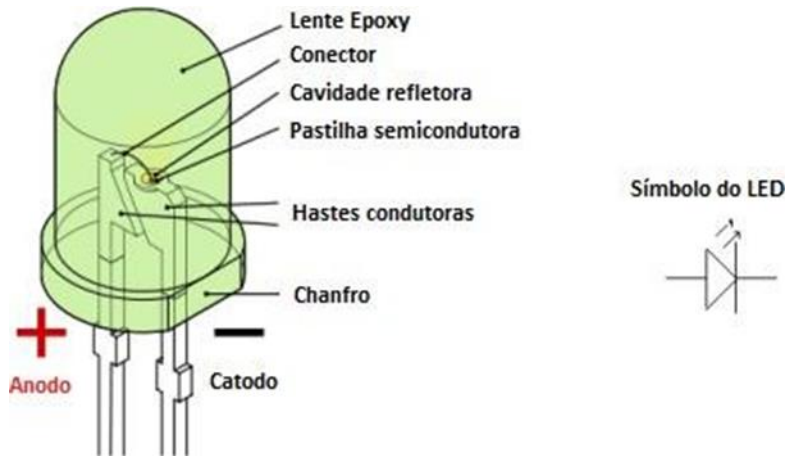
Fonte: GUIMARÃES (2017)²⁰

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.

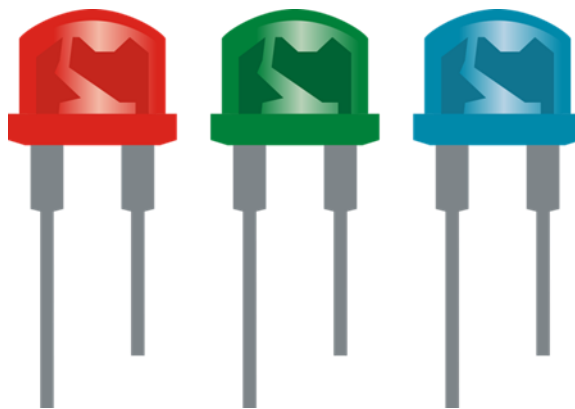
A luz emitida em uma lâmpada de Led é por um meio sólido e maciço, lembrando que ao ser polarizado de maneira correta será conduzida uma corrente que emitirá a luz, esse processo também é referido como eletroluminescência, enquanto que na lâmpada incandescente a luz é gerada quando o filamento nela existente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

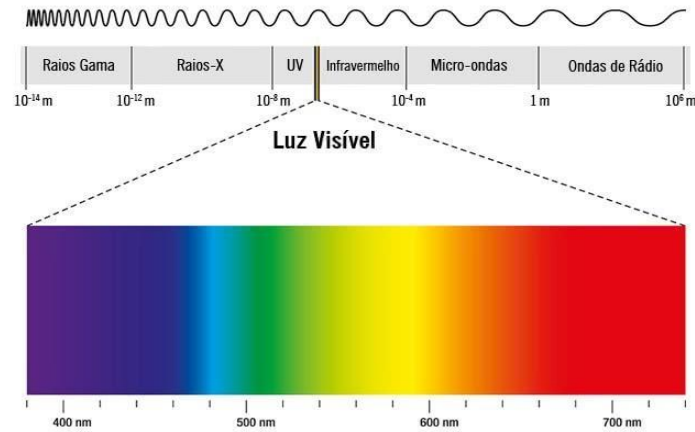


Fonte: AHMED (2017)²²

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.

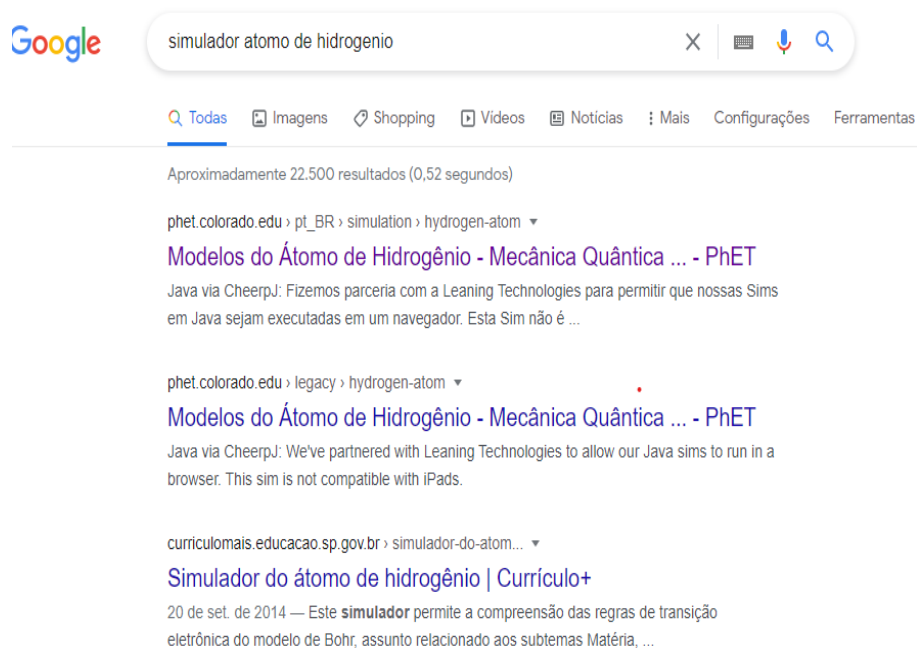


Simulador: Modelo Átomo de Hidrogênio

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.0.69i59j69i57j0i131i433j0i433j0i131i433l2j0i131i433j0l2.7228j0j15&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

The screenshot shows the PhET website interface for the 'Modelos do Átomo de Hidrogênio' simulation. At the top left are the PhET logo and the University of Colorado Boulder logo. The top right contains navigation links: SIMULAÇÕES, ENSINO, PESQUISA, ACESSIBILIDADE, and a DOAR button. Below the navigation is the simulation title 'Modelos do Átomo de Hidrogênio' and a list of topics: Mecânica Quântica, Átomo de Hidrogênio, and Modelo de Bohr. A red arrow points to the simulation player, which has a play button and a 'Versão Compatível com Navegador' badge. To the right of the player are social media icons for Facebook, Twitter, and Pinterest, along with a 'DOE' logo and a 'zalando' logo with the text 'PHET é apoiada por' and 'e educadores como você.'. Below the player is a 'Java via CheerpJ' section with a paragraph of text, a warning icon stating 'Esta Sim não é compatível com iPads', a link for 'Requisitos e Recomendações de Sistema', and a 'Versão Java' section with a paragraph of text and a 'VERSÃO JAVA' button.

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

The screenshot shows the PhET website interface with a language selection dropdown menu. The dropdown menu is open, showing 'inglês' and 'português' options, with 'português' highlighted by a red box. Below the dropdown is the PhET logo and the 'Powered By cheerpj' logo.

Fonte: MODELOS (2020)³⁰

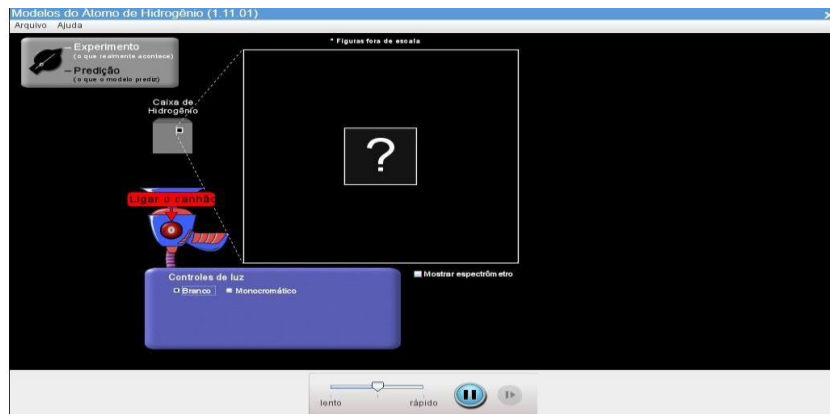
²⁹Fonte: MODELOS do Átomo de Hidrogênio. **PhET – Physics Education Technology. Disponível em:** https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom. Acesso em: 12 de mai. de 2021.

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

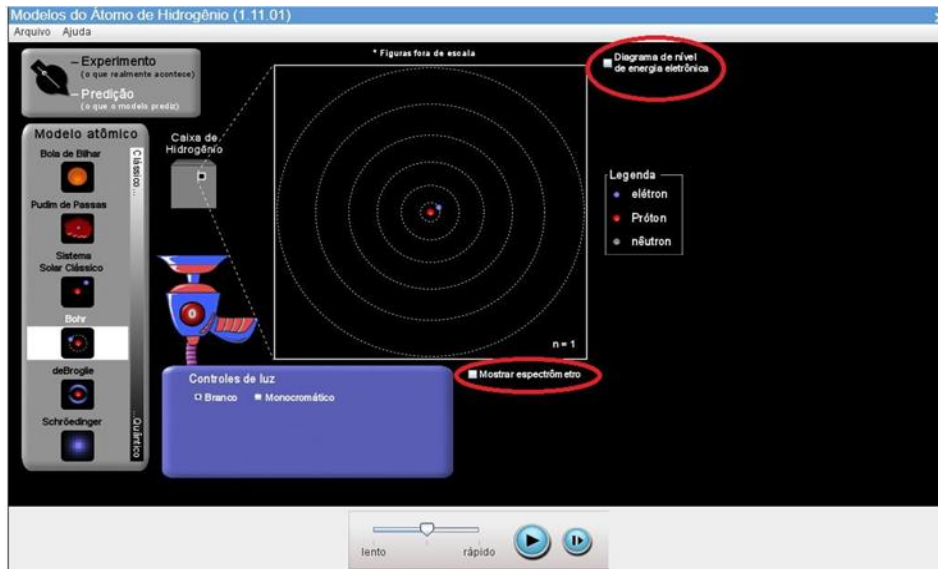


Fonte: MODELOS (2020)³²

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

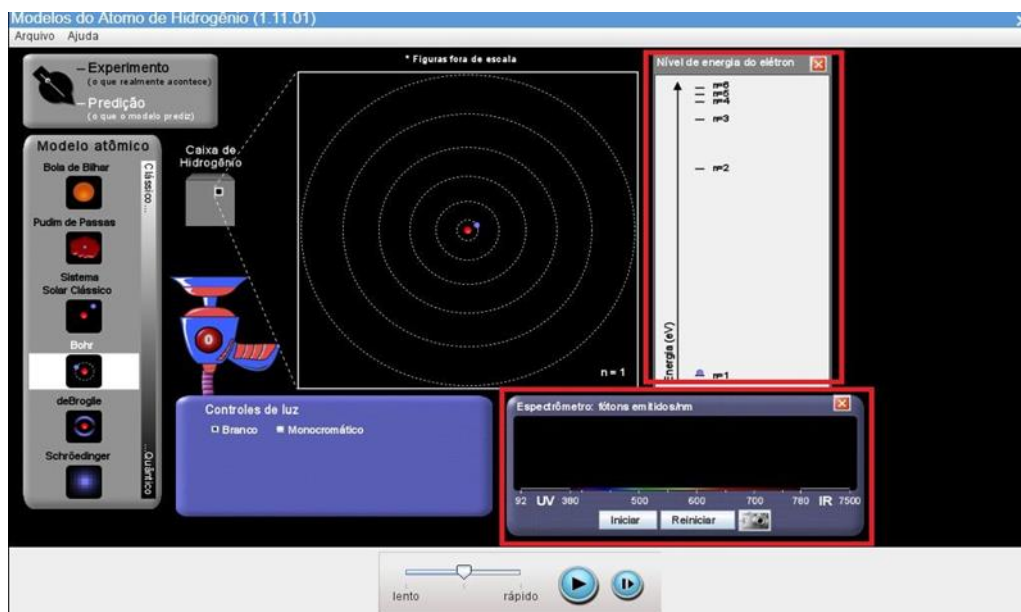


Fonte: MODELOS (2020)³³

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

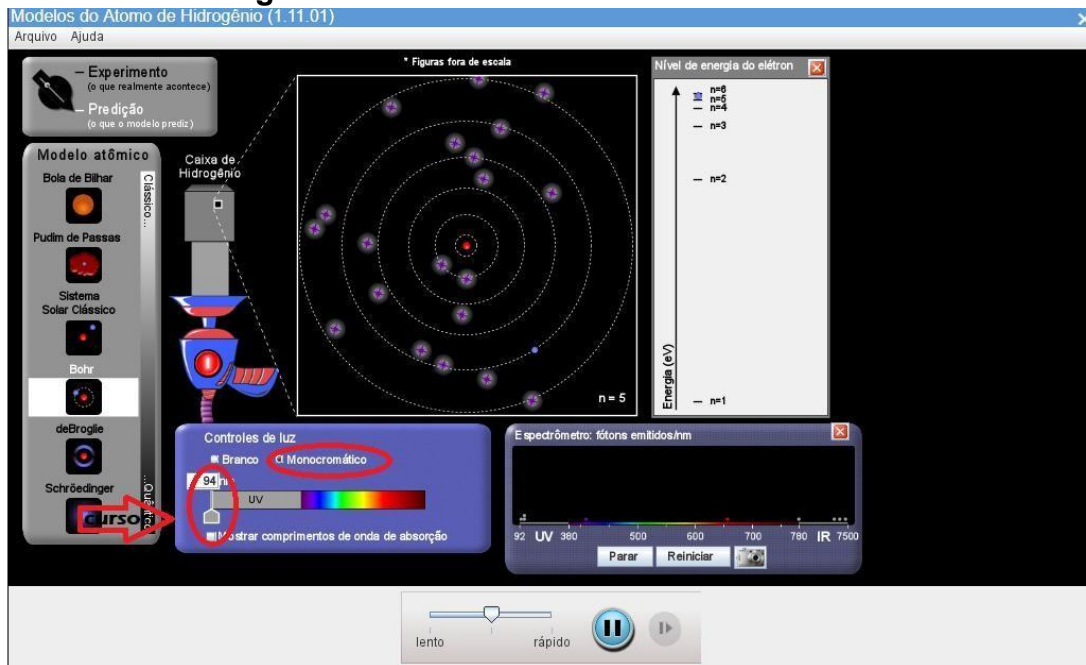


Fonte: MODELOS (2020)³⁵

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

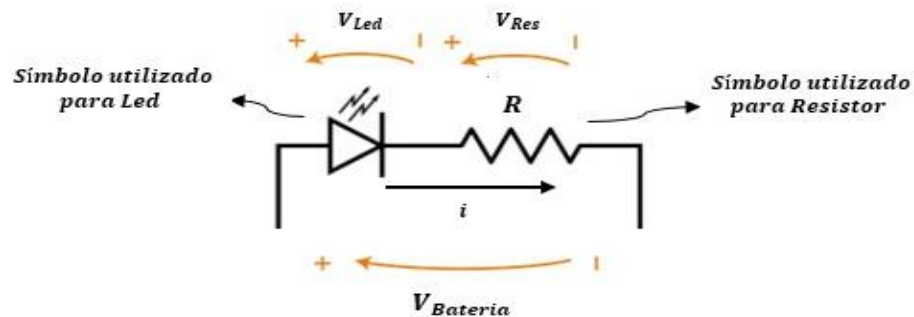
No circuito é preciso acender um Led que foi projetado para funcionar com uma tensão máxima de 2V e uma corrente máxima de 20mA, esses valores são chamados de nominais e fornecidos pelo fabricante. No entanto, só há uma bateria

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?

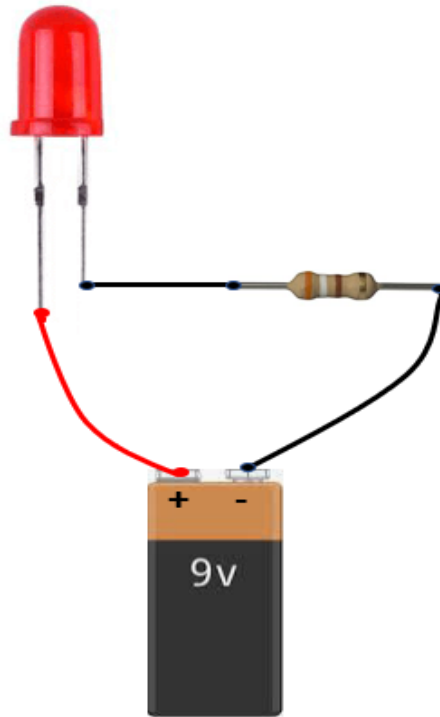
- Se a tensão da bateria é igual a 9V e a tensão máxima sobre o Led deve ser 2V, quanto de tensão deverá ter sobre o resistor fixo?

- 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.0.69i59j69i57j0i131i433j0i433j0i131i433i2j0i131i433j0i2.7228j0j15&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/cheerpj/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.