

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



CONCEITOS BÁSICOS DA FÍSICA DOS SEMICONdutoRES APOIADO NO USO DE SOFTWARE E EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO

Luana Tavares Reis

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Igor Tavares Padilha

Manaus

2019

CONCEITOS BÁSICOS DA FÍSICA DOS SEMICONDUCTORES APOIADO NO USO DE SOFTWARE E EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO

Luana Tavares Reis

Orientador: Prof. Dr. Igor Tavares Padilha

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:

Prof. Dr. Igor Tavares Padilha
Orientador – UFAM.

Prof. Dr. Minos Adão Neto
Membro Interno – UFAM.

Dr. Érica Cupertino Gomes.
Membro Externo – UFT.

Manaus

2019

LUANA TAVARES REIS

Autora

Prof. Dr. IGOR TAVARES PADILHA

Orientador

VANESSA THAYANNE GUEDES VIEIRA

Designer Gráfico

MÁRCIA CRISTINA AUZIER PORTILHO

Ficha Catalográfica – CRB 11/597

R347c Reis, Luana Tavares.

Conceitos básicos da física dos semicondutores apoiado no uso de software e experimento de baixo custo./ Luana Tavares Reis. – 2019.

106 p. : il.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Igor Tavares Padilha.

1. Ensino de Física. 2. Física - Semicondutores. 3. Aprendizagem Significativa. I. Padilha, Igor Tavares. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Universidade Federal do Amazonas. IV. Título.

CDD 530.07

©Instituto Federal do Amazonas – Campus Manaus Centro

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Dedico esta dissertação à minha mãe Ana Regina Muniz Tavares, que tanto me apoiou e incentivou nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de concluir mais esta etapa da minha formação, sem Ele nada disso seria possível.

À minha família, em especial aos meus pais que sempre me apoiaram e motivaram em todos os desafios que eu mergulhei de corpo inteiro, na verdade em nenhum desafio eu entro pela metade graças aos ensinamentos que eles me passaram.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À FAPEAM que através do incentivo de bolsas me proporcionou tranquilidade para que eu pudesse trabalhar em cima do produto educacional e dissertação.

Aos professores do MNPEF que contribuíram para a minha formação, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Igor Tavares Padilha pelas orientações e conselhos desde a graduação até o fim desta etapa no mestrado.

Aos meus amigos do MNPEF que se constituíram em minha família e tornaram o fardo que por muitas vezes pesado em boas risadas.

À Tatiane Figueiredo, amiga que fiz no mestrado, ao Joabe Vieira que me ajudaram com o circuito aqui em Manaus e ao Flávio Bastos que gentilmente me auxiliou mesmo estando Ceará com o circuito que tanto me deu dor de cabeça, mas que proporcionou muito aprendizado aos alunos.

Ao colega Josias Filho que gentilmente me cedeu a sua turma para que eu pudesse aplicar o meu produto educacional.

E a todos, que direta ou indiretamente me ajudaram até aqui, **MUITO OBRIGADA!**

RESUMO

O presente trabalho tem como proposta inserir a Física dos Semicondutores no âmbito do Ensino Médio (EM). Sob a perspectiva educacional, introduzir temas envolvendo a Física Moderna e Contemporânea (FMC) faz com que o aluno perceba que o conteúdo estudado em sala de aula explica a tecnologia do seu computador, do celular, o sistema de alarme das residências e prédios dentre outros exemplos, que mostram a transcendência dos temas abordados na escola com a vivência dele. Seguindo essa perspectiva, o objetivo geral da pesquisa é: explorar o desenvolvimento tecnológico vinculado à Física dos Semicondutores e Eletricidade, percebendo sua aplicabilidade no mundo atual, promovendo a interação aluno-professor, a investigação, debates e trabalho em grupos, tendo como base teórica a aprendizagem significativa de David Ausubel, aperfeiçoando o conhecimento e a habilidade nas soluções de problemas. A coleta de dados e aplicação da pesquisa foi realizada em uma escola pública de Manaus – AM, localizada na Zona Norte. A aplicação do produto educacional seguiu os passos de uma sequência didática, com o tema central a Física dos Semicondutores, onde os conceitos físicos desenvolvidos são avaliados com a aplicação de questionário físico e também online na plataforma Scratch, finalizando com a montagem do circuito. A análise de desempenho dos alunos foi feita separadamente, aula por aula, a fim de mensurar da melhor forma os resultados positivos, e ao fim da aplicação os alunos puderam perceber que a contextualização dos temas tem grande diferença no processo da aprendizagem. Os resultados obtidos de um modo geral foram satisfatórios, visto o empenho nas atividades tanto em sala de aula quanto nos laboratórios de informática e ciências e a evolução dos alunos em cada avaliação aferida e sendo observada principalmente na melhora dos argumentos escritos.

Palavras-chave: Física dos Semicondutores. Aprendizagem Significativa. Ensino Médio.

ABSTRACT

This work aims to insert Semiconductor Physics in the scope of High School (EM). From an educational perspective, the introduction of topics on Modern and Contemporary Physics (FMC) allows the student to perceive that what is studied in the classroom explains the technology contained in his computer, his cell phone, residential alarm systems and others, which shows the transcendence from themes discussed in school to its own experience. From this perspective, the general objective of our research is: to explore the technological development linked to Semiconductor Physics and Electricity, realizing its applicability in the modern world, promoting a student-teacher interaction, research, discussions and group work, based on the theoretical development of significant learning from David Ausubel, and therefore improving knowledge and skills in problem solving. Data survey and research applications were performed in a public school in Manaus - AM, located in the North Zone. The application of the educational product followed the steps of a didactic sequence, with the central theme Semiconductor Physics, in which the constructed physical concepts were analyzed with physical and online applications using scratch platform, ending with circuit set up. Student's performance analysis was done in parts, class by class, with the intent of measure positive results on the best way, and at the end of the process the students were able to realize that the contextualization of the themes has great influence on the learning process. From a general point of view, the results obtained were satisfactory, considering the commitment in activities performed both in classroom or computer and science laboratories, and student's evolution in each applied test that was observed mostly as improvement in the written arguments.

Keywords: Semiconductor Physics. Meaningful Learning. High school.

Sumário

Lista de Tabelas	10
Lista de Figuras	10
INTRODUÇÃO	12
1 A Física dos Semicondutores e o Scratch	14
1.1 Breve histórico dos Semicondutores	14
1.2 Estado da arte da Física dos Semicondutores no Ensino Médio	16
1.3 O uso do scratch como ferramenta de aprendizado	19
1.4 Revisão bibliográfica sobre o conteúdo	20
1.5 Revisão PNLD 2018 sobre a Física dos Semicondutores em sete livros de Física.	25
2 Fundamentação Teórica	33
2.1 A aprendizagem significativa de David Ausubel	33
3 Metodologia da pesquisa.....	35
3.1 Visão geral	35
3.2 Natureza da pesquisa.....	35
3.3 Pesquisa qualitativa = pesquisa – ação	36
3.4 Contexto da Pesquisa.....	36
3.5 Procedimento da Coleta de Dados.....	37
3.6 Instrumento de Pesquisa	38
3.7 Sobre a sequência didática	38
3.8 Descrição das atividades.....	40
4 Discussão dos resultados	44
Seção I: Conceitos Iniciais.....	44
Aula 1: Sondagem da turma.	44
Aula 2: Corrente elétrica e condutividade em metais.....	47
Aula 3: 1ª Lei de Ohm - Resistores	49

Aula 4: 2ª Lei de Ohm – Resistores e Capacitores.....	50
Seção II: A física dos semicondutores e os elementos do circuito	52
Aula 5: Física dos semicondutores.....	53
Aula 6: Junção p-n.....	56
Aula 7: transistor e ldr.....	58
Aula 8: Protoboard e Lâmpada Incandescente halógena.....	60
Aula 9: o relé.....	61
Seção III: O Efeito Fotoelétrico.....	68
Aula 10: O Efeito Fotoelétrico.....	68
AULA 11: O EFEITO FOTOELÉTRICO – SCRATCH.....	70
Seção IV: O Circuito.	74
AULA 12: O CIRCUITO.....	74
Aula 13: Ligando uma lâmpada com ldr.....	77
Aula 14: AVALIAÇÃO FINAL.....	88
5 Considerações Finais.....	98
6 REFERÊNCIAS	101
7 APÊNDICE: Produto Educacional.....	106

Lista de Siglas

EM – Ensino Médio.

FMC – Física Moderna e Contemporânea.

CTS – Ciência Tecnologia e Sociedade.

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Resumo dos experimentos e cronograma de atividades do artigo <i>A utilização de experimentos envolvendo conceito de física moderna no ensino médio.</i>	23
Tabela 2: Quadro resumo dos artigos analisados.	25
Tabela 3: Revisão PNLD 2018 - Quadro resumo com pontos fortes e fracos de observados de cada literatura.....	26
Tabela 4. Resumo das atividades na sequência didática.	40
Tabela 5. Quadro comparativo entre respostas do pré-teste e questionário 1.	67
Tabela 6. Resultado da aplicação do questionário avaliativo no Scratch.....	72
Tabela 7: Equipes e integrantes da execução do experimento – Dia 1.....	77
Tabela 8: Desempenho das duplas no questionário 2 – Dia 1.....	83
Tabela 9: Equipes e integrantes da execução do experimento – Dia 2.....	88
Tabela 10: Desempenho das duplas no questionário 2 – Dia 2.....	91
Tabela 11: Quadro comparativo entre questionários 1 e 2.....	95

Lista de Figuras

Figura 1. Ldr.....	51
Figura 2.1 Gap's de energia.....	54
Figura 3.2 Gráfico energia em função do momento.....	55
Figura 4: Gráfico comparativo entre as respostas do pré-teste e o questionário 1	68
Figura 5. Gráfico com os resultados do teste no Scratch..	73
Figura 6: Avaliação usando o Scratch no laboratório de informática (1).....	74
Figura 7: Avaliação no Scratch no laboratório de informática (2).....	74
Figura 8: Avaliação no scratch no laboratório de informática.	74
Figura 9: Leitura inicial do guia para montagem do circuito.	82
Figura 10: Acompanhamento da montagem do circuito.	82
Figura 11: Gráfico do desempenho das duplas no Questionário 2.....	83

Figura 12: Equipe 2 finalizando a montagem do circuito – Dia 2.....	91
Figura 13: Gráfico comparativo entre questionários 1 e 2.	96

INTRODUÇÃO

O Ensino de Física aliando a teoria e a prática nas escolas tem sido um objeto de estudo em destaque, isso porque ele não pode mais estar alienado à sala de aula, longe da realidade do aluno. Essa tarefa tem se tornado cada vez mais desafiadora, em certos casos, a dificuldade do professor é devida ao excesso de burocracia das instituições e aos altos custos para aquisição e manutenção de laboratórios de ensino de ciências equipados.

Em detrimento do avanço tecnológico, surgem muitos questionamentos, por exemplo, como as portas do shopping abrem automaticamente? Como um alarme pode soar sem haver nenhum tipo de contato? São esses tipos de perguntas que fazem com que o professor esteja sempre buscando novas respostas, são as mudanças do mundo em que vivemos que fazem com que o ensino também evolua.

Fica cada vez mais evidente que o ensino da Física Clássica aliada à Contemporânea no EM se faz necessário, porém de uma forma diferente, a intenção é despertar o interesse na física como uma ciência que ainda existem muitas descobertas a serem feitas, sempre em construção e sujeita a mudanças, juntamente com a própria vivência do aluno. Dessa forma, ele é visto como um ser que possui conhecimentos prévios, toda uma vida de aprendizado que não será desprezada, e sim remodelada.

Visto isso, entendemos que inserir a Física dos Semicondutores no âmbito do ensino médio é uma tarefa ousada, e a combinação de teoria, prática e contextualização potencializa o aprendizado, além de ser amparada pelos PCN's (BRASIL, 2002) pois a Física está incorporada à cultura e integrada como instrumento tecnológico, os conhecimentos da área tornaram-se indispensáveis à formação da cidadania contemporânea, além de (PENA, 2006) afirmar que “no âmbito da Física, os temas desenvolvidos na maioria das vezes se restringe a Cinemática, princípios da Dinâmica, termologia, óptica geométrica, eletricidade e circuito simples, excluindo a Física do século XX, perdendo a oportunidade de conhecer uma visão atual do mundo em que vive.”.

Esta dissertação tem como proposta inserir a Física dos Semicondutores aliado à experimentação de baixo custo e uso de novas tecnologias, como a simulação no programa de livre acesso Scratch, baseado na teoria da aprendizagem significativa de

David Ausubel de modo a usar os conhecimentos prévios do aluno, reconstruindo e adaptando aos novos conceitos.

A partir disso, surge o problema de pesquisa: diante da importância de introduzir o tema da Física dos Semicondutores no 3^a ano do EM, como podemos desenvolvê-lo de forma que haja um melhor rendimento para os alunos apropriando-se de uma didática inovadora, tendo em vista que o conhecimento científico da área requer tratamento matemático mais apurado, que não são aplicados no EM?

Diante desse problema, o objetivo geral da pesquisa é: explorar o desenvolvimento tecnológico vinculado à Física dos Semicondutores e Eletricidade, percebendo sua aplicabilidade no mundo atual, promovendo a interação aluno-professor, a investigação, debates e trabalho em grupos, tendo como base teórica a aprendizagem significativa de David Ausubel, proporcionando um melhor aprendizado e a habilidade nas soluções de problemas.

Visando o aproveitamento da pesquisa, as ferramentas de coleta de dados utilizadas foram gravações em áudio, fotografias, questionários avaliativos além da sondagem inicial. Em tese, a pesquisa está organizada em cinco capítulos, mais a introdução e as considerações finais.

O primeiro capítulo versa o contexto da Física dos Semicondutores no EM, um pouco do histórico, as grandes expectativas geradas em torno desse novo material, a utilização do Scratch como uma ferramenta em potencial para o aprendizado, em seguida, uma revisão bibliográfica feita em livros didáticos sobre o assunto. O capítulo subsequente traz o embasamento teórico da Aprendizagem Significativa de David Ausubel para o desenvolvimento deste trabalho e o capítulo 3 traz a metodologia de pesquisa, dentre eles a natureza, o instrumento e o contexto da pesquisa em que o produto educacional será aplicado, bem como alguns comentários sobre a sequência didática.

O capítulo 4 relata os acontecimentos durante a intervenção da pesquisa, aula por aula são descritos os acontecimentos que se dão durante as etapas da sequência, além dos questionamentos dos alunos e resultados obtidos em forma quantitativa e qualitativa seguido de análise. Por fim, o último capítulo faz considerações sobre os resultados alcançados durante a aplicação de modo geral, confrontando os objetivos almejados e os que na prática foram alcançados.

1 A Física dos Semicondutores e o Scratch

No âmbito educacional, a Física apresenta uma série de desafios que podem ser esquecidos devido a sua complexidade. O ensino acaba se fundamentando em aspectos teóricos, basta abrir um livro da área para ensino médio que se encontra um coletivo de conceitos e em seguida várias equações matemáticas relacionadas a eles, levando involuntariamente o aluno a fazer o julgamento errôneo de que Física e Matemática devem ser a mesma coisa. Isso ocorre porque segundo (GRASSELLI e GARDELLI, 2014) os livros didáticos usados nas escolas, se concentram somente em conceitos matemáticos e exercícios de fixação.

A Física Clássica bem como a Contemporânea, é composta por temáticas que podem se apresentar de formar distintas, mas alguns livros didáticos já trazem uma abordagem de maneira que é possível perceber a interseção entre os temas, a junção entre a Física daquilo que é palpável e aquilo que é muito pequeno. Há também uma série de outros temas de alta relevância que devido ao enredamento, podem não ser desenvolvidos em sala de aula.

Nas próximas seções, será apresentado um pouco da história e conceitos da Física dos Semicondutores, onde o aprofundamento teórico está exposto no corpo do produto educacional referente a presente dissertação; uma breve revisão bibliográfica de trabalhos relacionados à área no EM; e o referencial teórico da Aprendizagem Significativa como base da metodologia usada na inserção, respectivamente.

1.1 Breve histórico dos Semicondutores

A partir de meados do século XX, avanços relacionados à tecnologia eletrônica têm experimentado um crescimento surpreendente. O progresso dos semicondutores permitiu reduzir aparelhos de tal forma que novos foram criados, aliados a vários melhoramentos. As origens dessa tecnologia também podem ser vinculadas aos gregos que foram os primeiros a observar a interação entre o âmbar e alguns pedaços de folhas.

Cientistas no mundo todo estavam à procura de um dispositivo eletrônico que pudesse substituir relés e válvulas, naquele momento se estudava todos os tipos de materiais, cada um deles era submetido a diversos testes, até que se chegou à conclusão

de que alguns materiais não se comportavam como condutores nem como isolantes, ora conduziam corrente, ora bloqueavam a passagem dela.

Assim foi descoberto o material semicondutor, e que esse comportamento poderia ser usado para construir comutadores¹ e moduladores eletrônicos. Criava-se uma grande expectativa sobre os semicondutores, ele prometia grandes vantagens tais como não ter partes móveis em dispositivos eletrônicos, evitar o superaquecimento de filamentos.

Os semicondutores podem ser divididos em duas classificações, intrínsecos, que são os obtidos diretamente da natureza, com suas propriedades naturais preservadas e os extrínsecos, que são os semicondutores retirados da natureza (intrínseco) e neles é introduzida uma impureza (processo chamado de dopagem) para adequar o material de acordo com a necessidade, (LOPES, 2005).

Dentro do material semicondutor, os elétrons vão interagir entre si, de tal forma que cada estado atômico vai se dividir em uma série de estados formando as bandas de energia, que por sua vez se o material for condutor os elétrons vão poder se deslocar livremente entre a banda de valência² e a banda de condução. No caso do material isolante, esses elétrons vão encontrar uma barreira energética significativa para acessar a banda de condução. Em condições especiais, a barreira dielétrica dos isolantes pode ser rompida de tal forma que este passa a se tornar um condutor.

O semicondutor possui um Gap, ou seja, uma barreira de energia não tão grande quando comparada a do isolante, entre a banda de valência e de condução. Dependendo da quantidade de energia disponível para os portadores será possível que esse semicondutor se torne um condutor ou isolante onde a quantidade energética associada é exatamente a largura energética da barreira, ou seja, o próprio gap³.

¹ Comutador é um dispositivo constituído por material semicondutor utilizado em redes de computadores para reencaminhar quadros (frames) entre diversos nós. Para mais informações consulte:

<https://acheitudo.wordpress.com/2008/04/04/o-que-e-comutador/> ou http://www.lsi.usp.br/~chip/de_onde_vieram.html.

² Banda de valência é também conhecida como camada de valência, a última camada ou nível de energia onde o elétron menos energético pode estar.

³ A SEÇÃO II: Física dos Semicondutores no produto desenvolve algumas noções sobre o tema, e para complementar o conhecimento acesse:

<https://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/bandtheory.html>.

1.2 Estado da arte da Física dos Semicondutores no Ensino Médio

A Física dos Semicondutores é um tema que apresenta inúmeras aplicações no cotidiano dos alunos fazendo com que haja necessidade da atualização do currículo de Física no EM. Segundo (CARMONA, 2008), o ideal é que a necessidade de mudança surja da inquietude profissional do docente levando em conta as possibilidades reais de seu contexto, pois após alguns anos percebe-se a necessidade de introduzir a Física dos Semicondutores em sala de aula.

(ALVES, 2013) afirma que o professor esbarra em algumas dificuldades, em especial a formação continuada e até mesmo a inicial, pois alguns professores de escolas públicas que lecionam determinadas disciplinas são oriundos de outras áreas. A desatualização do currículo e o ensino tradicional dificultam a aquisição do conhecimento do aluno, que, por conseguinte acaba desmotivado a respeito da disciplina de Física.

A Lei de Diretrizes e Base da Educação do Brasil, 1996, (BRASIL, 2006), apresenta a etapa final da educação básica com duração mínima de três anos, com as seguintes finalidades:

- A preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores [...].
- A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina [...].
- Domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna [...].

Assim, como forma de cumprimento de seus objetivos, a escola deve priorizar uma formação pela qual o indivíduo possa conhecer e interagir com os fenômenos que os rodeiam. Estritamente, a presente disciplina deve possibilitar formas de como perceber e lidar com fenômenos naturais e tecnológicos desde a sua realidade imediatamente fora da sala de aula, até a compreensão daquilo que está muito distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos.

A abordagem da Física Clássica no EM não contempla tudo o que é necessário para a compreensão daquilo que abrange o dia a dia do aluno, sendo que justamente os avanços tecnológicos são consequência do desenvolvimento científico da Física

Moderna e Contemporânea (FMC). Segundo (TERRAZAN, 1994), inserir tal contexto na educação básica ganhou força e passou a ser objeto de pesquisa a partir de meados de 1980, quando a preocupação com o currículo defasado da Física se tornou evidente. No momento atual a FMC já possui vários trabalhos e pode ser reconhecida como uma linha de pesquisa na área de ensino como exemplo os trabalhos de (GRECA e MOREIRA, 2001; LOBATO e GRECA, 2005; OSTERMANN e RICCI, 2005).

Nesse cenário, a inserção de teoria e prática envolvendo conteúdos especialmente da Física dos Semicondutores pode trazer resultados transformadores, bem como proporcionar ao aluno desenvolver um pensamento crítico e social, a respeito dos dispositivos eletrônicos que ele manipula diariamente e também estão sendo utilizados em benefício da sociedade.

(BRASIL, 2006) mostra que os PCN+ prevêm para o tema Matéria e Radiação as seguintes orientações:

[...] São esses modelos explicativos de matéria que [...] possibilitam o desenvolvimento de [...] novos sistemas tecnológicos como microcomputadores, combustíveis nucleares, rastreamento por satélite, lasers e cabos de fibra óptica [...]. A compreensão desses aspectos pode propiciar, ainda, um novo olhar sobre o impacto da tecnologia nas formas de vida contemporâneas, além de introduzir novos elementos para uma discussão consciente da relação entre ética e ciência [...]

Além disso, de acordo com (BRASIL, 2006) nota-se também que os PCN+ estimulam a abordagem do tema e as habilidades que devem ser desenvolvidas com os alunos no âmbito da informática:

- identificar a presença de componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas propriedades nos equipamentos contemporâneos;
- identificar elementos básicos da microeletrônica para compreender o processamento de informação: processadores, microcomputadores etc.), redes de informática e sistemas de automação;
- acompanhar e avaliar o impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea.

Conforme (OSTERMAN e CAVALCANTI, 2001) a FMC por ser instigante, traz assuntos que os jovens lêem em revistas de divulgação em jornais ou na internet,

podendo contribuir para minimizar algum dos problemas citados acima. Sobre a inserção da FMC no EM, (OSTERMAN e MOREIRA, 2000) destacam as seguintes justificativas:

- Despertar a curiosidade do estudante ao mostrar que a Física é uma construção humana;
- A possibilidade de o estudante conectar-se ao seu tempo, pois a ele só é apresentada a Física até 1900, quando muito;
- Atrair estudantes para a carreira científica;
- Apresentar ao estudante a beleza das teorias científicas, pois estas são partes inseparáveis da cultura.

E ainda segundo (OSTERMAN e MOREIRA, 2000) tem-se que “É viável ensinar Física Contemporânea no Ensino Médio, tanto do ponto de vista do ensino de atitudes quanto de conceitos. É um engano dizer que os alunos não têm capacidade para aprender tópicos atuais.” (p. 145).

De acordo com (D’AGOSTIN et al, 2007), derivado do trabalho de (OSTERMAN e MOREIRA, 2000) há um levantamento dos artigos que tratam da FMC que foram publicados até o ano 2000, concluindo que existem muitas propostas de inserção dos conteúdos de FMC, mas que pouco delas chega ao EM e que na graduação isso não é muito diferente. Outro ponto importante é que os alunos estão de fato preparados para receber esse conhecimento, contudo é necessário dar subsídios ao professor para que possam trabalhar de forma significativa esses conceitos (D’AGOSTIN et al, 2015).

(LOBATO e GRECA, 2010) fazem estudos em diversos países, analisando a inserção da FMC nos currículos de física no EM, especialmente a teoria quântica. A Espanha, por exemplo, tem um ensino construtivista e um currículo focado na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), nele aparecem alguns tópicos de Física Moderna com aplicações.

Segundo (GASPAR, 1990), a utilização de experimentos no processo de ensino e aprendizagem é restrita, tendo a maioria das escolas uma abordagem tradicional dando ênfase a modelos imitados, se preocupando com a variedade e a quantidade de conceitos e informações, não estimulando o pensamento reflexivo cabendo ao aluno a memorização com tarefas padronizadas.

O uso de experimentos para o ensino é fundamentado no interacionismo, ou seja, o aluno tem contato com o conhecimento que adquiriu em sala e associa à sua realidade, o que estimula a construção de hipótese e a tomada de decisões, priorizando as atividades de ensaio e erro, segundo (MASETTO, 1997) “a aprendizagem só se realiza quando o aluno elabora seu conhecimento, conhecer um objeto é agir sobre ele e transformá-lo”.

1.3 O uso do scratch como ferramenta de aprendizado

A atividade computacional está presente em praticamente todos os campos da nossa vida, exigindo ensinar desde o nível básico alguns conceitos, mesmo que simples, de computação. O (CSTA, trad, 2011) enfatiza que o ensino envolvendo a computação na escola potencializa a capacidade dos estudantes de resolver problemas, além de estabelecer uma relação interdisciplinar.

Neste cenário, para facilitar o aprendizado dos alunos propõe-se o uso de ferramentas alternativas dentre elas simulações computacionais, e dentre eles o Scratch, (MALONEY et al, 2004; BRENNAN, 2012), afirma que um ambiente de programação visual possibilita a exploração de diversos conceitos, práticas e perspectivas computacionais de maneira criativa.

O Scratch possibilita que as crianças elaborem animações, histórias interativas ou jogos, tornando fácil a combinação de gráficos, imagens, fotos, música e som. Com o Scratch é possível criar personagens que dançam, cantem e interagem uns com os outros. Permite também integrar imagens com efeitos de som e clipes musicais para criar um cartão interativo de aniversário para um amigo ou para criar um mapa interativo, (WANGENHEIM et al, 2014).

O Scratch foi desenvolvido pelo Lifelong Kindergarten Group no MIT Media Lab e hoje possui vários dialetos, alguns distribuídos como software gratuito, ou seja, qualquer pessoa pode ter acesso ao programa de computador sem necessitar pagar por licenças ou royalties ⁴ (<http://scratch.mit.edu>) e outros como software livre, onde qualquer programa gerado no scratch pode ser copiado, modificado e redistribuído pelos usuário de forma gratuita (<http://snap.berkeley.edu>). (WANGENHEIM et al, 2014).

⁴ **Royalties** é uma palavra em inglês que significa **regalia** ou **privilegio**. Consiste em uma quantia que é paga por alguém ao proprietário pelo direito de usar, explorar ou comercializar um produto, obra, terreno, etc. Disponível em: <https://www.significados.com.br/royalties/>.

Hoje, ele é uma comunidade de aprendizagem criativa presente em mais de 150 países com mais de 11 milhões de usuários e quase 4 milhões de projetos compartilhados, (MIT, SCRATCH, 2018).

Segundo (SCAICO et al, 2013; MATA et al, 2013; PAZINATO e TEIXEIRA, 2013), várias pesquisas apontam o uso do Scratch contribuindo de forma positiva nas escolas, de modo que ao criar programas de software, crianças aprendem a pensar criativamente, a trabalhar de forma colaborativa e pensar de forma sistemática na solução de problemas, e a grande maioria dessas experiências são realizadas no contexto do EM, ou nos anos finais do Ensino Fundamental.

1.4 Revisão bibliográfica sobre o conteúdo

Nesta seção, será feita a apresentação de uma relação de quatro artigos que compõem a revisão bibliográfica versando o tema Física dos Semicondutores orientado ao EM. Cada um dos artigos escolhidos contribui em alguma vertente do trabalho apresentado, seja na parte motivacional, nos recursos e na presença do tema no dia a dia.[acrescentei essa parte para indicar o motivo pelo qual escolhi estes 4 artigos] A pesquisa foi feita inicialmente no *Google Acadêmico*⁵ sobre trabalhos que envolvessem Física dos Semicondutores no Ensino Médio.

O primeiro trabalho escolhido foi *Uma sequência de ensino sobre dispositivos condutores e semicondutores de nosso dia a dia* dos autores (PAULA e ALVES, 2007). O artigo escreve parte de uma sequência de atividades criado para envolver alunos de EM no estudo e investigação dos dispositivos condutores e semicondutores presentes no seu dia a dia. Os autores descrevem as nove primeiras atividades de uma sequência de quinze, tem-se também um destaque à atividade que visa estabelecer um vínculo entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). A seguir, uma breve descrição das atividades:

1. Aspectos fenomenológicos e práticos dos circuitos, com ênfase na descrição da estrutura e funcionamento de circuitos e aparelhos eletrodomésticos. Do ponto de vista conceitual, essa sequência investe na introdução dos conceitos de tensão elétrica, corrente, resistência e potência elétrica. A abordagem dos fenômenos é macroscópica e nenhuma referência a modelos microscópicos é realizada pelo professor ou pelos textos das atividades de leitura e investigação.

⁵ <https://scholar.google.com.br/>

2. Investigar semelhanças e diferenças entre o processo de emissão de luz em diodos e em lâmpadas convencionais (lâmpadas de filamento ou incandescentes).
3. Estabelecer algumas comparações entre a condutividade elétrica em condutores metálicos e semicondutores.
4. Comparar uma possível influência da luz no comportamento elétrico de um conjunto de três LEDs coloridos com encapsulamento transparente e outro conjunto de três lâmpadas de filamento, também com as cores vermelha, verde e azul.
5. Investigar a capacidade de LEDs coloridos atuarem como fotosensores em diferentes regiões do espectro visível.
6. Utiliza uma rede de difração para produzir um espectro contínuo de luz visível.
7. Leitura de um texto denominado a natureza da luz. Esse texto resgata a dissensão entre Isaac Newton, Christian Huygens e Robert Hook sobre a natureza ondulatória ou corpuscular da luz.
8. Aula expositiva dialogada baseada em um texto cuja leitura estaria reservada para uma atividade extraclasse, permitindo que os alunos tenham um registro das ideias discutidas em aula e que possam pensar novamente sobre tais ideias, sua estrutura e suas implicações.
9. Exploração de quatro simulações no computador.

Segundo os autores, as diversas atividades são baseadas em outros trabalhos, além de relatar que a coleta de dados será através de áudio e vídeo para uma análise posterior.

O segundo trabalho escolhido foi *O uso de vídeos curtos para ensinar tópicos de semicondutores*, dos autores (FREITAS e OLIVEIRA, 2015). O objetivo desse trabalho foi relatar o uso de uma sequência de quatro vídeos curtos para ensinar tópicos de Física dos Semicondutores no EM. Eles foram aplicados em duas turmas de terceiro ano do EM, num total de 72 estudantes. Após cada vídeo, foi entregue um questionário com 16 itens de Likert⁶, a fim de medir as atitudes dos estudantes em relação a alguns conceitos abordados nos vídeos.

⁶ A escala Likert ou escala de Likert é um tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao

Após uma análise, foi possível uma resposta positiva e concluir que a proposta era eficiente, especialmente quando se tratava da questão motivacional dos alunos ao estudar o tema. O estudo mostrou que surgiram algumas dúvidas, mas que foram sanadas com a literatura. Como resultado, essa pesquisa mostra que a estratégia do uso de vídeos curtos pode ser usada com mais frequência, devido a facilidade de acesso, versatilidade e recursos técnicos mais simples.

O terceiro trabalho a ser analisado será *A utilização de experimentos envolvendo conceito de física moderna no ensino médio*, dos autores (NAKAMURA, SODRÉ e SILVA, 2009). Este trabalho objetiva fazer uma interface entre a teoria e a parte experimental da Física Moderna a fim que o aluno saiba como funcionam certas tecnologias que são aplicadas em seu cotidiano.

O cronograma apresentado possui dez encontros, e a cada encontro foram apresentadas ao aluno dez atividades sobre física moderna a fim que possa entender melhor como foram feitas tais descobertas científicas que são utilizadas no seu dia a dia.

Neste trabalho foi realizada uma análise de conteúdo sobre a literatura utilizando nove livros didáticos de Física do Ensino Médio, verificando se os autores estão inserindo a contextualização e experiências de física moderna que possam ser aplicados em sala de aula nos livros do terceiro ano do ensino médio, foram também analisados nove sites para saber se há conteúdo de fácil entendimento de física moderna e experimento aplicável pelo professor em sala de aula com baixo custo.

Foram avaliados os seguintes tópicos:

- Se estiverem sendo incluídos experimentos de física moderna e como são introduzidos em sua literatura;
- Custo para as realizações dos experimentos;
- A capacidade de aplicação ou não para o aluno em sala de aula;
- Orientação para a aplicação pelo professor.

Na tabela 1 temos uma lista com os experimentos, os nove livros e sites analisados, e resumo das atividades que serão aplicados.

responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação. Esta escala tem seu nome devido à publicação de um relatório explicando seu uso por Rensis Likert.

Tabela 1. Resumo dos experimentos e cronograma de atividades do artigo
A utilização de experimentos envolvendo conceito de física moderna no ensino médio.

Lista dos experimentos
Pilha humana
Efeito fotoelétrico
Lista das atividades aplicadas
1. Vídeo sobre Albert Einstein com o intuito de despertar a curiosidade sobre Física Moderna.
2. Introdução sobre a Física Moderna para que os alunos possam ter uma ideia sobre o que vai ocorrer durante o experimento e que possam ter um conhecimento inteirado com a matéria.
3. Palestra sobre “Onde são utilizadas as teorias de física moderna no seu dia-dia”.
4. Teoria e debate sobre a existência da pilha humana para que os alunos tomem conhecimento sobre o assunto antes de realizar o experimento.
5. Execução do experimento com os alunos referente à pilha humana. Com o devido material os alunos irão montar o experimento orientado pelo professor, utilizando o multímetro em mãos deverão verificar a medida da corrente elétrica que passa pelo corpo humano, comparar com as demais pessoas para saber se a corrente elétrica de uma pessoa é igual a outra.
6. Primeira atividade avaliativa.
7. Discussão do aproveitamento da primeira avaliação. Abordagem da teoria do efeito fotoelétrico para realizar o próximo experimento.
8. Montagem do experimento o efeito fotoelétrico.
9. Atividade Livre.
10. Atividade com debate sobre as principais descobertas física nos encontros anteriores.

De acordo com a classificação dos autores, para cada experimento aplicado de acordo com os livros didáticos seria avaliado o entendimento dos alunos e o baixo custo. O resultado foi que na maioria dos casos o desempenho obtido é médio e bom por parte dos alunos, sendo dois livros classificados como ruim. Já no caso do uso de

experimentos encontrados na internet, a maioria foi classificado como médio e bom, para alguns sites não foi possível formar uma conclusão.

Em relação ao experimento envolvendo física moderna pode-se encontrar a utilização de experiência proporciona uma realidade de ensino mais dinâmica para a realização de um aprendizado mais significativo, desenvolvendo a motivação pelo ensino e o interesse pela ciência.

O quarto e último trabalho denomina-se *Ciência, tecnologia e sociedade a partir do estudo dos semicondutores no contexto do ensino médio* da autoria de (SILVA e VASCONCELOS, 2014). O foco da pesquisa era procurar respostas para o processo de ensino e aprendizagem em química tendo em vista o desenvolvimento do aluno. Sob essa perspectiva, o trabalho objetivou analisar o impacto de uma sequência didática relacionada à estrutura, propriedades e aplicações dos semicondutores no contexto do EM com enfoque na ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

A sequência didática foi aplicada em três etapas e cada etapa corresponde a duas aulas de 50 minutos.

1. A primeira etapa foi representada por uma aula expositiva dialogada onde foram levantadas as primeiras hipóteses e o conhecimento prévio do educando.
2. A segunda etapa desenvolvida foi uma visita técnica ao projeto Catavento, com a finalidade de explicar o funcionamento de um semicondutor.
3. Na terceira etapa, foram utilizados diferentes recursos multimídia.

A abordagem da pesquisa é qualitativa e quantitativa. A estratégia de ensino foi desenvolvida através de pesquisa orientada e visita técnica combinada com aula expositiva dialogada, a qual permitiu uma participação do aluno. Além da sequência didática, foi aplicado como instrumento um pré-teste e um pós-teste.

Apesar de os resultados serem parciais, indicam que as atividades da sequência didática, quando atreladas ao enfoque CTS, podem contribuir para uma melhor aprendizagem dos conteúdos científicos e o desenvolvimento de atitudes no educando em relação à interdependência entre ciência e tecnologia.

A contribuição do artigo de (PAULA e ALVES, 2007) deu-se na importância em tratar do estudo da Física dos Semicondutores no EM como forma de investigação de dispositivos que o aluno está acostumado a utilizar no cotidiano além estabelecer vínculo com a CTS. O trabalho de (FREITAS e OLIVEIRA, 2015) colaborou para ratificar o uso de vídeos curtos como recurso didático no Ensino de Física. (NAKAMURA et al, 2009) contribuiu para fortalecer o uso da experimentação proporcionando ao aluno uma aprendizagem mais significativa. O artigo de (SILVA e

VASCONCELOS, 2014) cooperou para apresentação de uma sequência didática que relacionasse a estrutura, propriedade e aplicações dos semicondutores com enfoque na CTS.

A tabela 2 a seguir apresenta um resumo da análise feita nos artigos desta seção na ordem em que aparecem.

Tabela 2: Quadro resumo dos artigos analisados.

QUADRO RESUMO DOS ARTIGOS ANALISADOS		
AUTOR	NOME DO ARTIGO	DESCRIÇÃO
(PAULA e ALVES, 2007)	<i>Uma sequência de ensino sobre dispositivos condutores e semicondutores de nosso dia a dia</i>	Apresenta uma sequência de atividades para investigação do uso de condutores e semicondutores no cotidiano
(FREITAS e OLIVEIRA, 2015)	<i>O uso de vídeos curtos para ensinar tópicos de semicondutores.</i>	Reforça o uso de recursos audiovisuais para o ensino da Física dos Semicondutores.
(NAKAMURA, SODRÉ e SILVA, 2009)	<i>A utilização de experimentos envolvendo conceito de física moderna no ensino médio</i>	Visa relacionar teoria com arranjos experimentais para compreender como funcionar algumas tecnologias do dia a dia.
(SILVA e VASCONCELOS, 2014)	<i>Ciência, tecnologia e sociedade a partir do estudo dos semicondutores no contexto do ensino médio</i>	Procurar respostas no processo ensino aprendizagem tendo em vista o desenvolvimento do aluno voltado à Física dos Semicondutores.

1.5 Revisão PNLD 2018 sobre a Física dos Semicondutores em sete livros de Física.

Nesta seção será apresentado um resumo do levantamento realizado com sete livros aprovados pela PNLD 2018 (Programa Nacional do Livro Didático), cujo objetivo é verificar se a Física dos Semicondutores está sendo introduzida no EM, e em

caso positivo, de que forma a literatura está fazendo. A descrição é da seguinte maneira: nome do livro, autor, editora e resumo do material utilizado, sendo esse último referente à localização e foco do produto. A tabela 3 apresenta um quadro resumo com os pontos fortes e fracos observados em cada livro, logo após o detalhamento para cada literatura.

Tabela 3: Revisão PNLD 2018 - Quadro resumo com pontos fortes e fracos de observados de cada literatura.

QUADRO RESUMO – Revisão PNLD 2018					
Nº	Título	Autor	Editora	Pontos Fortes	Pontos Fracos
1	FÍSICA 3	Yamamoto Kazuhito e Luiz Felipe Fuke	Saraiva/ 4ª Edição São Paulo 2016	Textos sobre materiais semicondutores, algumas aplicações, e uma seção dedicada ao Efeito Fotoelétrico.	A abordagem teórica sobre a Física dos Semicondutores é superficial.
2	FÍSICA: Eletromagnetismo e Física Moderna.	Oswaldo Guimarães, José Roberto Piqueira, Wilson Carron.	Ática/ 2ª Edição São Paulo 2016.	Boa abordagem sobre energia e corrente elétrica. Texto sobre a teoria de Planck, cita o <i>quantum</i> e algumas aplicações tais como o Efeito Fotoelétrico.	Tímida menção sobre a física dos semicondutores.
3	FÍSICA: Eletromagnetismo e Física Moderna.	Eduardo Prado Bonjorno e Casemiro Clinton.	FTD/ 3ª Edição São Paulo 2016.	Classifica os semicondutores como um grupo especial entre condutores e isolantes e finaliza com algumas aplicações, dentre elas, os transistores.	Tímida menção sobre a Física dos Semicondutores dentro da seção Efeito Fotoelétrico.

4	Coleção FÍSICA: Aula por Aula. Ensino Médio Volume 3. Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna.	Cláudio Xavier e Benigno Barreto.	FTD/ 3 ^a Edição São Paulo 2016.	Ao se referir ao efeito magnético (um dos efeitos da corrente no circuito), fala sobre as possíveis consequências da passagem de corrente num circuito.	Não há menção sobre a Física dos Semicondutores.
5	Compreendendo a Física 3 – Eletromagnetismo e Física Moderna.	Alberto Gaspar.	FTD/ 3 ^a Edição São Paulo 2016.	Menção aos semicondutores, como elementos naturais ou criados artificialmente.	Não contém seção abordando o Efeito Fotoelétrico.
6	Física em Contextos Volume 3.	Maurício Pietrocola, <i>et. al.</i>	Editora do Brasil/ 1 ^a Edição São Paulo 2016.	Sobre o Efeito Fotoelétrico, o livro traz breve contexto histórico, previsão clássica, resultados obtidos e algumas aplicações.	Tímida menção sobre a Física dos Semicondutores dentro do texto: <i>Efeito Fotoelétrico</i> na seção Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.
7	Física Ciência e Tecnologia 3 – Eletromagnetismo e Física Moderna.	Carlos Magno A. Torres, <i>et. al.</i>	Moderna/ 4 ^a Edição São Paulo 2016.	Efeito Fotoelétrico: contém uma seção com contexto histórico, previsões clássicas e observações experimentais. Apresenta um gráfico com a energia cinética em função do potencial de corte.	Em se tratando de painéis solares constituídos de fotocélulas, sem mencionar que são fabricadas a partir de materiais semicondutores.

1) FÍSICA 3

Autor: Yamamoto Kazuhito e Luiz Felipe Fuke.

Editora: Saraiva/ 4ª Edição – São Paulo 2016.

Resumo do material:

Capítulo 1: Carga elétrica – Seção: A Física no Cotidiano.

Apresenta um texto breve sobre materiais semicondutores, os principais semicondutores encontrados na natureza, dopagem, a exposição à determinadas temperaturas pode-se obter um condutor ou isolante, além de citar as *junções p-n*. Como aplicação cita os diodos e circuitos impressos⁷.

Capítulo 8: Corrente Elétrica.

Os autores apresentam o tópico de forma canônica e também com algumas analogias o conceito de corrente elétrica, contém um breve histórico, uma seção contempla os efeitos provocados pela corrente elétrica: efeito magnético, efeito térmico ou efeito Joule, efeito luminoso, efeito químico, efeito fisiológico, dentre esses, foram trabalhados apenas os três primeiros, respectivamente.

Capítulo 18: Teoria Quântica – Seção: O efeito fotoelétrico.

A seção apresenta o efeito fotoelétrico através de ilustrações, seguido dos conceitos de *quanta de luz* e *fótons*, além do gráfico de energia cinética em função da frequência. Logo após, uma breve seção explicando sobre a célula fotoelétrica e suas aplicações no cotidiano.

Seção: Para saber mais – Site

Apresenta uma simulação para melhor compreensão do aluno quanto ao efeito fotoelétrico, permitindo diferentes ajustes, como frequência e intensidade da luz, entre outros.

2) FÍSICA: Eletromagnetismo e Física Moderna.

Autor: Osvaldo Guimarães, José Roberto Piqueira, Wilson Carron.

Editora: Ática/ 2ª Edição – São Paulo 2016.

Resumo do material:

Capítulo 1: Energia e Corrente Elétrica – Seção: Corrente elétrica: sentido e intensidade.

⁷ Circuitos impressos são placas isolantes de fenolite, fibra de vidro, poliéster, filmes específicos à base de diversos polímeros, entre outros materiais, que possuem a superfície com uma ou, duas faces, por fina película de cobre, constituindo as trilhas condutoras.

Inicia trazendo um contexto histórico sobre as primeiras aferições de corrente elétrica, fala sobre condutores e isolantes. Em seguida, faz uma abordagem quantitativa da corrente elétrica, apontando nos materiais condutores e em soluções eletrolíticas o sentido da corrente e como determinar a corrente elétrica, traz ainda gráficos de como a corrente elétrica varia em função do tempo e da carga. A subseção: Física Explica, apresenta os efeitos da corrente ao passar no circuito, tais como magnéticos, Joule, luminoso, químico e fisiológico, em tratando da abordagem no produto educacional, foram citados os três primeiros. A subseção: Experimento, apresenta um procedimental experimental de baixo custo para observar a condução de corrente em soluções eletrolíticas.

Capítulo 9: Os pilares da Física Moderna – Seção: Teoria Quântica.

A subseção “Física tem História” traz o texto *Energia em Pacotes* que aborda a teoria de Planck sobre a emissão e absorção de energia através dos pacotes de energia denominado *quantum*, em seguida fala sobre os fótons advindos dessa quantização de energia, por fim as aplicações no cotidiano citando os transistores, os *lasers*, na biotecnologia e medicina.

Capítulo 9: Os pilares da Física Moderna – Seção: Efeito Fotoelétrico.

Ilustra através de imagens como ocorre o efeito fotoelétrico, ao passo que o livro conceitua o fenômeno. Apresenta gráfico da energia cinética em função da frequência, para o efeito fotoelétrico. A subseção: Física explica, vem com breve explicação do funcionamento de células fotoelétricas através de ilustrações, exemplificando no dia a dia, ao final traz perguntas que podem ser respondidas no caderno ou para iniciar um debate.

O livro faz uma tímida menção sobre a física dos semicondutores.

3) FÍSICA: Eletromagnetismo e Física Moderna.

Autor: Eduardo Prado Bonjorno e Casemiro Clinton.

Editora: FTD/ 3ª Edição – São Paulo 2016.

Resumo do material:

Capítulo 1: Força Elétrica – Seção: Condutores e isolantes.

Nesta seção apresenta o conceito de condutores e isolantes, ao final, classifica os semicondutores como um grupo especial entre eles. Destaca o germânio e silício como os principais e explica que ao adicionar pequena porcentagem de átomos de outros elementos, podem ser transformados em excelentes condutores. Finaliza

afirmando que uma das grandes vantagens dos semicondutores é o pequeno tamanho, permitindo a criação de transistores, *leds* e *chips*, além de favorecer a construção de microcomputadores mais velozes, novos aparelhos de rádio e televisão mais rápidos.

Capítulo 12: Física Quântica – Seção: Efeito Fotoelétrico.

A seção ilustra o conceito do efeito fotoelétrico seguido de um breve estudo do gráfico da energia cinética em função da frequência, apresenta em linhas gerais o conceito dos fótons e ao final, uma subseção “Pensando em ciências: Física e Tecnologia” com o texto *Células Fotoelétricas*, onde explica o funcionamento de uma célula fotoelétrica, e faz referência aos dispositivos semicondutores. Como exemplo de aplicações vem as câmeras digitais, de vídeos e alguns telescópios.

4) Coleção FÍSICA: Aula por Aula. Ensino Médio Volume 3. Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna.

Autor: Cláudio Xavier e Benigno Barreto.

Editora: FTD/ 3ª Edição – São Paulo 2016.

Resumo do material:

Capítulo 2: Introdução à Eletrostática – Seção: Condutores e Isolantes Elétricos.

Apresenta os conceitos de condutores e isolantes, mas sem fazer menção aos semicondutores.

Capítulo 6: Circuitos elétricos I – corrente elétrica e resistores. – Seção: Efeitos da corrente elétrica.

Expõe brevemente os efeitos térmico, magnético e fisiológico, respectivamente, sendo que ao se referir ao efeito magnético, cita como exemplo as consequências da passagem de corrente num circuito.

5) Compreendendo a Física 3 – Eletromagnetismo e Física Moderna.

Autor: Alberto Gaspar.

Editora: FTD/ 3ª Edição – São Paulo 2016.

Resumo do material:

Capítulo 1: Introdução à Eletricidade – Seção 3: Condutores, isolantes e processos de eletrização – Texto: Supercondutores.

Dentro do texto, há uma simples menção sobre semicondutores, afirmando que são materiais já existentes na natureza, ou criados artificialmente, que conduzem a eletricidade de forma peculiar.

Capítulo 7: Geradores e Circuitos Elétricos.

A seção faz o estudo sem mencionar os efeitos da corrente elétrica sobre o circuito, mas cita alguns aparelhos medidores elétricos, como voltímetro e amperímetro, possivelmente utilizados.

O livro não traz seção abordando o tema efeito fotoelétrico.

6) Física em Contextos Volume 3.

Autores: Maurício Pietrocola, Alexander Pogibin, Renata de Andrade, Talita Raquel Romero.

Editora: Editora do Brasil/ 1ª Edição – São Paulo 2016.

Resumo do material:

Capítulo 1: Propriedades elétricas. – Seção: Bons e maus condutores.

A seção traz à discussão o que são bons e maus condutores, mas não faz menção aos semicondutores.

Capítulo 1: Propriedades elétricas. – Seção: Corrente elétrica e segurança.

Esta seção fala sobre os dispositivos de segurança em circuitos elétricos.

Capítulo 8: A natureza da luz. – Seção: Efeito fotoelétrico.

O livro traz um breve contexto histórico, a previsão clássica e os resultados obtidos. Como exemplos do dia a dia inclui uma tabela explicando o funcionamento em linhas gerais da fotocélula, fonte de radiação eletromagnética, filtro de intensidade de radiação e amperímetro. Mais adiante, mostra os gráficos da energia cinética em função da frequência e também da corrente em função do potencial de corte.

Seção: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – Texto: Efeito Fotoelétrico.

O texto cita algumas aplicações do efeito fotoelétrico, tais como câmeras de vídeo, máquinas fotográficas digitais, tanto amadoras como profissionais, utilizam o CCD (*charge-couple device*), dispositivo feito de material semicondutor.

7) Física Ciência e Tecnologia 3 – Eletromagnetismo e Física Moderna.

Autores: Carlos Magno A. Torres, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares, Paulo Cesar Martins Penteadó.

Editora: Moderna/ 4ª Edição – São Paulo 2016.

Resumo do material:

Capítulo 6: Física Quântica – Seção: Efeito fotoelétrico.

A seção traz o contexto histórico e as previsões clássicas do fenômeno, em seguida, as observações experimentais e conceitua o efeito fotoelétrico. Apresenta o gráfico da energia cinética em função do potencial de corte ou “freador” como o livro cita. Para exemplificar no cotidiano, tem-se os painéis solares montados a partir das fotocélulas, sem mencionar que essas são formadas a partir de materiais semicondutores.

O livro não faz outras citações aos materiais semicondutores.

2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo, será apresentada a teoria de David Ausubel como base para o desenvolvimento do produto. Certamente, não teremos a presença somente desta teoria no decorrer das descrições das atividades, quando houver evidências de outras, estas serão explicitadas e fundamentadas.

2.1 A aprendizagem significativa de David Ausubel

Segundo (AUSUBEL et al, trad,1980), a aprendizagem diz respeito a assimilação de significados, que são concebidos como o conteúdo que emerge quando material potencialmente significativo é incorporado a uma estrutura cognitiva, de forma substantiva e não arbitrária. Esta é uma teoria de aprendizagem orientada à explicação da aprendizagem organizada de conhecimentos caracterizada no contexto escolar, que de acordo com (AUSUBEL et al, trad,1980) o *material* é o conhecimento ou conceito em si que o aluno vai adquirir.

Segundo (AUSUBEL, 2003):

“O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.” p.4.

A teoria afirma que é necessária uma disposição por parte do aluno em relacionar o material aprendido de modo substantivo e não arbitrário, isto é, substantivo no sentido de inserir um novo conhecimento, novas ideias, e não arbitrário como relacionar o conhecimento não com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, que Ausubel chama de subsunçores, (MOREIRA, 2011).

Ainda segundo (MOREIRA, 2011) o conhecimento prévio serve de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando estes “se ancoram” em conhecimentos especificamente relevantes, os subsunçores, preexistentes na estrutura cognitiva. Novas ideias, conceitos,

proposições, podem ser aprendidos significativamente bem como retidos na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de *ancoragem* aos primeiros.

Com respeito à natureza, o material a ser aprendido, deve fazer algum sentido lógico para o aluno, podendo fazer algum tipo de ligação com os subsunçores. (NETO, 2006) afirma que o relacionamento não arbitrário ocorrerá quando o material exibir suficiente plausibilidade ou não-casualidade para proporcionar suporte ideacional que possibilite sua interação com diferentes subsunçores, que os seres humanos são capazes de armazenar em sua estrutura cognitiva. Tem-se aqui a residência da significação lógica de um material de aprendizagem, onde materiais arbitrários como sílabas sem sentido, por exemplo, não possuem (NETO, 2006).

Na relação entre o material aprendido de modo substantivo e não arbitrário, que o conhecimento prévio se modifica adquirindo novos significados, isto é, nesta perspectiva de Ausubel, o conhecimento prévio que nada mais é que a estrutura cognitiva do aprendiz, elemento crucial para a aprendizagem significativa.

Portanto, a escola deve estar atenta ao aluno, fazendo uma sondagem inicial e a partir dela, construir o cronograma para as atividades propostas, possibilitando ao aluno superar suas dificuldades, estimulando o senso investigativo, desenvolvendo o senso de aprendizagem. A coleta de dados aparece como ferramenta significativa, para avaliar desempenho e corrigir possíveis erros no futuro.

3 Metodologia da pesquisa

Neste capítulo será apresentada a descrição da natureza da pesquisa, o contexto, as características dos participantes, os procedimentos e os instrumentos adotados para coleta e análise dos dados.

3.1 Visão geral

O trabalho consiste em apresentar uma sequência didática que contemple os tópicos de eletromagnetismo abordados no EM, seguido da inserção de conteúdos da FMC como a Física dos Semicondutores e o Efeito Fotoelétrico. O desenvolvimento da sequência ocorreu no período de 24 de maio a 10 de julho de 2018, em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio de escola estadual em Manaus, Amazonas.

A instituição contém para disciplina de Física, aulas diurnas, com três tempos semanais de 50 min. Posteriormente foi necessário analisar os resultados obtidos na pesquisa mediante os instrumentos de coleta de dados, na forma qualitativa o impacto produzido pelo produto educacional.

3.2 Natureza da pesquisa

Perceber as mudanças da sociedade estimula nova observação do sujeito, valorizando o emprego de novos métodos para descrição e explicação de fenômenos. Ao estudar as relações entre indivíduos dentro dos grupos sociais, é preciso levar em consideração suas peculiaridades, isto é, não existe um modelo único de pesquisa para todas as ciências “já que as ciências sociais têm sua especificidade, o que pressupõe uma metodologia própria” (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p. 31).

Certamente, especificidades não podem ser traduzidas unicamente em números de modo que a abordagem qualitativa é descrita de acordo com o que não pode ser mensurável visto que o indivíduo e a realidade são intrínsecos. Sob essa perspectiva, a natureza da pesquisa é qualitativa, pelo fato de não se preocupar com representatividade numérica, mas, sim com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, organização, etc (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p. 31), assim, “o pesquisador não deve fazer julgamentos nem permitir que seus preconceitos e crenças contaminem a pesquisa” (GOLDENBERG, 2011, p. 4).

3.3 Pesquisa qualitativa = pesquisa – ação

De acordo com (FONSECA, 2002), sobre os aspectos da pesquisa qualitativa destacam-se:

- Maior enfoque na interpretação do objeto;
- Maior importância do objeto no contexto observado;
- Intervalo maior de alcance no tempo de estudo;
- Várias fontes de dados;
- Maior proximidade do pesquisador em relação aos fenômenos estudados.

Esse tipo de pesquisa é sem dúvida atrativa pelo fato de poder levar a um resultado específico imediato, no contexto do ensino-aprendizagem (Cf. WALLACE, 1991), além disso, a pesquisa qualitativa também contribuiu para o aperfeiçoamento profissional dos docentes, visto que parte das preocupações e interesses dos indivíduos envolvidos. Na pesquisa qualitativa, não há verdades científicas absolutas, pois todo conhecimento científico é provisório e dependente do contexto histórico, no qual os fenômenos são observados e interpretados (ENGEL, 2000).

Em vista disso, os professores como parte essencial da prática educacional têm a oportunidade de transformar suas salas de aula em ambientes de investigação. Aqui a pesquisa-ação, que segundo (ELLIOT, 1990) é o estudo de uma situação social com o fim de melhorar a qualidade da ação dentro da mesma, o que configura a ferramenta ideal para a exploração ligada à prática educacional, embora possa ser aplicada a qualquer ambiente de convívio e atribuições.

3.4 Contexto da Pesquisa

A presente pesquisa foi realizada em uma escola pública localizada na zona norte de Manaus, Amazonas, com uma turma de 52 alunos matriculados do terceiro ano do EM regular, turno vespertino. O turno inicia às 13h e termina às 17h30min, cada tempo de aula tem 50min de duração, a disciplina de Física contém três tempos semanais, sendo que na respectiva turma analisada, um dia da semana tinha dois tempos seguidos e no outro dia apenas um tempo.

As atividades foram desenvolvidas no período de Maio a Julho de 2018 e aplicadas a uma turma cuja pesquisadora não era a professora titular por conta de dificuldades na aplicação do projeto na escola em que era titular.

Segundo (IBGE, 2018) a cidade de Manaus possui a população estimada de 2.145.444 pessoas, com 172 estabelecimentos de EM dentre públicos e particulares. A maioria dos alunos mora nas imediações e bairros adjacentes a escola, salvo alguns alunos que precisam usar o transporte público para chegar à escola. As famílias dos alunos em sua maioria são de pais que trabalham no distrito ou que trabalham por conta própria.

A escola tem parceria com o Centro de Educação Tecnológica do Amazonas, CETAM em que no contra turno oferece cursos profissionalizantes para os alunos e comunidade. A maioria dos alunos participava de programas de ingresso seriado em universidades públicas como o SIS (Sistema de Ingresso Seriado) da UEA (Universidade do Estado do Amazonas) e PSC (Processo Seletivo Contínuo) da UFAM (Universidade Federal do Amazonas), outros alunos cursavam preparatórios pré-vestibular no contra turno.

Apesar de ser utilizada uma turma para os fins da pesquisa, essa foi em alguns momentos dividida em duas partes, o que caracteriza o trabalho com duas turmas de aproximadamente 25 alunos que representa uma quantidade conveniente em uma sala de aula.

3.5 Procedimento da Coleta de Dados

Para a coleta de dados, dispôs-se das aulas de Física em que os alunos assistiam às aulas teóricas e em dado momento, faziam duplas, trios ou equipes para realizar as atividades propostas a fim de que nas últimas aulas os alunos fossem capazes de montar um circuito ligando uma lâmpada com LDR e identificar os processos físicos.

Nas atividades os alunos deveriam discutir, responder exercícios propostos sobre o tema da aula e questionários avaliativos assim que fechasse uma seção, seja ele físico (em folhas de papel) ou online. Outra forma para obter registros eram as gravações em áudios e fotos das atividades.

Assim, foi possível recolher informações para análises futuras de modo preciso com a observação dos fatos concretos, relatos, experiências pessoais e comentários, caracterizando um *diário de campo*, e de acordo com (LIMA, et al, 2007, p. 97),

Enquanto forma de documentação profissional articulada ao aprofundamento teórico, o diário de campo, quando utilizado em um processo constante, pode contribuir para evidenciar as categorias emergentes do trabalho profissional, permitindo a realização de análises mais aprofundadas.

Contudo, a observação também foi uma fonte de coleta de dados, segundo (LUDKE e ANDRÉ, 1986, p. 45),

A observação constitui um dos principais instrumentos de coleta de dados nas abordagens qualitativas. A experiência direta é o melhor teste de verificação da ocorrência de um determinado assunto.

Através da observação o pesquisador pode recorrer às suas experiências pessoais para complementar as interpretações da investigação.

3.6 Instrumento de Pesquisa

O instrumento de pesquisa é a documentação, visto que em todas as aulas os alunos eram submetidos a avaliações de várias formas, seja em atividades escritas ou debates mediados, com a finalidade de verificar o aprendizado, ou até mesmo reforçar os temas trabalhados. Com os dados coletados através desse instrumento, foi possível a organização das informações possibilitando uma visão bem aproximada das realidades observadas.

Nesse contexto, o pesquisador é um sujeito ativo que precisa agendar suas tarefas, anotar relatos de situações pontuais ou ainda fazer um breve relatório de intervenções e realidade. Logo, os registros feitos pelo pesquisador dependem da interpretação dele que também será um mediador nas atividades.

3.7 Sobre a sequência didática

A sequência didática se encaixa no contexto educacional visando auxiliar o profissional da educação garantindo que os conteúdos previstos para aquele período de tempo sejam de fato ministrados e com a garantia, ou pelo menos o mais próximo possível, do aprendizado do aluno. Segundo (CASTRO, 1975) a sequência didática é como um curso em miniatura, e acredita que a “aprendizagem por unidades atende às necessidades do estudante de maneira mais efetiva” (CASTRO, 1975, p. 55), diferindo ao entendimento de que os temas trabalhados em classe, estão distantes, isolados, uns dos outros.

Dito isso, a sequência eleva o aprendizado do aluno, procurando as mais variadas estratégias para atingir esse objetivo. Autores mais recentes têm a preocupação com o tema no contexto do planejamento e avaliação, (ZABALA, 1998) descreve a unidade didática ou unidade de intervenção pedagógica como uma junção de atividades

que devidamente organizada visa atingir certos alvos educacionais. De acordo com (ZABALA, 1998, p. 18) a sequência didática é o

“conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”.

Isso faz com que o profissional da educação tenha a preocupação em compor os conteúdos a serem ensinados para que o intuito da pesquisa seja atingido. O docente deve na medida do possível integrar esse conhecimento à realidade do aluno, de forma coesa, como afirma (ZABALA, 1998), eles devem integrar conteúdos para incrementar seu valor formativo.

O autor defende que a identificação das fases, atividades e relações dos conteúdos na sequência devem alcançar sua finalidade, bem como apresentar seu valor educacional, não de forma absoluta, mas de modo que permita mudanças como a inserção de novas atividades em função da melhoria dela, onde o aluno possa mudar seu ponto de vista sobre o conteúdo, se por ventura, averso.

Como exemplo, o experimento *ligando uma lâmpada com LDR* do produto educacional, se apresentado logo de início, a compreensão dos fenômenos físicos que o envolvem provavelmente seja mais desafiador, isso porque o aluno ainda não teve contato com a teoria, mas se apresentado ao final do conteúdo, ele vem como uma reafirmação, visualização e prática daquilo que aprendeu em sala de aula.

Certamente, a construção da sequência didática deve ser cuidadosa, os autores (CARVALHO e PEREZ, 2001, p. 114), consideram que,

“É preciso que os professores saibam construir atividades inovadoras que levem os alunos a evoluírem, nos seus conceitos, habilidades e atitudes, mas é necessário também que eles saibam dirigir os trabalhos dos alunos para que estes realmente alcancem os objetivos propostos”.

Dentro da própria estrutura da sequência didática, o docente precisa levar em conta que trazer o novo conhecimento, da forma tradicional pode prejudicar o alcance dos objetivos iniciais da intervenção, de modo que, estabelecida a meta, utilizar meios de encadeamento de conteúdos que favoreçam os resultados pretendidos. Cada grupo social apresenta os seus interesses em comum, certamente isso deve ser levado em conta na construção da sequência, isto é, para o professor importa “compreender outras

propostas e reconhecer, em cada momento, aquelas [...] que se adaptam mais às necessidades educacionais de nossos alunos” (ZABALA, 1998, p.59).

Segundo a teoria ausubeliana, para o aprendizado do aluno considera-se o conhecimento prévio dele, os subsunçores, e nesse aspecto, boa parte da tecnologia que rodeia o aluno pode influenciar diretamente na compreensão científica do mundo em que vive. É possível que um aluno do EM nunca tivesse contato com estudos e teorias da mecânica quântica, mas com certeza ele sabe que para digitar uma simples mensagem de texto no celular ele precisa tocar a tela do aparelho e dessa forma está usando de um benefício da mecânica quântica, que sequer conhece.

Isso prova que, apesar de no âmbito da graduação em Física os alunos têm contato com diversas matérias que exigem alta dedicação por parte do aluno, para um aluno do EM, esses conteúdos também podem lhe ser apresentados, e utilizando exemplos do dia a dia, o conhecimento prévio, se equivocado ou incompleto pode ser remodelado. Segundo (VILLAR et al, 1998), afirmam que está cada vez mais evidente que o sistema nervoso muda constantemente e que seu estado normal não é estático, ao contrário, é dinâmico e de mudanças constantes, seja pela contínua aprendizagem, como também pelo fato evidente de seu crescimento e evolução natural.

3.8 Descrição das atividades

A respectiva sequência tem como objetivo explorar alguns conceitos básicos referentes aos semicondutores nas aulas de Física do 3^a ano do EM e a aplicação ocorreu após o conteúdo de potencial elétrico ser ministrado em classe. A unidade didática foi estruturada em quatro seções com 14 aulas ao todo.

O esquema representado pela tabela 4 abaixo traz um resumo das atividades que foram realizadas, os anexos e vídeos aos quais as informações se referem podem ser encontradas no produto anexo à dissertação.

Tabela 4. Resumo das atividades na sequência didática.

CONCEITOS BÁSICOS DA FÍSICA DOS SEMICONDUTORES APOIADO NO USO DE SOFTWARE E EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO.		
SEÇÃO I: CONCEITOS INICIAIS		
TEMPO PREVISTO: 4 AULAS DE 50 MIN.		
AULA	TÍTULO	ENCADEAMENTO DA APLICAÇÃO
1	Sondagem da	Debate inicial seguida da formação de duplas para a

	Turma.	aplicação da sondagem da turma.
2	Corrente elétrica e condutividade em metais.	Debate inicial, em seguida apresentar os conceitos de corrente elétrica e por fim, promover um debate final.
3	1ª lei de ohm – resistores.	Apresentar o conceito de resistência e a 1ª Lei de Ohm, utilizando, preferencialmente, o resistor de carvão em sala, e logo após o <i>Vídeo 1: Lei de ohm</i> .
4	2ª lei de ohm – resistores e capacitores.	Apresentar o conceito de resistividade e a 2ª Lei de Ohm, o conceito de capacitores em linhas gerais e realizar a atividade avaliativa disponível no Anexo 2, referente ao tema da SEÇÃO I.
SEÇÃO II: CONHECENDO OS ELEMENTOS DO CIRCUITO E DIFERENCIANDO SEUS PROCESSOS FÍSICOS.		
TEMPO PREVISTO: 5 AULAS DE 50 MIN		
AULA	TÍTULO	ENCADEAMENTO DA APLICAÇÃO
5	Física dos Semicondutores	Debate inicial de introdução ao conteúdo, desenvolver o conceito de semicondutores e finalmente apresentar a teoria de bandas de energia.
6	Junção p-n	Iniciar com a Junção p-n usando o <i>VÍDEO 2: semicondutores no ensino médio</i> , finalizar com o <i>VÍDEO 3: modelo atômico- teoria de bandas</i> . Enfatizar a importância e aplicação no cotidiano. Para aprofundamento de conteúdo recomenda-se o <i>VÍDEO 4: Microeletrônica – Aula 01- Física dos semicondutores</i> .
7	Transistor e ldr	Apresentar contexto histórico apoiado à utilidade no cotidiano, em seguida exibir o <i>VÍDEO 5: para quê serve 06: transístores – parte 1</i> , por fim o debate mediado.
8	Protoboard e lâmpada incandescente halógena	Apresentar os respectivos componentes eletrônicos e os processos físicos associando a aplicações no dia a dia.
9	O relé	Apresentar os processos físicos associando a aplicações no

		dia a dia. Logo após, aplicar o questionário 1, Anexo 3.
SEÇÃO III: O EFEITO FOTOELÉTRICO		
TEMPO PREVISTO: 2 AULAS DE 50 MIN		
AULA	TÍTULO	ENCADEAMENTO DA APLICAÇÃO
10	O efeito fotoelétrico	Iniciar exibindo o <i>VÍDEO 6: efeito fotoelétrico</i> , logo depois aplicar o conteúdo efeito fotoelétrico.
11	O efeito fotoelétrico-Scratch	Aplicar o questionário avaliativo disponível no Link 2, mas antes deve ser instalado o programa Scratch nos computadores do Laboratório de informática ou computador do professor através do Link 1. Seguem os links para downloads necessários à aula: <ul style="list-style-type: none"> • LINK 1 PARA DOWNLOAD O PROGRAMA SCRATCH: http://www.scratchbrasil.net.br/index.php/sobre-o-scratch.html. • LINK 2 PARA DOWNLOAD DA SIMULAÇÃO: https://scratch.mit.edu/projects/185753654/.
SEÇÃO IV: O CIRCUITO		
TEMPO PREVISTO: 3 AULAS DE 50 MIN		
AULA	TÍTULO	ENCADEAMENTO DA APLICAÇÃO
12	O circuito	Explanar o conceito de circuito elétrico aliando ao dia a dia, abordando os efeitos produzidos pela corrente elétrica no circuito, finalizando com o debate mediado.
13	Ligando uma lâmpada com ldr	Realizar o experimento: ligando uma lâmpada com ldr, no laboratório de ciências ou sala de aula. Guia disponível no anexo 4. Escrever o relato da execução do experimento.
14	Avaliação final	Debate mediado lembrando os principais conceitos desenvolvidos no produto e finalizar com a aplicação do questionário 2, Anexo 6.

A primeira seção vem com a sondagem inicial da turma que será feita em duplas ou no máximo em trios e a apresentação dos conceitos iniciais que servirão de suporte para os temas subsequentes como corrente elétrica, resistores, capacitores,

resistência, resistividade e paralelamente mostrando a importância de conhecer e estudar a respeito de materiais semicondutores. Dessa forma, ao entrar na segunda seção com a Física dos Semicondutores os alunos deverão entender que esses materiais estão em uma categoria diferente dos condutores e isolantes, e que dependendo da necessidade podem se comportar de uma forma ou de outra, em seguida deve-se introduzir a teoria de bandas de energia e a junção p-n explicando seu funcionamento e aplicações no dia a dia, como o diodo e os transistores, além de expor os demais elementos do circuito e os respectivos processos físicos, se possível, levando os componentes para a sala a fim de que os alunos possam manipular.

Na terceira seção pretende-se tratar exclusivamente sobre o efeito fotoelétrico, com uma aula teórica finalizando com a aplicação de questionário online na plataforma Scratch. A última seção irá desenvolver o conceito de circuito, os procedimentos de segurança necessários para a respectiva manipulação, seguindo a montagem dele em equipes no laboratório de ciências da escola e por fim a aplicação do questionário final. Para cada seção, há um questionário final avaliativo, além das outras formas de avaliação em cada aula, seja por questionário, exercícios de fixação ou debates mediados.

4 Discussão dos resultados

Este capítulo consiste na apresentação e discussão dos resultados obtidos em sala de aula com a aplicação da sequência didática, onde as 14 aulas propostas serão resumidas, expostos os relatos das principais colocações e evoluções dos alunos durante a intervenção. As aulas em alguns dias foram interrompidas devido a programações internas da escola, o que gerou um espaçamento relativamente longo entre uma atividade e outra, situações estas, que serão especificadas durante as descrições. A turma contém 52 alunos, mas pela ausência de alguns, certas atividades em grupos com quantidades específicas de alunos precisaram ser readaptadas para a condição do momento.

Seção I: Conceitos Iniciais

AULA 1: SONDAGEM DA TURMA.

A atividade introdutória objetivou a averiguação. Para Ausubel, o conhecimento prévio representa a estrutura cognitiva do aprendiz, onde nessa atividade pretende-se conhecer. Foi aplicado um pré-teste com 43 alunos presentes, sendo 20 duplas e um trio, cuja intenção foi de identificar o que os alunos conheciam sobre resistividade, condutores, isolantes e até mesmo se tinham algum conhecimento sobre semicondutores.

Foi orientado que os alunos se reunissem, e que evitassem o uso de livros, celular e conversas com integrantes de outras duplas, sendo esta última permitida apenas com o parceiro. Foram colocadas as seguintes perguntas:

1. O que você acredita ser resistividade elétrica?
2. Com suas palavras conceitue:
Condutores, isolante e semicondutores.

Apesar de o assunto ainda não ter sido ministrado, os alunos eram encorajados a responder segundo o respectivo entendimento, sem a preocupação de estar errado ou

não. Uma das situações corriqueiras em aula é que a maioria dos alunos tem medo de responder às perguntas lançadas pelo professor, temendo o erro e conseqüentemente ser motivo de risadas dos colegas. A maioria dos alunos respondeu às perguntas do pré-teste.

As respostas a seguir são uma reprodução do que os alunos escreveram no pré-teste, com as mesmas palavras, erros ortográficos e concordância para assegurar a fidelidade do trabalho. Os alunos serão apontados conforme código para fins avaliativos. As descrições estarão identificadas por duplas e com os seguintes códigos dos alunos na forma: AN, onde A é a abreviatura da palavra aluno e N é o respectivo número escolhido de forma aleatória.

Sobre a pergunta número 1 nenhuma resposta está correta, o que pode ser esperado devido à atividade servir para a verificação inicial, mas dentre as 6 respostas selecionadas temos as 3 mais próximas do correto e 3 equivocadas, respectivamente. Seguem as respostas das duplas 1 a 6:

1-“Acreditamos que tem algo a ver com resistores, uma resistência na corrente elétrica” (A15 e A37).

2-“É uma propriedade com matéria com a facilidade de transportar a eletricidade e outras não” (A21 e A48).

3-“Nós achamos que seja uma atividade que resiste ou dure mais no campo elétrico” (A9 e A26).

4-“É quando a força elétrica resiste sobre a eletricidade emitindo um campo magnético” (A5 e A28).

5-“Nós achamos que seja uma resistivação de energia elétrica” (A49 e A36).

6-“É um grupo de resistência elétrica que podem limitar ou reduzir os impulsos de um corpo.” (A50 e A38).

Percebe-se que os alunos ainda não têm uma ideia formada do que seja resistividade, visto que este não é um termo comum do dia a dia. Tem-se que a resposta mais próxima do conceito é a dupla 2, apesar de ainda não ser a totalmente correta, ao citar a “propriedade com a matéria” os alunos entendem que a resistividade tem a ver com as características do material, e ao falar sobre o “transporte de corrente” a dupla expressa a ideia de máxima velocidade, pois quando a velocidade é nula, a densidade de corrente J também é nula.

A segunda pergunta requisitava que os alunos conceituassem com as próprias palavras o que são: condutores (C), isolantes (I) e semicondutores (S), respectivamente. Logo abaixo segue as respostas das duplas, na mesma ordem apresentada para a pergunta 1:

1-“(C): Conduz eletricidade. (I): Não respondeu. (S): Ele não pode conduzir eletricidade.”

2-“(C): Transportador de eletricidade. (I): É o que não se afeta com a eletricidade. (S): Consegue transportar algumas cargas.”

3-“(C): É o que leva/conduz algo, pois em outras áreas também possuem condutores. (I): É o que isola ou o que não transmite. (S): Ele é quase um condutor, que não vai conduzir totalmente.”

4-“(C): Conduz uma determinada energia elétrica. (I): É isolar uma determinada carga, não permitindo a passagem de energia. (S): É quando a eletricidade tem pouca carga é quase um condutor que produz pouca coisa.”

5-“(C): Que conduz eletricidade, por exemplo, água. (I): Um material que impede da eletricidade ultrapassar. (S): É a segunda opção de condutor!”

6-“(C): São aqueles objetos ou força que possuem a capacidade suficiente de conduzir algo. (I): Capaz de isolar duas cargas. (S): Não respondeu.”

Para o conceito de condutor as duplas que mais se aproximaram da resposta correta foram a número 1 e 5, pois apresentaram uma ideia simples e com exemplo prático. Para o conceito de isolante, algumas duplas não responderam, e a dupla que chegou a uma resposta mais significativa foi a 5, onde já apresenta o entendimento de que o isolante é um material, diferente das demais duplas, não somente as que foram citadas aqui, mas que se posicionaram de uma forma vaga.

Com relação aos semicondutores, obteve-se uma incidência maior de respostas em branco, situação esperada, visto que não é um termo corriqueiro do dia a dia das pessoas. Para fins de análise a resposta da dupla 3 é razoável, por colocar que este não

vai conduzir totalmente, posteriormente em análise de áudio ao ser indagado por não ter deixado claro o que iria conduzir, a dupla 3 completou afirmando:

“acho que é energia elétrica, professora.”

Sobre as demais duplas, percebe-se que ou não tem conceito formado sobre o tema ou ainda não tinham ouvido falar, por exemplo, a dupla 6.

Fazendo uma análise geral da turma, observa-se a falta de conhecimento quando se fala de resistividade elétrica e semicondutores, geralmente se fala apenas a respeito de condutores e isolantes no cotidiano dos alunos sem que percebam que a maior parte da tecnologia que eles mesmos utilizam é graças aos semicondutores, sobre resistividade talvez seja tão escassa quanto à abordagem dos semicondutores. Ao final da aula, após o compartilhamento de algumas ideias, a turma formulou em conjunto um conceito físico para condutores e isolantes, onde a pesquisadora escrevia no quadro as palavras dos alunos. Para o conceito de condutores os alunos chegaram em:

“É o material onde as cargas elétricas podem se movimentar relativamente livres”.

e para isolantes:

“Materiais em que a movimentação dos elétrons é dificultada, pois estão fortemente ligados”.

AULA 2: CORRENTE ELÉTRICA E CONDUTIVIDADE EM METAIS.

Seguindo o gatilho da aula 1, a pesquisadora iniciou lembrando os tópicos abordados no pré-teste em forma de debate, para verificar se os alunos lembrariam dos conceitos construídos, teve o intervalo de um dia até a aula 2 e alguns dos alunos que estavam presentes conseguiram lembrar-se mesmo que vagamente do que havia sido discutido, outros que haviam faltado estavam surpresos com a presença de alguém diferente do professor efetivo da matéria e por isso foi necessário falar novamente sobre a pesquisa e os objetivos.

A partir disso, foi explicado sobre o conceito de corrente elétrica, neste momento foi indagado dos alunos o que sabiam sobre isso, a maioria ficou em silêncio, até que encorajados a responderem sem o medo de errar a aluna A12 se manifestou:

“é a capacidade de conduzir energia elétrica?”

A professora responde positivamente, completando o desenvolvimento do tema abordando o conceito físico e os tipos de corrente, como a contínua e alternada, além de apresentar uma forma matemática de calcular corrente⁸. Como pergunta inicial também foi questionado aos alunos como seria possível uma lâmpada incandescente esquentar a tal ponto que o filamento não se fundisse? Os alunos, agora mais participativos, responderam:

A14 – “porque o filamento resiste ao calor”.

A20 – “porque o filamento está resistindo à energia elétrica que está passando na lâmpada”.

A professora responde que neste caso a lâmpada incandescente está transformando a energia elétrica em energia térmica e luminosa. Outra pergunta que os alunos foram indagados foi: através de qual tipo de corrente podemos ligar os aparelhos da nossa casa? Os alunos rapidamente em sua maioria responderam corrente alternada, porém a pesquisadora explicou que a corrente que chega até às residências é alternada, e os aparelhos possuem um conversor para corrente contínua.

Dentre as discussões surgiram dúvidas, “e o carro? qual o tipo de corrente que ele liga?”, após a resposta aos alunos, percebeu-se a curiosidade principalmente daqueles que sentam mais à frente, diferente dos que sentam ao fundo, que não participavam e em certo momento foi necessário pedir que guardassem o celular. Com a facilidade em adquirir um aparelho eletrônico bem como o acesso à internet, o celular tem se tornado um vilão quando o quesito é estimular a falta de atenção durante as aulas, cabe ao professor criar maneiras desse aparelho ser um auxílio para a didática, tema este para outra pesquisa educacional.

A aula fechou com o debate avaliativo fazendo as seguintes perguntas:

1. Quais exemplos vocês podem me dar de corrente contínua no dia a dia? E alternada?

2. Como se origina a corrente elétrica?

Os alunos responderam aleatoriamente e segue algumas das respostas faladas sobre a pergunta 1:

⁸ Ver Produto> Apoio Teórico>Seção I: Conceitos Iniciais>Aula 2.

“Para usar o celular e o computador é contínua, para ligar uma lâmpada, a geladeira é alternada”.

“Corrente contínua é para ligar o notebook”.

“Corrente alternada é para ligar a luz”.

“Corrente alternada para ligar o ar condicionado”.

Foi comentado também que não existem condutores ou isolantes perfeitos, dependendo da situação, uma borracha, que é considerado um isolante, pode-se tornar um condutor, neste momento surgiram colocações do tipo: “como isso acontece?”, a pesquisadora responde que neste caso a rigidez dielétrica do material foi quebrada, e por isso os pneus de um carro, por exemplo, podem se tornar condutores se atingidos por um raio, tema que seria abordado posteriormente.

Finalizada a aula, percebe-se que os alunos conseguiram em sua maioria compreender o que é corrente e seus tipos, contínua e alternada, apesar de algumas interrupções por procedimentos escolares neste dia. Foi orientado que os alunos revisassem o conteúdo da aula para aprofundar o conhecimento, o recurso data-show foi interessante, pois os alunos puderam visualizar melhor como acontece a origem da corrente.

AULA 3: 1ª LEI DE OHM - RESISTORES

A aula inicia com a introdução do conceito de resistência, lembrando quais tipos de materiais podem ser considerados isolantes ou condutores, e que não existem tais materiais que sempre vão se comportar da mesma forma, isolantes podem se tornar condutores e vice-versa. Logo em seguida o conceito de resistência e a 1ª lei de ohm juntamente com seus gráficos para resistores ôhmicos e não ôhmicos foram abordados, até o momento em que foi citado o resistor de carvão.

Neste dia, a pesquisadora levou um exemplar de um resistor da ordem de 10k ohm e um ldr de 10 mm, para que os alunos pudessem visualizar e manipular os diferentes tipos de resistores. Ao falar que o ldr é um tipo de resistor especial, diferente do resistor de carvão, houve uma indagação “o ldr varia com o que?”, a resposta foi que a resistência varia conforme a incidência da luz sobre ele, enquanto que os gráficos dos livros se aplicam mais aos casos de variações com a corrente, o gráfico do ldr pode ser da resistência em função da incidência luminosa, por exemplo, além de apresentar a

título de conhecimento outros tipos de resistores que variam com a corrente, luz e temperatura.

Logo após as explicações, foi realizado um exemplo do cálculo da resistência de um resistor de carvão⁹ onde foi colocada na apresentação em Power Point uma tabela de resistores com as respectivas indicações por cores. Ao executar o exemplo em conjunto com a turma, percebeu-se que os alunos estavam bastante atenciosos, visto que para muitos era a primeira vez que os alunos estavam manipulando um resistor, era visível o empenho de alguns alunos. Apesar de o cálculo envolver porcentagem, não houve grandes dificuldades, somente casos pontuais que foram rapidamente solucionados.

Ao final da aula, foi exibido o vídeo 1 para fins de revisão:

RECURSOS DIDÁTICOS

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • VÍDEO 1: Lei de ohm – (Duração 5:08s).
Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=rO0nEKZXcws |
|---|

e os alunos, não fizeram perguntas, sobre o vídeo.

AULA 4: 2ª LEI DE OHM – RESISTORES E CAPACITORES

A presente aula inicia com uma breve revisão do que foi aplicado nas aulas anteriores, principalmente sobre os conceitos de condutores e isolantes. Com a prática do dia a dia, nota-se que dificilmente os alunos costumam revisar os assuntos em casa. Pensando nisso, promoveu-se um breve debate inicial como revisão com as seguintes perguntas:

- Para vocês, o que são condutores?

A20: “algo que conduz”

A18: “materiais cujo movimento dos elétrons eles não tem tanta resistência”

- Para vocês o que são isolantes?

O aluno A14 responde da seguinte forma: “materiais que dificultam a passagem de energia elétrica, é uma propriedade natural deles”, percebe-se que o aluno tem uma ideia organizada do que é um isolante e consegue transmitir isso oralmente. Ao

⁹ Ver Produto>Apoio Teórico>Seção I: Conceitos Iniciais>Aula 3.

introduzir o conceito de resistividade, a pesquisadora questiona os alunos se já ouviram falar sobre o termo, e a resposta deles é negativa, como esperado, pelo fato de não ser uma palavra de uso comum. Durante a explicação não surgiram muitas dúvidas. Mais à frente os alunos perguntavam sobre os tipos diferentes de resistores, pois alguns comentaram que para eles só existia o “resistor colorido”, referindo-se ao resistor de carvão.

A pesquisadora precisou lembrar que o ldr (Figura 1), visto na aula anterior, é um tipo de resistor também, neste caso, um fotoresistor, que varia a resistência conforme a luz que incide sobre ele. Então, durante a aula lhes foi apresentado outros tipos, um que varia com a temperatura, o *termistor positivo* que aumenta a resistência com o aumento da temperatura e o *termistor negativo* que diminui a resistência com a diminuição da temperatura, além do varistor, que diminui a resistência com a ddp aplicada e finalmente reforçando o exemplo do ldr, que na superfície contém um filamento de cádmio, um semicondutor.

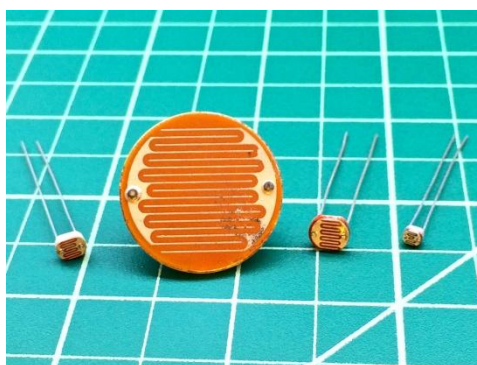


Figura 1. Ldr

Fonte: BlogFazedores

Em seguida foi comentado brevemente sobre os capacitores. A intenção do trabalho não era abrir mão dos conteúdos normais do ano, mas que eles pudessem manter o foco no estudo da Física dos Semicondutores. Por isso, este tópico foi ministrado sem a preocupação com particularidades, lembrando o exemplo do pneu do carro que pode se tornar um condutor ao ser atingido por alta descarga elétrica; outro detalhe importante mencionado, é que não existe um capacitor de placas paralelas formado com planos infinitos, esta aproximação é feita devido à distância entre as placas ser muito menor que a área das placas, e dessa forma esta aproximação pode ser feita.

Ao final da aula foi aplicada uma atividade avaliativa em duplas referente aos temas da seção I¹⁰. Parte significativa da turma conseguiu responder às perguntas, todas discursivas, algumas envolvendo cálculos simples, onde os alunos não apresentaram dificuldades. Algumas duplas, não responderam por afirmarem não ter conseguido. Uma das perguntas solicitava a análise do gráfico e responder se tratava de um resistor ôhmico ou não, grande parte conseguiu responder que de fato era ôhmico, mas a justificativa foi transmitida de várias formas, seguem alguns exemplos:

“porque a carga é linear” (A40 e A38)

“porque a curva é reta” (A21 e A46)

“pois ele é uma reta” (A01 e A08)

“pois é diretamente proporcional a tensão” (A25 e A10)

“pois ele possui uma reta” (A20 e A26)

“porque a resistência é proporcional a tensão” (A48 e A21)

Outros, não justificaram a resposta. Nota-se que os alunos já conseguem identificar corretamente o gráfico de um condutor ôhmico, porém alguns ainda têm certa dificuldade em explicar adequadamente porque o gráfico é desta forma. Apesar deste incidente, o avanço nesta seção é relevante, visto que ao apresentar para um aluno o gráfico sem legenda, ele pode ou não interpretar que tipo de condutor tem-se em questão e aqui o resultado foi satisfatório, assim como nos conceitos de condutores e isolantes, pois os alunos puderam entender melhor porque tais materiais recebem essa denominação. O esclarecimento do que é resistência e resistividade foi de suma importância; por serem palavras muito parecidas pode causar confusão, complicação esta que pode ser sanada. Os alunos fecharam a seção com um bom embasamento teórico para a compreensão da Física dos Semicondutores que será o tema principal da próxima aula.

Seção II: A física dos semicondutores e os elementos do circuito

¹⁰ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexo 2.

AULA 5: FÍSICA DOS SEMICONDUTORES.

A primeira aula desta seção inicia com uma pergunta estimulando o debate mediado: “Vocês sabem o que são semicondutores? Ou pelo menos já conseguem ter uma ideia do que pode ser?”, lembrando a turma que esta pergunta já havia sido feita no pré-teste. Boa parte das respostas permaneceu negativa, mas um aluno aleatoriamente respondeu afirmando:

“deve ser o meio termo de condutor e isolante”

A pesquisadora respondeu positivamente, e que iríamos ver mais detalhes sobre isso no decorrer da aula. Em seguida foram abordados os tipos de semicondutores, intrínsecos e extrínsecos, e a respeito deste último fala-se sobre a dopagem. Ao serem indagados sobre o significado da palavra o que viria à mente deles as respostas foram as seguintes:

“o cara tá desacordado!”, “professora ele não tá muito bem! (risos)”.

Em seguida a pesquisadora explica o significado da palavra, que nada mais é que o processo de adicionar uma impureza ao material semicondutor intrínseco com a finalidade de adequar as características elétricas do material de acordo com a necessidade. Falando sobre os elétrons que ocupam as camadas mais externas, a seguinte pergunta foi lançada:

Sobre a energia que liga o elétron ao átomo, de que forma, ou quais formas seriam possíveis fornecer energia para um elétron? Um aluno aleatoriamente respondeu:

“aplicando um campo eletromagnético?”

A pesquisadora responde de forma positiva quando se leva em consideração que a luz é uma onda eletromagnética, e esta ao incidir sobre o elétron em determinada frequência pode fornecer energia suficiente para que mude a camada em que se encontra. Em seguida abordando o assunto sobre as bandas de energia, os alunos demonstraram ainda não conhecer sobre o tema, mas foi lhes mostrado através do data-show exemplos gráficos como representação das bandas de energia (Figura 2), e ao receber as explicações dos Gap's de energia, que também ainda não tinham ouvido

falar, a maioria deles demonstravam bastante interesse, e ao serem questionados sobre o porquê de uma banda estar praticamente “colada” a outra, alguns responderam da seguinte forma:

“uma depende da outra”

“é porque quanto maior a distância, mais difícil é para a energia ser conduzida, aí vai ser mais fácil”.

A professora parabenizou os alunos pela resposta, completando que se a banda de valência e de condução estão bem próximas, quer dizer que o elétron pode transitar nessas duas regiões livremente.

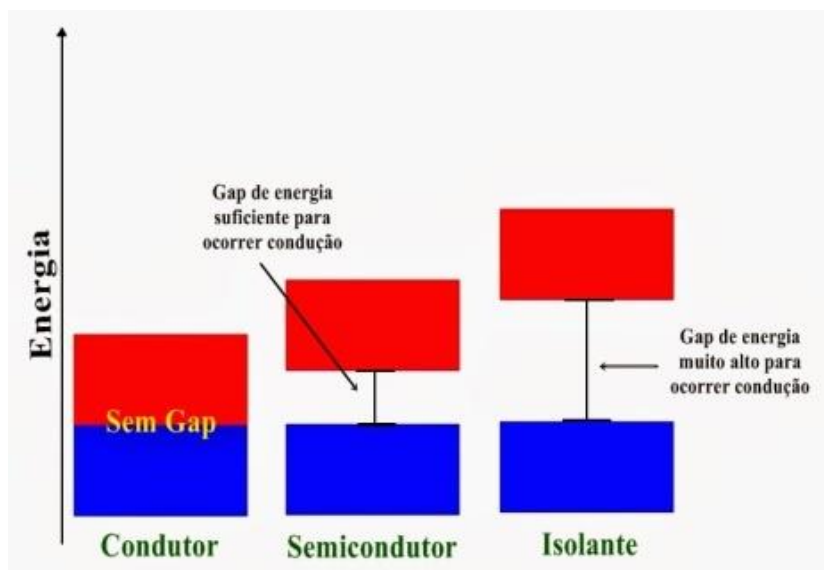


Figura 2.1 Gap's de energia.

Fonte: QuimLab.

Outra indagação lançada à turma foi a seguinte:

O que significa dizer que uma banda está bem distante à outra no material?

Houve um momento de silêncio na turma, de modo que foi necessário que os alunos fossem estimulados novamente para responder:

Se a faixa vermelha está bem longe da azul, é mais fácil ou mais difícil para o elétron transitar entre as duas regiões? Daí ficou mais claro para os alunos responderem:

“Não! Fica mais difícil para o elétron.”

Na prática docente, por diversas vezes, o professor lança uma pergunta para a turma de forma complicada de ser respondida, em situações como essa, é preciso que mesmo as perguntas que serão feitas durante a aula para os alunos, sejam previamente pensadas, a fim de evitar confusão na cabeça dos alunos. De fato, até mesmo realizando um planejamento, o resultado não sai como esperado, cabe ao professor avaliar a turma, com a finalidade de obter os melhores resultados no seu aprendizado.

O intervalo de bandas representa a diferença de energia mínima entre o topo da banda de valência e a parte mais abaixo da banda de condução, no entanto, não estão geralmente no mesmo valor do momento do elétron. Em um semiconductor de gap de banda direta, o topo da banda de valência e a parte inferior da banda de condução ocorrem no mesmo valor de momento¹¹, como no esquema da figura 2.2 abaixo.

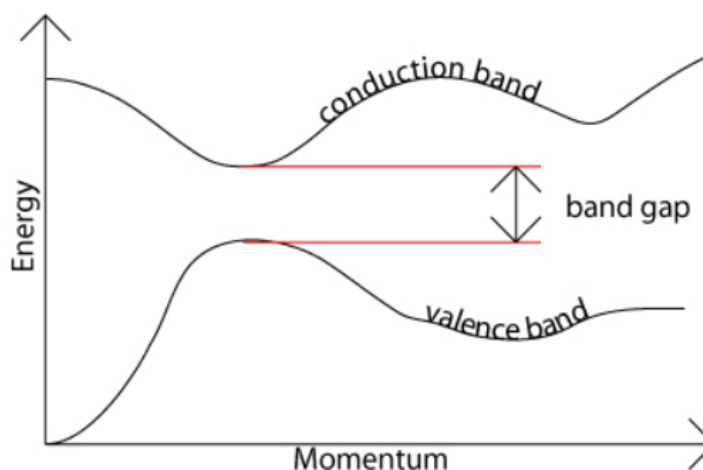


Figura 3.2 Gráfico energia em função do momento.

Fonte: Site University of Cambridge.

Em seguida a explicação sobre esses espaçamentos entre as bandas de energia esclareceu o entendimento apresentado na seção anterior, sobre os conceitos iniciais.

¹¹ Universidade de Cambridge. Disponível em:
<https://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/semiconductors/direct.php>

AULA 6: JUNÇÃO P-N

Esta aula despertou curiosidade dos alunos, principalmente por apresentar aplicações mais evidentes em situações do cotidiano. Os alunos ficam mais atentos quando exemplos citados em sala de aula fazem parte do dia a dia deles, isso torna o ambiente mais propício e cria uma excelente oportunidade para o ensino.

No decorrer das explicações os alunos apresentaram alguns questionamentos sobre o entendimento dos *buracos*, não de uma forma verbal, mas a expressão facial deles mostrava que eles não tinham absorvido. Ao adquirir uma breve convivência com a turma o professor já deve ser capaz de perceber que o aluno não entende o que ele fala só pela forma como olha ou presta atenção na explicação.

A aluna A30 indagou:

“quanto mais recebe, mais buraco fica?”

A aluna não foi exatamente clara em sua pergunta, mas pelo contexto da explicação, entende-se que a dúvida na verdade era: quanto mais um átomo recebe elétrons, mais buracos o átomo doador obtém? Neste caso, tem-se que para cada ligação covalente estabelecida entre dois átomos de silício, por exemplo, ao ser aplicada uma energia externa de tal modo que essas ligações são quebradas, resulta em um elétron livre para cada ligação rompida, criando um espaço que antes era ocupado por um elétron, desse modo, obtém-se a corrente elétrica, pelo movimento que os elétrons executam para “tentar” preencher estes espaços vazios.

Para a aluna foi importante explicar utilizando a linguagem científica, pois facilitou quando veio o tema da corrente de buracos em semicondutores extrínsecos, pois um único átomo em dez milhões já faz toda a diferença no resultado obtido. Certamente, com o recurso do vídeo 3 ao final da aula, ficou mais fácil a visualização de maneira geral, por apresentar animações representando como tudo isso funciona na natureza ou por estímulo humano.

Em seguida foi abordado sobre a junção p-n, e como aplicação direta o diodo retificador. Utilizando o vídeo 2, foi possível um melhor entendimento da turma.

RECURSOS DIDÁTICOS

- VÍDEO 2: SEMICONDUTORES NO ENSINO MÉDIO - (Duração: 8:06s).Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3bS8SoWpjMQ&t=193s> ;

Quando o vídeo foi apresentado surgiram algumas perguntas como: “dá pra ligar uma lâmpada com o diodo?”, “em que lugar tem isso?”, tais perguntas logo foram respondidas, para a primeira, bastou assistir o vídeo que a resposta já foi positiva e para a segunda pergunta, as próprias fontes de computador utilizam os diodos para converter a corrente alternada que chega nas tomadas para corrente contínua, pois somente com esta última é possível que o computador funcione.

RECURSOS DIDÁTICOS

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• VÍDEO 3: MODELO ATOMICO- TEORIA DE BANDAS - (Duração: 2:53s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MQ_4VV1APrE |
|--|

Após a exibição do vídeo, foi importante fazer um resumo do que foi visto durante a aula em conjunto com a turma, tomando as falas deles como exemplo:

- O que foi que vimos hoje?

O aluno A13 responde: “sobre a corrente de buracos”

-E o que é essa corrente de buracos?

A20 responde: “é o espaço que ele deixa no átomo”

-E o que mais?

“junção p-n que liga o diodo”

- A junção p-n é um dos princípios de funcionamento do diodo, certo?

Fazer estes tipos de perguntas apresenta o nível de fixação dos conceitos desenvolvidos, além dele perceber que não está somente assistindo uma aula, mas também aprendendo coisas novas, enfatizando a importância da descoberta destes componentes para a tecnologia que temos disponível hoje.

AULA 7: TRANSISTOR E LDR

Nesta aula foi apresentado o contexto histórico para a criação destes dispositivos eletrônicos, bem como o funcionamento tanto o transistor como o ldr apresentam em sua composição materiais semicondutores que tem função crucial na composição do experimento que será montado na aula 13. Foi importante frisar este ponto porque não somente num circuito montado na escola que se tem a presença de tais elementos, mas principalmente no dia a dia do aluno; a sociedade como um todo se beneficia de tais descobertas sem por muitas vezes entender o que está detrás de tudo isso.

Seguindo a explanação do contexto histórico, a parte da aplicabilidade no cotidiano trouxe indagações interessantes, os alunos A17 e A14 questionaram

A17-“mas professora, como que isso entra num circuito?”

A pergunta que o aluno fez diz respeito à presença do transistor num circuito, que seria respondida com o vídeo exibido mais à frente.

A14- “o ldr que tá no relé fotoelétrico?”

A resposta foi positiva:

-“Na composição do circuito um dos elementos é justamente o ldr que, como já sabemos, é um resistor que varia a corrente que vai percorrer o circuito de acordo com a luz incidente, no caso a luz ambiente. Este tipo de relé é muito utilizado em residências e na iluminação pública”.

Logo em seguida foi exibido o vídeo 5, para complementação do assunto:

RECURSOS DIDÁTICOS

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • VÍDEO 5: PARA QUÊ SERVE 06: TRANSÍSTORES – PARTE 1 - (Duração: 08:46s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=hQc5W_HtOJg |
|--|

Após o vídeo, o aluno A17 percebeu que uma das formas de encontrar um transistor num circuito era numa placa de computador

A17 - “Ah então deve ser numa placa de computador”

(FREITAS e OLIVEIRA, 2015), no trabalho *O uso de vídeos curtos para ensinar tópicos de semicondutores*, trata de que o estudo também pode ser estimulado com recursos audiovisuais e conseqüentemente o aluno aprende mais. Desse modo, percebe-se que o aluno conseguiu entender através de um vídeo algo que teria ficado vago com a explicação.

Para finalizar a aula, foi proposto aos alunos um debate mediado com a seguinte pergunta:

“Se o transistor e o LDR estão tão presentes na nossa vida, porque ele praticamente não é trabalhado em sala de aula?”

Boa parte dos alunos teve dificuldades para responder, outros não se manifestaram, mas através da análise dos áudios gravados e das anotações feitas em diário de campo, obtive as seguintes respostas:

A21– “porque eles são mais difíceis de entender”

A38 – “porque eles têm um maior nível de complexidade?”

O estilo de debate mediado segue a linha de pensamento behaviorista¹², onde os alunos são questionados e espera-se uma determinada resposta deles.

Seguindo as respostas, a pesquisadora comentou que, o tópico da física dos semicondutores praticamente não aparece no livro deles, e quando aparece é de uma forma bem resumida e pela carga de assuntos que os alunos do 3º ano têm e mais a pressão do vestibular, fatalmente este tópico é deixado de lado. Após a aula alguns ainda questionaram porque não estudam este assunto no EM, e mais uma vez foi reforçado que, pelo fato de ser o ano de vestibular deles, tópicos que não são considerados relevantes para as provas na maioria das vezes são desconsiderados.

Em suma, percebe-se que os alunos tiveram muitos questionamentos sobre a integração destes elementos num circuito no cotidiano, o que reflete a necessidade do

¹² Para saber mais sobre a teoria behaviorista acesse: Teorias de Aprendizagem. Disponível em: <http://proec.ufabc.edu.br/uab/index.php/aulaspt/19-ftheadinico/ftheadaulas/126-aula4> .

professor buscar incluir esses detalhes nas aulas, pois dessa forma, o ensinamento de sala de aula passa a ter sentido para o aluno.

AULA 8: PROTOBOARD E LÂMPADA INCANDESCENTE HALÓGENA.

Esta é uma aula muito simples em comparação com as demais, visto que ela tem o objetivo de apresentar aos alunos o funcionamento de uma placa protoboard e a lâmpada incandescente. Os materiais utilizados na exposição pertencem à própria pesquisadora.

Sobre o funcionamento da protoboard foi abordado um breve histórico e o funcionamento, em seguida um aluno fez uma pergunta:

- professora e se, por exemplo, eu conectar o resistor na mesma linha e não na mesma coluna, tem risco de dar ‘curto’?

- depende, em circuitos mais simples pode não ligar, mas em circuitos mais complexos dependendo dos elementos envolvidos, você pode até mesmo queimar o resistor.

Foi colocado para os alunos que a segurança na montagem de um circuito na protoboard deve ser levada em consideração, pois a maioria dos componentes que fazem parte de circuitos deste tipo é frágil. Em seguida os alunos passaram a conhecer sobre o histórico das lâmpadas incandescentes até a lâmpada incandescente halógena, a pesquisadora levou para a sala de aula uma placa protoboard e uma lâmpada halógena para que os alunos pudessem manipular, antes de terminar a primeira fileira a lâmpada já tinha quebrado, e a pesquisadora disse:

- “por isso que temos que ter cuidado com os nossos materiais, graças a Deus tenho várias dessas lâmpadas reservas”. E todos da sala sorriram.

Também foi citada brevemente a possibilidade de se trabalhar com lâmpadas led na protoboard, como, por exemplo, circuitos envolvendo potenciômetros para ajustar o brilho da lâmpada, falando nisso um aluno perguntou:

- a senhora vai mostrar pra gente?
- quando tivermos tempo ao final da aplicação do trabalho eu posso mostrar!

A aula foi finalizada sem maiores questionamentos, não só porque o assunto era curto, mas também pelo fato deste tempo de aula preceder a hora do lanche, ao soar da campainha os alunos saem da sala, contudo o objetivo da aula foi alcançado.

AULA 9: O RELÉ.

Esta aula tem como objetivo específico apresentar as principais características do funcionamento de um relé, dentre eles a classificação que pode ser aberto, fechado ou selado; e ainda podem ser temporizadores, térmicos e de proteção, mas os conceitos-chave necessários para o aprendizado são as configurações de contatos, pois através desse entendimento que será possível identificar no circuito quando a corrente está ou não passando no circuito. Uma coisa interessante que os alunos perceberam e questionaram foi o seguinte: enquanto a corrente ainda não está passando no circuito o normalmente aberto (NA) fica aberto até a passagem de corrente, quando a corrente começa a passar pelo circuito o normalmente fechado (NF) abre.

Isso para eles foi intrigante, pois provocou um pouco de confusão devido ao nome indicar que algo deveria estar fechado, quando na verdade está aberto. Foi explicado que esse dispositivo é muito importante para o controle da corrente que está passando no circuito, ele funciona como uma proteção aos demais componentes. Mais à frente um aluno questionou:

-“é possível que um relé selado exploda?”

A resposta foi: depende. Se um relé é do tipo selado, necessariamente ele deve suportar as altas temperaturas que o aparelho produz, justamente pelo risco de explosão que o circuito como um todo gera. Mas se for introduzido da forma correta, será muito baixo o risco de explosão, se introduzido sem diligência, os riscos devem ser assumidos.

Logo após a discussão, foi repassado o questionário 1¹³ como avaliação de encerramento da seção II. O questionário contém nove perguntas referentes aos temas abordados nas seções I e II, foi aplicado com 40 alunos presentes e foram formadas 20

¹³ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexo 2.

duplas. Para os questionários, serão analisadas as respostas das duplas fazendo um comparativo com o pré-teste aplicado na aula 1; as perguntas 1, 5 e 7, são essencialmente, as mesmas do pré-teste, dessa forma, será possível estabelecer uma comparação entre as respostas.

Segue as perguntas do questionário 1, abaixo:

1. O que é resistividade elétrica?
2. O que é a resistência de um condutor?
3. Caracterize os materiais não-ôhmicos.
4. A resistência do condutor é inversamente proporcional à seção transversal **A** do condutor. Essa afirmação é verdadeira ou falsa? Justifique sua resposta.
5. Com suas palavras, conceitue condutores e isolantes.
6. Explique a função do resistor no circuito.
7. Conceitue um semicondutor. Diferencie um semicondutor intrínseco de um extrínseco.
8. Explique a função do transistor no circuito. Dê exemplos de equipamentos do nosso dia a dia onde tem-se a presença de transistores.
9. Explique a principal vantagem do uso de uma protoboard na montagem de circuitos elétricos.

Relembrando as perguntas do pré-teste:

Pergunta 1: O que você acredita ser resistividade elétrica?

Pergunta 2: Com suas palavras conceitue: condutor, isolante e semicondutor.

A dupla 7, que não fez parte da amostragem inicial citada no relato da aula 1, terá suas respostas todas explicitadas abaixo, visto que seu rendimento foi muito baixo em comparação com os demais alunos da turma, segue as respostas:

1. É uma propriedade que define a passagem de resistência elétrica.
2. Não respondeu
3. Quando possuem a resistência zero.
4. Não respondeu.
5. São materiais elétricos que se comportam de maneira compacta.
6. Sua função é favorecer a resistência.
7. Letra ilegível.
8. Não respondeu.
9. Não respondeu.

As respectivas respostas do pré-teste foram:

Pergunta 1:

Creio que seria um meio de resistir a alta carga elétrica.

Pergunta 2:

Condutor: algo que faz a energia ser conduzida.

Isolante: a energia de forma isolada.

Semicondutor: condutor secundário.

Nota-se que a dupla não absorveu de forma proveitosa os assuntos trabalhados até o momento, e foi classificada como uma dupla que não evoluiu, além da dificuldade para compreensão da letra, os alunos que compõem esta dupla, são alunos que geralmente sentam-se nas cadeiras nos fundos da sala e não atentam para a aula.

A segunda dupla que terá suas respostas apresentada a seguir, a número 10, foi classificada como uma dupla que involuiu:

1. É uma medida de oposição de um material ao fluxo de corrente elétrica.
2. É quando o condutor de energia joga apenas alguns prótons ou tem dificuldade em conduzir.
3. São condutores que oferecem resistência a passagem de corrente elétrica provocando liberação de energia em forma de calor.
4. Não respondeu.
5. Movimentação de elétrons enquanto o isolante é o contrário.
6. Resistor é um dispositivo elétrico muito utilizado em eletrônica, ora com a finalidade de transformar energia elétrica em energia térmica por meio do efeito joule, ora com a finalidade de limitar a corrente elétrica em um circuito.
7. Intrínseco é aquele encontrado na natureza em forma pura, extrínseco onde é introduzido impurezas para adequar outras características.
8. Não respondeu.
9. Ela serve para montar circuitos.

As respostas apresentadas no pré-teste:

Pergunta 1:

Material que resiste à atividade elétrica contida.

Pergunta 2:

(C): Corpo que conduz cargas elétricas. (I): Corpo que isola ou mantém cargas elétricas em determinado local. (S): Corpo ou objeto que conduz ou transmite parcialmente cargas elétricas.

Comparando as respostas, percebe-se que houve um declínio na argumentação física dos conceitos, apesar de outras respostas do questionário estarem bem

apresentadas, como exemplo a resposta da pergunta 6 do questionário. A forma como foi descrita, induz a uma possibilidade de ter recebido as respostas de outros colegas, após comparações entre materiais de outros alunos com respostas semelhantes.

Em diálogo com os demais colegas de turma e o professor, o cenário destes alunos citados nas duas duplas acima é o mesmo em quase todas as matérias, principalmente nas matérias de exatas; são alunos que dificilmente copiam conteúdos e entregam atividades, mas o motivo pelo qual os alunos que apresentaram uma resposta mais adequada para os conceitos no pré-teste do que na resolução do questionário avaliativo, foi devido eles terem recebido possível resposta dos colegas de outras duplas.

Na docência encontra-se por diversas vezes alunos dessa forma, que não apresentam o mínimo de interesse pela escola ou pelos estudos, que vão somente para encontrar os colegas ou conversar. Atrair a atenção desse tipo de aluno é um dos maiores desafios para os professores.

A seguir, são apresentadas as respostas das perguntas do questionário 1 equivalentes às do pré-teste, referente à dupla 6 citada no relato da aula 1 como uma das duplas com respostas equivocadas:

1. É uma propriedade de cada material, a facilidade de transportar eletricidade ou não.
5. São materiais que tem facilidade de conduzir eletricidade, como o ferro e metal.
7. São sólidos cristalinos formados por um ou mais átomos de um elemento químico. Intrínseco: encontrado na sua forma pura, extrínseco: foi retirado da natureza, mas introduzido uma impureza (dopagem).

Relembrando as respostas apresentadas no pré-teste:

Pergunta 1:

É um grupo de resistência elétrica que podem limitar ou reduzir os impulsos de um corpo.

Pergunta 2:

(C): São aqueles objetos ou força que possuem a capacidade suficiente de conduzir algo. (I): Capaz de isolar duas cargas. (S): Não respondeu.”

Naquele momento, a atual dupla havia sido classificada num grupo com respostas incorretas, e agora, apresenta respostas que demonstram a evolução da dupla com relação aos conceitos ministrados até o momento, apresentando indícios da significação do aprendizado dos temas abordados em sala, justificada pela teoria da aprendizagem significativa visto que boa parte dos exemplos citados durante as aulas teóricas são do dia a dia do próprio aluno. Relembrando as palavras de (AUSUBEL, 2003):

“O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos deste) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.” p.4.

Ou seja, para que a evolução da dupla fosse notória, foi necessário uma disposição em querer aprender, fato constatado aula a cada aula. Relacionar o que foi aprendido de modo a adquirir novas ideias e construir novos entendimentos e conceitos, está relacionado de certa forma com a teoria construtivista de Piaget¹⁴, pois aqui os alunos eram estimulados a despertar a autonomia que até o momento estava inerte.

Agora será colocada a dupla 3, com as melhores respostas da turma comparada com o pré-teste, naquela ocasião sendo uma das duplas classificada com as respostas mais próximas do correto:

1. É a facilidade com a qual um material pode conduzir um fluxo de corrente elétrica; se for alta, haverá resistência; se for baixa, o fluxo correrá sem problemas.
2. Quando um material fornece resistência à passagem de corrente elétrica, gerando energia térmica como excesso para a passagem da mesma.
3. São materiais que não possuem resistência constante, e sim variável, se baseando na lei de ohm (1ª) para a corrente elétrica.
4. Verdadeira, pois dentro da lei de ohm, a corrente é proporcional à área do condutor (seção A), o que, inversamente proporcional nesse caso, é a resistência do condutor elétrico.

¹⁴ Para melhor conhecimento acesse: **Teoria de Piaget**. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/esporte/teoria-de-piaget/45255>, ou o artigo: **A aprendizagem da interação educativa: um estudo de caso multicontexto** vide Referências.

5. Condutores são materiais que apresentam maior facilidade no fluxo da corrente elétrica; isolantes, inversamente, apresentam maior resistência ao fluxo da corrente elétrica.
6. A função de um resistor é converter a tensão de um circuito, convertendo o excesso de energia em calor ou luz, como o trabalho de uma lâmpada.
7. Semicondutor é aquele material que precisa de uma intensidade específica de energia para realizar a condução da corrente elétrica; intrínseco é o material puro, natural, e o extrínseco, o modificado.
8. Tem como função de aumentar e chavear os sinais elétricos, assim controlando o fluxo de corrente em circuito. Ex: botão de liga e desliga, computadores.
9. O teste do funcionamento dos agregados da placa com a finalidade desejada, sem apresentar grandes riscos de choque elétrico.

Relembrando as respostas apresentadas no pré-teste:

Pergunta 1:

Nós achamos que seja uma atividade que resiste ou dure mais no campo elétrico.

Pergunta 2:

(C): É o que leva/conduz algo, pois em outras áreas também possuem condutores. (I): É o que isola ou o que não transmite. (S): Ele é quase um condutor, que não vai conduzir totalmente.

Através da análise por comparação entre as respostas da dupla, percebe-se uma melhora considerável em relação ao pré-teste. A evolução é nítida no que diz respeito à argumentação com as palavras para formular um conceito físico, isto demonstra que além da compreensão das duplas sobre o conteúdo, também houve um desenvolvimento intelectual a partir da análise dos conhecimentos prévios informados no pré-teste, apesar de ainda não apresentar uma linguagem científica formal, tal fato aponta para uma remodelagem dos conceitos, que antes se apresentavam vagos e imprecisos, agora, encontram-se mais apurados.

Este avanço é importante para ressaltar novamente, os indícios de aprendizagem significativa, pois o conceito antes apresentado sofreu uma alteração para aquilo que é mais correto, para o que está mais próximo do que é aceito cientificamente.

De modo geral, o desempenho dos alunos foi satisfatório, 80% acertaram mais da metade das perguntas, representando um sucesso relevante no fechamento destas duas seções iniciais que são a base para as ações futuras.

A Tabela 5 expõe de forma comparativa os desempenhos individuais de todas as duplas que fizeram o pré-teste, conforme os seguintes critérios:

- Evoluiu: a dupla melhorou os argumentos a respeito dos conceitos físicos apresentados, em relação ao pré-teste;
- Não evoluiu: a argumentação física da dupla é semelhante ao apresentado no pré-teste;
- Involuiu: a qualidade da argumentação física da dupla diminuiu em relação à apresentada no pré-teste.

Uma observação se faz necessária: um aluno que estava compondo um trio no dia do pré-teste fez a atividade com outro aluno que não fez o pré-teste, a escolha da dupla foi tomada justamente para verificar a possível evolução do aluno, estes compõem a dupla 15.

Tabela 5. Quadro comparativo entre respostas do pré-teste e questionário 1.

Número da dupla ¹⁵	Evolução		
	Evoluiu	Não evoluiu	Involuiu
1*	X		
2*	X		
3*	X		
4*	X		
5*	X		
6*	X		
7		X	
8	X		
9	X		
10			X
11	X		
12	X		
13	X		
14	X		
15	X		
16	X		
17	X		

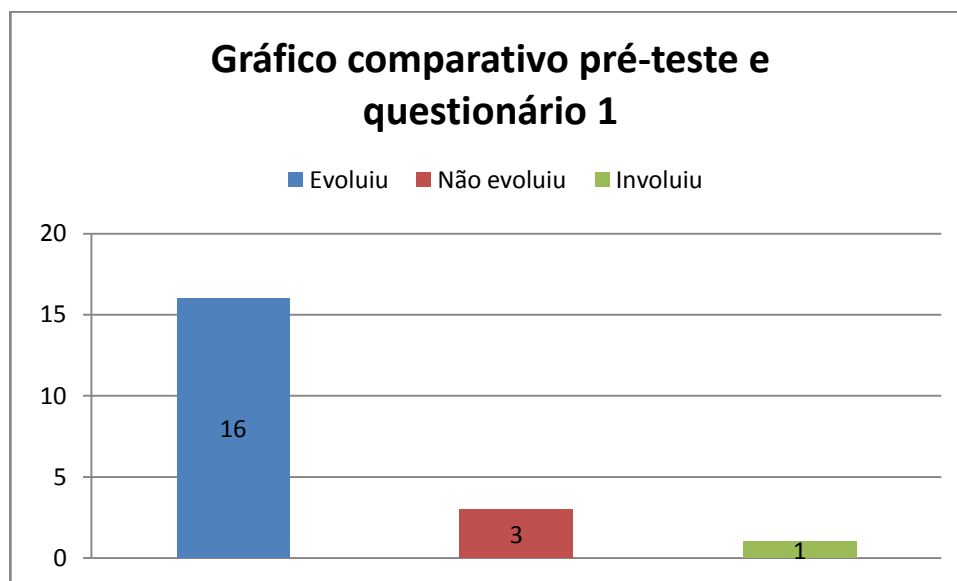
¹⁵ As duplas que contém o asterisco são as mesmas citadas no pré-teste.

18		X	
19		X	
20	X		

Agora, a Figura 3 estes mesmos resultados em forma de gráfico:

Figura 4: Gráfico comparativo entre as respostas do pré-teste e o questionário 1.

Fonte: Autoria própria.



A vertical do gráfico acima traz o total de duplas que realizaram o questionário e na horizontal e dentro das colunas o número de duplas que atendem a cada uma das classes: Evoluiu, Involuiu, Não evoluiu. Através da observação do gráfico, é visível a evolução da maior parte dos alunos que compõem a turma pesquisada, sendo possível inferir uma resposta positiva da intervenção feita até o momento.

Seção III: O Efeito Fotoelétrico.

AULA 10: O EFEITO FOTOELÉTRICO.

Esta nova seção versará sobre a abordagem do tema efeito fotoelétrico. Como recurso didático, inicialmente foi exibido o vídeo 6: Efeito Fotoelétrico

RECURSOS DIDÁTICOS

- VÍDEO 6: EFEITO FOTOELÉTRICO – (Duração: 9:25s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=2vyOWsz_R-g&t=122s.

Em seguida, através da aula expositiva com o auxílio do data show os alunos puderam compreender o fenômeno de forma mais detalhada. Com a exibição do vídeo no início, a aula se tornou uma explicação dele ponto a ponto incrementando com os detalhes a mais que não foram apresentados, como por exemplo, a proporcionalidade entre a variação da corrente e a voltagem com a luz. Em se tratando previsões clássicas, este foi o ponto que mais intrigou aos alunos, algo esperado, pois com o pensamento que prevalecia na época, era complicado aceitar algo revolucionando tudo aquilo que já estava muito bem firmado e comprovado. Foi necessário explicar que, assim como na vida das pessoas, a rotina traz segurança, contudo provoca um estado de comodismo e embarga a vontade de mudança. O que a nova teoria propôs não foi algo fácil, se de fato o que Einstein estava argumentando fosse verdadeiro, uma nova era estaria por vir, o que hoje se tem com facilidade, é fruto de muito tempo de estudo e dedicação.

O mais interessante desta aula, foi o desenvolvimento, que se aproximou mais de um bate-bapo do que uma mera aula expositiva, os alunos complementavam com exemplos do dia a dia: “professora, a porta automática do shopping veio a partir do efeito fotoelétrico?”, “o relé fotoelétrico também entra nisso?”, e apresentavam vontade de querer saber mais “qual o tipo de experimento que a gente pode fazer para ver isso?”.

Tudo isso pode ser resultado de duas coisas:

1. No tópico **1.4 Revisão bibliográfica do conteúdo**, o artigo *O uso de vídeos curtos para ensinar tópicos de semicondutores*, dos autores (FREITAS e OLIVEIRA, 2015) reforça o uso de vídeos no ensino de semicondutores, certamente, que não serve apenas para a abordagem deste conteúdo, mas esse recurso foi imprescindível para o rendimento considerável da turma em face do esforço que é para o professor transpor este tipo de assunto para o nível médio e ainda assim provocar o encantamento dos alunos.
2. Como este ponto fora citado em outros momentos da sequência didática, por exemplo, tratando do funcionamento do relé fotoelétrico os alunos iriam adquirir um conhecimento prévio do assunto, englobando tanto aqueles que pelo menos já ouviram falar e os que estavam tomando conhecimento naquele momento, e agora, tal ideia poderá servir como âncora para que ele se torne um conceito efetivo e duradouro, isso mostra que a aprendizagem a respeito do tema trouxe algum significado para eles. Somando a experimentação, estímulo e a interação com os alunos, aqui são

aprendizes, as chances de se obter uma aprendizagem significativa é considerável.

AULA 11: O EFEITO FOTOELÉTRICO – SCRATCH.

O objetivo desta aula foi avaliar através de um programa disponível na plataforma de livre acesso, o Scratch, ao aprendizado do conteúdo e posteriormente fazer uma análise dos resultados obtidos.

Os recursos didáticos utilizados são apresentados a seguir:

RECURSOS DIDÁTICOS
<ul style="list-style-type: none"> • LINK 1 PARA DOWNLOAD O PROGRAMA SCRATCH: • http://www.scratchbrasil.net.br/index.php/sobre-o-scratch.html . • LINK 2 PARA DOWNLOAD DA SIMULAÇÃO: • https://scratch.mit.edu/projects/185753654/. • Laboratório de informática ou computador, ou Questionário do Scratch (Anexo 5).

A aplicação do questionário avaliativo na plataforma livre do Scratch (link para download acima) deu-se com 28 alunos presentes formando 14 duplas, no mesmo dia da aula expositiva, visto que, naquela oportunidade, houve dois tempos de aula seguidos e o tempo para aplicação total do teste não passaria de 50min, não por que o teste é longo, mas porque o trânsito e a organização dos alunos levam tempo.

Devido a turma ser numerosa, foi necessário dividi-la em dois grandes grupos e subdividi-la em duplas, para que em cada computador no laboratório de informática tivesse no máximo duas pessoas. O grupo que ficou em sala aguardando sua vez de fazer o teste realizou o exercício de forma individual, disponível no anexo 4¹⁶ do produto.

Os alunos cujas respostas forem apresentadas serão identificados de forma aleatória. A pergunta do Anexo 4 é: Explique com suas palavras o que é o “efeito fotoelétrico”?

A15: É a emissão de elétrons por um material, geralmente metálico, quando exposto a uma radiação eletromagnética.

¹⁶ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexo 4.

A28: É a liberação de elétrons pela superfície de um metal, a emissão de elétrons não depende da intensidade da luz e sim da frequência da luz, cada metal tem o seu limiar de frequência onde determina ou não a emissão de elétrons.

A20: Ele consiste na liberação de elétrons pela superfície do metal. A ocorrência da emissão de elétrons não depende da intensidade da luz incidente, sim de alcançar a frequência própria.

A5: O efeito fotoelétrico é quando há emissão de elétrons num determinado material que geralmente é metálico. Quando expostos à luz, essa radiação arranca elétrons da superfície.

Nota-se que os alunos assimilaram de maneira satisfatória o conceito, aqui eles conseguiram argumentar melhor e de maneira sucinta como a resposta do aluno 15, o aluno 20 citou um resultado da previsão clássica derrubada pela teoria quântica, ou seja, a emissão de elétrons independe da intensidade da luz, o aluno 28 citou o limiar de frequência, ao falar da medida que determina a emissão ou não de elétrons.

Agora, as respostas menos completas ou com usos de termos informais:

A4: É o que ocorre quando a placa metálica é exposta a uma radiação eletromagnética de frequência alta.

A13: É uma placa que recebe luz e se essa luz tiver a capacidade de tirar elétrons, temos o efeito fotoelétrico.

A9: Com a incidência de uma frequência luminosa específica, o captante acaba por liberar os elétrons na extremidade do corpo, causando a movimentação dos mesmos.

Apesar dos termos não serem tão formais, as respostas são aceitáveis, considerando que a pergunta solicitava que escrevesse conforme as palavras deles. Dentre estas, a melhor foi do aluno 13, apesar de não conter termos formais, apresentou sucintamente a ideia do efeito fotoelétrico.

A resposta do A20 não apresenta coesão:

A20: Efeito fotoelétrico obtém feixe de luz monocromático, podendo haver a emissão a corrente é proporcional à intensidade da luz.

Abaixo, o link utilizado para a aplicação do teste avaliativo

RECURSOS DIDÁTICOS
<ul style="list-style-type: none"> • LINK 2 PARA DOWNLOAD DA SIMULAÇÃO: • https://scratch.mit.edu/projects/185753654/.

Foi necessário o download e teste alguns dias antes para soluções de possíveis intercorrências. A simulação consiste em nove perguntas referentes ao tema efeito fotoelétricas ministrado na aula expositiva, caso houvesse preferência ou necessidade, o professor poderia aplicar somente o Questionário do Scratch disponível no anexo 5, que correspondem às mesmas questões que estão na plataforma virtual.

Os resultados do teste no Scratch reforçam o que foi dito acima, observe a Tabela 6:

Tabela 6. Resultado da aplicação do questionário avaliativo no Scratch.

Número da dupla	Número de acertos da dupla
1	9
2	9
3	9
4	6
5	7
6	9
7	6
8	3
9	3
10	4
11	6
12	3
13	4
14	1

A partir da tabela foi gerado um gráfico para facilitar a interpretação dos resultados e será apresentado na figura 4 a seguir

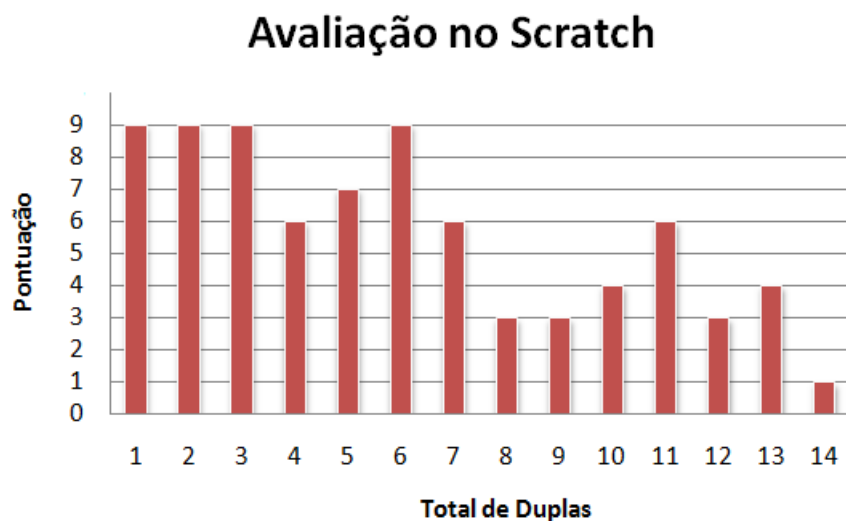


Figura 5. Gráfico com os resultados do teste no Scratch.
Fonte: Autoria própria.

Na vertical, a pontuação dos alunos, na horizontal o total de duplas que realizaram o questionário avaliativo. Nota-se que mais de 50% dos alunos tiveram um bom rendimento, a partir de 6 acertos; a outra metade oscilou entre 1 e 4 acertos. Isso reflete que a explanação e a forma como se deu o desenvolvimento acarretou num desempenho positivo para os alunos, nota-se indícios que o conhecimento trouxe um significado e uma transcendência daquilo que eles aprendem em sala com o dia a dia deles; retomando o comentário do aluno 4:

“professora, a porta automática do shopping veio a partir do efeito fotoelétrico?”

Observa-se que o aluno conseguiu estabelecer uma conexão do que aprendeu em sala para o mundo afora. No teste, 4 duplas que representam 8 alunos, tiveram o resultado máximo, que foram justamente as duplas que mais participaram e interagiram durante a aula, outras 3 duplas, que obtiveram 6 pontos e a que obteve 7 pontos no teste também foram participativas, as outras duplas sendo 3 que fizeram 3 pontos e uma que fez 1 ponto, são compostas por alunos que praticamente não participaram das atividades inclusive das aulas, o que pode justificar o baixo rendimento no questionário avaliativo.

A seguir algumas fotos da aplicação da atividade avaliativa no laboratório:



Figura 6: Avaliação usando o Scratch no laboratório de informática (1).
Fonte: Autoria própria.



Figura 7: Avaliação no Scratch no laboratório de informática (2).
Fonte: Autoria própria.



Figura 8: Avaliação no scratch no laboratório de informática.
Fonte: Autoria própria.

Seção IV: O Circuito.

AULA 12: O CIRCUITO.

A aula tem por objetivo conhecer o funcionamento básico de um circuito, além dos efeitos que a corrente produz ao passar por ele. Foi tratada a segurança ao manipular um circuito citando sua importância para o funcionamento de aparelhos eletrônicos; alertado sobre o risco de se trabalhar com altas tensões lembrando a obtenção de corrente elétrica num condutor.

Foi discutido também sobre o conceito de circuito, sobre os níveis de complexidade de um circuito e sobre os efeitos da corrente ao passar pelo circuito. A partir disso, surgiram algumas dúvidas: o A22 (Aluno 22) questionou

“Professora, então quer dizer que quanto mais elétrons, mais energia?”

Neste caso a resposta é negativa. Um número maior de elétrons atravessando a seção transversal¹⁷ do fio condutor implica no aumento da intensidade da corrente elétrica, pelo fato de muitas cargas atravessarem a seção transversal no menor intervalo de tempo.

Os efeitos da corrente no circuito também foram discutidos na aula elencando várias situações que podem ocorrer quando a corrente atravessa o circuito, como o efeito térmico que origina o efeito Joule e pode ser observado principalmente nas chapinhas, secadores de cabelo, ferro de passar, e todos os aparelhos que convertem energia elétrica em energia térmica. Daí surgiu uma pergunta de um aluno aleatoriamente:

“mas professora, quando o aparelho começa a esquentar muito e ele não foi feito para isso, isso também é o efeito Joule?”

Neste caso a resposta também foi negativa, porque este calor gerado pode ser fruto de ligações mal feitas, curto circuitos, perda de energia, e tudo isso pode ocasionar danos leves e até mesmo graves, tão graves que podem provocar incêndios de grandes proporções, a partir deste gancho foi reforçada a segurança ao manipular instrumentos que envolvam eletricidade, principalmente na próxima aula, em que os alunos irão ao laboratório e o risco de choque, por mais leve que seja, é evidente.

Versando sobre o efeito luminoso foi utilizado como analogia o aquecimento do ferro para produzir armas brancas. Em filmes de guerra é exibido homens trabalhando na confecção de espadas e para tal serviço é necessário que o ferro esteja em brasa para que seja possível moldá-lo, no caso de um circuito o que faria o ferro ficar em brasa será a corrente atravessando o condutor metálico. Esta analogia facilitou

¹⁷ O termo “seção transversal” já fora citado e explicado anteriormente na seção I – conceitos iniciais.

o entendimento dos alunos, pois a expressão facial dos alunos que de fato estavam atentos à aula confirmou isso.

Em se tratando do efeito magnético, o componente eletrônico presente no circuito que será montado a partir da próxima aula é o relé. Esse elemento possui em sua estrutura um fio de cobre enrolado com determinada quantidade de voltas denominado espira de modo que a corrente ao passar pelo componente produz um campo magnético na região interna acionando uma chave que libera a passagem de corrente para o restante do circuito, quando a corrente cessa, a chave também se fecha. Falar sobre os contatos normalmente aberto (NA) e normalmente fechado (NF) nesta aula já não apresentou dificuldade de entendimento visto que a aula 9 já havia sanado algumas das dúvidas que os alunos colocaram, além de lembrarem os tipos de relé. Próximo do fim da aula um aluno questionou:

“professora, todos os tipos de relé tem bobina? até o fotoelétrico?”

A resposta foi positiva, independente da sua modalidade ele sempre vai conter essa estrutura, que é o básico para o funcionamento de qualquer relé, uma bobina e a possibilidade de uma corrente atravessá-lo.

Ao final da aula, foi lançada uma pergunta para estimular um debate:

Qual a importância de conhecer o funcionamento de um circuito?

Segue as respostas da maioria dos alunos:

“Para a segurança”

“Entender o que acontece lá dentro”

Com as respostas a essa pergunta e com as participações no decorrer da aula percebe-se que a maioria dos alunos entenderam o propósito de conhecer o funcionamento de um circuito, o adequado conceito e os efeitos pertinentes a ele.

AULA 13: LIGANDO UMA LÂMPADA COM LDR.

Esta aula representa a conclusão de toda aplicação da sequência, tudo o que foi discutido e explanado durante as aulas será observado na prática através da execução do experimento *Ligando uma lâmpada com Ldr*. O desenvolvimento do experimento foi dado em duas aulas, aulas 13 e 14, em dois dias, visto que a turma contém um número de alunos acima do que o laboratório de ciências da escola comporta e em virtude disso foi necessário dividir os alunos em dois grandes grupos: Grupo 1 – uma parte responsável para realizar o experimento naquele mesmo dia e outra parte que ficaria na sala para responder ao questionário 2¹⁸. Na aula seguinte os papéis foram invertidos: Grupo 2 – Os alunos que responderam ao questionário iriam para o laboratório e os demais que foram ao laboratório responderiam ao questionário.

Sobre o Grupo 1, estipulou-se, ainda, uma subdivisão para auxiliar na avaliação posterior:

Equipes 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4: correspondem às equipes que foram ao laboratório realizar a atividade experimental.

Os demais alunos ficaram para responder o questionário 2. Nesta aula estavam presentes 47 alunos, dentre os quais 27 foram ao laboratório e 20 em sala, sob supervisão do professor da turma. A discussão inicia com os alunos que realizaram o experimento, havia quatro equipes cujo número de integrantes está descrita na tabela 7:

Tabela 7: Equipes e integrantes da execução do experimento – Dia 1.

Equipes	Número de Integrantes
1	7
2	6
3	7
4	7

Cada uma das equipes recebeu um guia de montagem¹⁹ do experimento, foi orientado a respeito da segurança dentro do laboratório para minimizar riscos de acidentes, e durante os dois dias de execução da atividade não houve qualquer ocorrência. Percebeu-se que as equipes estavam bastante engajadas e concentradas na atividade, o silêncio que algumas vezes não se tinha durante algumas aulas teóricas foi

¹⁸ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexos 8>Questionário 2.

¹⁹ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexo 6 – Guia de montagem do experimento (aluno).

obtida aqui. A todo o momento era chamado o auxílio da pesquisadora para verificar se a montagem estava sendo feita de maneira correta, contudo ela estimulou o seguinte pensamento:

“Vocês estão em equipe, pensem juntos que vocês conseguem!”

Em certa etapa da montagem, era necessário o auxílio da pesquisadora para ligar a fonte a fim de alimentar o circuito, pausa importante visto que a ligação feita corretamente e a manipulação do multímetro para leitura da voltagem que estava atravessando o circuito era de suma importância no entendimento do caminho que a corrente faz pelo circuito e por fim a ligação da lâmpada no cabo de força, o que ressalta a importância da presença do relé neste experimento. Aproximadamente 20min após o início da atividade a equipe 1.4 conseguiu finalizar a montagem do circuito de maneira correta, o que chamou a atenção dos colegas das demais equipes.

Eles praticamente não tiveram dúvidas na montagem, só requisitaram auxílio na etapa discriminada no guia de montagem em que era necessária a supervisão do professor. Para instigar os integrantes da equipe que já haviam terminado foi feita a pergunta abaixo, e esta será feita a todas as equipes:

-Vocês sabem por que devemos primeiro ligar a fonte e depois o cabo de força?

- Não.

-É justamente para preparar o circuito para a corrente que ele irá receber. Assim ele não vai sobrecarregar o circuito e evitar que queime algum componente. Vocês sabem a voltagem que vem direto da tomada?

-127.

-Certo, se essa voltagem for aplicada diretamente, algum componente pode queimar e prejudicar nosso circuito.

-Pega fogo professora? (risos).

-Não, mas vamos precisar substituir o relé.

-Ele que controla a corrente?

-Isso, junto com o tip.

-O que é o tip?

-é o semiconductor que vocês estão utilizando na montagem. Este aqui com três contatos (apontando para o componente).

Assim que finalizaram, foi entregue o questionário sobre o circuito²⁰. Esta atividade solicitava um breve resumo sobre a montagem do circuito, os processos físicos observados e as funções dos componentes. A seguir, um resumo das considerações sobre os processos físicos envolvidos e a função dos componentes:

“O relé suporta 12V, e ele que controla a corrente [...] o tip 122 usado serve para controlar a corrente do circuito junto com o relé. Observamos que ao colocar o tubo preto no ldr, a lâmpada desliga, pois aumenta a resistência e ao retirar o tubo a lâmpada acende, nesse caso a corrente tem liberdade para passar. ”

Nota-se que pela breve conversa com a equipe eles conseguiram identificar corretamente as funções de três elementos do circuito, apesar da argumentação não ser rigorosa. O resgate dos conhecimentos obtidos em sala através das perguntas, estabelecendo uma ponte com a prática realizada apresenta indícios da significância da aprendizagem proposta por David Ausubel.

A equipe 1.2 foi a segunda equipe a terminar a atividade, a eles foi feita a pergunta:

- Vocês sabem por que devemos primeiro ligar a fonte e depois o cabo de força?

Como eles ouviram a conversa com a outra equipe, rapidamente responderam:

-Para não sobrecarregar o circuito.

-Certo, e para desligar o circuito, por que desligamos primeiro o cabo de força e depois a fonte?

Os alunos pensaram e não conseguiram responder. A pesquisadora respondeu:

-Pelo mesmo motivo! Se eu desligar primeiro a fonte, vamos ter 127V aplicados diretamente no circuito, e isso pode prejudicar algum componente.

A seguir um resumo do relato da equipe 1.2 sobre o experimento:

²⁰ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexo 7 – Relato pós-montagem do circuito.

“[...] o relé e a fita isolante servem para dar segurança para o circuito. Temos que ligar primeiro a fonte para não sobrecarregar o circuito e desligar primeiro o cabo de força pelo mesmo motivo”

As mesmas palavras utilizadas pela pesquisadora foram introduzidas no relato da equipe, fato corriqueiro quando se trata de aulas escritas em quadros, apresentações com data show que envolvem textos, e outros exemplos que o aluno utiliza o mesmo vocabulário do professor, por isso, ele deve ter muito cuidado ao falar e ao escrever informações que podem fixar na mente do aluno de tal forma que ele pode ter dificuldades de assimilar corretamente o conceito, caso ele esteja errado.

A equipe 1.1 foi a terceira a terminar a atividade e antes de terminarem foi feita a pergunta:

- Vocês sabem por que devemos primeiro ligar a fonte e depois o cabo de força?
- Sim, para não sobrecarregar o circuito.

Nesse momento, todos já sabiam que a pesquisadora iria fazer esta pergunta.

- Ok, e vocês sabem qual a função do relé?

Eles pensaram e não souberam responder. A pesquisadora respondeu:

-Para preparar o circuito e controlar a corrente que o atravessa juntamente com o tip, que está chaveando os sinais elétricos, certo?

- Professora, a gente viu que quando a gente coloca o tubo a lâmpada desliga, por quê?

-Então, o ldr não é o fotorresistor? A resistência varia conforme a luz incide sobre ele. Se a luz incide, ele permite a passagem de corrente pelo circuito e faz a lâmpada acender, senão a lâmpada apaga, no caso em que vocês colocam o tubo preto. Nesse caso o ldr é como um interruptor, vocês ouvem o relé disparando quando se coloca e remove o tubo?

- Parecido com o interruptor da luz da parede.

-Isso, é a mesma função.

Segue o resumo do relato:

“[...] após ligar todo do circuito, a lâmpada acende, colocando o tubo preto a lâmpada desliga, removendo o tubo preto a lâmpada acende de novo. [...] o ldr é como o interruptor e o relé controla a corrente do circuito.”

Novamente, os comentários do professor são importantes para o aluno e a coerência dos argumentos é crucial para o entendimento. Observa-se que a equipe ao escrever o relato conseguiu sintetizar os fenômenos observados na atividade e os conceitos físicos, mesmo que não de maneira formal.

A última equipe a terminar foi a equipe 1.3, esta teve muita dificuldade em realizar a atividade, não estavam conseguindo fazer as conexões corretamente, não estavam sequer conseguindo rosquear a lâmpada, para isso foi até mesmo trocado o bocal observando que este estava danificado e ainda sim não conseguiram. A pesquisadora tomou a decisão de desfazer todas as ligações e junto com a equipe refazer as conexões; como este tempo era próximo do lanche, os alunos da equipe entraram no tempo do intervalo e avançaram aproximadamente 15min do tempo de aula seguinte, com a autorização do professor da turma.

Foi preciso dedicação minuciosa com a equipe, até que finalmente os alunos conseguiram ligar a lâmpada. Os alunos comemoraram bastante e por fim a pesquisadora fez a pergunta:

- Vocês sabem por que devemos primeiro ligar a fonte e depois o cabo de força?
- Para não sobrecarregar o circuito.
- Certo, e o ldr, qual a função dele?
- Ele é como o interruptor.
- E o tip?
- Ele tá controlando a corrente junto com o relé.

Apesar de os alunos terem dificuldades na montagem, eles apresentaram uma boa compreensão da funcionalidade dos componentes do circuito, com isso a pesquisadora lhes fez mais uma pergunta:

- Vocês conseguem me responder um efeito presente neste circuito?

Eles demoraram um pouco e um dos integrantes responde:

- Eu me lembro que a senhora falou que o magnético sempre tem no circuito.

-Isso mesmo!

Mesmo com a demora, o desempenho deles foi bastante satisfatório no que diz respeito também aos fenômenos físicos presentes no circuito. Segue o resumo do relato da equipe:

“[...] primeiro deve ser ligada a fonte, depois o cabo de força para controlar a corrente. Quando desligar, observamos que é preciso desligar primeiro o cabo de força para não forçar o circuito. [...] O ldr é o interruptor e o relé que suporta 12V controla a corrente [...] o efeito presente no circuito é o magnético e o luminoso que faz a lâmpada acender”.

Nota-se que a equipe apresentou de forma adequada os conceitos físicos e a função de cada componente, mesmo com a demora na montagem os alunos conseguiram responder a todos os itens solicitados no relato de maneira satisfatória.

Segue algumas fotos da aplicação da atividade no laboratório de ciências:



Figura 9: Leitura inicial do guia para montagem do circuito.
Fonte: Autoria própria.



Figura 10: Acompanhamento da montagem do circuito.
Fonte: Autoria própria.

Agora, os comentários sobre o Grupo 2, que corresponde aos alunos que responderam ao questionário 2²¹ neste primeiro dia. Dentre as dez duplas, 5 deixaram até duas questões em branco (número máximo de questões sem resposta nesse dia). A seguir, será apresentada uma tabela com o desempenho das duplas classificadas como

²¹ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexos 8>Questionário 2.

- Regular: desempenho da dupla muito abaixo do esperado quando comparado às atividades do pré-teste e questionário 1, anteriores;
- Bom: dupla não tem 100% de acertos, mas apresentou um desempenho satisfatório quando comparado às atividades do pré-teste e questionário 1, anteriores;
- Ótimo: dupla com 100% de acertos. Todas as argumentações tem sentido físico.

Tabela 8: Desempenho das duplas no questionário 2 – Dia 1.

Dupla	Desempenho das duplas (Questionário 2)		
	Regular	Bom	Ótimo
1	X		
2		X	
3		X	
4	X		
5		X	
6		X	
7		X	
8			X
9		X	
10		X	

Para facilitar a visualização, segue o gráfico do respectivo desempenho

Desempenho no Questionário 2

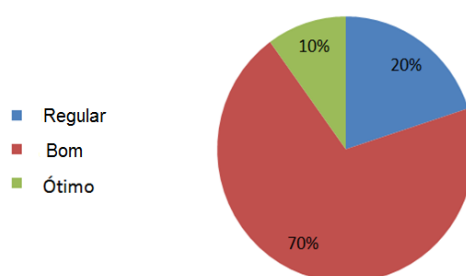


Figura 11: Gráfico do desempenho das duplas no Questionário 2.
Fonte: Autoria própria.

Nota-se que boa parte dos alunos, mais precisamente 70% conseguiu responder às perguntas propostas mesmo deixando algumas em branco, incorretas ou incompletas; outras duas duplas tiveram um desempenho aquém do previsto e uma dupla conseguiu responder todas às questões corretamente, vale ressaltar que a transmissão da ideia feita de forma correta pela escrita do aluno é considerada como resposta certa, não a literalidade do gabarito.

Segue as perguntas do questionário 2:

1. Explique a importância de entender o funcionamento de um circuito.
2. Dê exemplos de materiais que convertem energia química em outra de natureza diferente; em energia elétrica, por exemplo.
3. Cite quais são os possíveis efeitos que corrente produz ao passar num circuito. Dentre eles há um que sempre irá se manifestar, diga qual é e justifique sua resposta.
4. Quais os fenômenos físicos você consegue perceber no circuito montado em sala de aula? Justifique sua resposta.
5. De que forma você consegue visualizar o efeito fotoelétrico no circuito?
6. Qual a importância do TIP 122 e do relé no circuito? Ou seja, explique a funcionalidade de cada um desses elementos.

A sétima questão²², disponível no anexo 8, não será levada em consideração para fim avaliativo devido o cunho crítico e pessoal com relação à atividade proposta.

Primeiro, serão apresentados os comentários sobre as duplas com desempenho regular, para manter a confidencialidade, não serão identificados os nomes tampouco o número na chamada.

Dupla 1:

1. Não respondeu.
2. Carvão, água (carvão elétrico, água hidrelétrica) e o ar que é eólica.
3. Não respondeu.
4. Não respondeu.
5. Quando a luz se acende saem prótons e entram elétrons.
6. Relé é usado como interruptor que liga e desliga a lâmpada.

Dupla 4:

1. Bom a importância é que a energia passa por dentro do circuito “segurando” a energia para pessoas se o necessário para protoboard.
2. Placa solar, hidrelétricas, carvão, energia eólica.
3. Não respondeu.
4. Lâmpada acendendo.
5. Não respondeu.
6. A importância do tip 122 e do relé é que eles fazem parte um do outro.

²² Ver Produto>Anexos do Produto>Anexos 8>Questionário 2.

Nota-se que o desempenho desfavorável das duplas deve-se não somente às perguntas que não foram respondidas, mas também às respostas que foram escritas de forma equivocada. As duplas aqui representadas são compostas por alunos que desde o começo da aplicação do produto não se interessam pelas atividades.

A maioria absoluta da turma apresentou um bom desempenho. Segue amostra das melhores respostas e das mais equivocadas, respectivamente:

Dupla 5

Melhores:

1. Impedir choques elétricos e outros acidentes além de aproveitar o funcionamento do sistema por completo.
4. Transformação de energia elétrica em luminosa; a corrente elétrica passando pela lâmpada.

Equivocadas:

3. Luz e calor, ainda calor causado pela grande passagem de elétrons, ainda excesso transformada em calor.
4. No ldr, convertendo ausência de luz em alta capacidade de condução elétrica.

Nota-se que as respostas consideradas equivocadas precisam de apenas uma simples correção.

Dupla 7

Melhores:

1. Serve para manter o funcionamento de um aparelho elétrico e eletrônico e é muito importante para trabalhar com segurança.
2. Pilha e bateria.
3. Efeito magnético: ao enrolar um fio condutor construindo uma bobina.

Equivocada:

4. Podemos aprender como se é possível ligar uma lâmpada usando alguns materiais que permitem que isso pode ocorrer.

Observa-se que a dupla não respondeu a pergunta.

Dupla 3

Melhores:

2. Queima de carvão, água em forma de energia hidrelétrica.
3. Efeito térmico, chamado de efeito joule, pode provocar queimaduras, o efeito magnético sempre está presente, por causa da corrente que passa no circuito.

Equivocada:

5. Transformações sofridas pelos materiais, movimento ondulatório onde o circuito movimentava ondas de energia pelo protoboard.

Os materiais não passaram por transformações, entraram e saíram do laboratório da mesma forma. Se a dupla afirmasse que as transformações físicas provocadas pelos materiais decorrem da passagem de corrente pelo circuito estaria correta em parte, ainda sim a resposta estaria incompleta, visto que o circuito não movimenta ondas de energia.

Dupla 9:

1. Para manter o funcionamento de um aparelho elétrico e eletrônico é muito importante para trabalhar com segurança.
2. Pilha e bateria.
5. No ldr. O efeito fotoelétrico é a liberação de elétrons pela superfície do material.

Equivocada:

4. Podemos aprender como é possível ligar uma lâmpada usando alguns materiais que permite que isso pudesse acontecer.

A pergunta tratava-se de quais fenômenos físicos a dupla observou, não sobre o aprendizado obtido essa resposta estaria mais correta para a pergunta 7.

Dupla 2:

1. É importante, pois sem as orientações adequadas possui grande chance de ocorrer um acidente e o circuito precisa de vários componentes para ter um bom funcionamento.
2. Teto solar, Carvão.

Equivocada:

3. Uma grande quantidade de energia, que ao se encostar você pode se machucar.

Não era sobre este tema que se tratava a pergunta.

Dupla 6:

3. É importante para poder trabalhar com todos os tipos de aparelhos eletrônicos, quando uma corrente percorre o circuito acontece bastante coisa, os efeitos dessa corrente são a base do funcionamento para aparelhos elétricos e eletrônicos.
4. A condução de energia, pois a lâmpada foi acesa, além do efeito fotoelétrico.

Apesar de nem todas as colocações terem sido justificadas, esta foi a única dupla que neste dia citou o efeito fotoelétrico como um fenômeno observado.

Equivocada:

6. O tip 122 são dois transistores um excitando o outro de maneira a se aumentar muito o ganho total. O relé é formado por um magneto capaz de se deslocar.

As ideias foram apresentadas de forma incoerente e desconexas.

Segue as resposta da dupla 8 que obteve um desempenho considerado como ótimo.

Dupla 8

1. Para observarmos os fenômenos físicos envolvidos as condições para obter corrente elétrica e ideia de corrente contínua e alternada, principalmente para ter segurança.
2. Lâmpada, motor, ferro de passar.
3. Efeito térmico, efeito magnético sempre está presente, efeito químico e efeito fisiológico.
4. Quando um ldr recebe um feixe de luz a lâmpada acende, mas quando é encaixado um tubo preto sobre ele (ldr) impede a entrada de luminosidade do ambiente e a lâmpada desliga.
5. Na liberação de elétrons pela superfície.
6. O tip 122 é utilizado como retificador elétrico no circuito e o relé tem a função de evitar a sobrecarga dele.

Apesar de não apresentar o rigor físico, as respectivas ideias são expostas de forma clara e sem rodeios. Esta dupla tem se destacado desde o começo da aplicação do produto, em determinados momentos também apresentou respostas inconsistentes como no questionário 1, porém sempre apresentou interesse durante as aulas no que resultou na evolução durante o desenvolvimento das atividades. É muito importante que o aluno

entenda a finalidade das atividades apresentadas pelo professor fazendo com ele perceba o que de fato ele deve aprender.

AULA 14: AVALIAÇÃO FINAL.

Esta é a última etapa da aplicação do produto educacional. As equipes que foram ao laboratório na última aula, nesta responderam ao questionário 2²³ e os alunos que realizaram a atividade em sala foram ao laboratório.

Esta aula ocorreu após 5 dias da aula 13 e contou com a presença de 28 alunos, formou-se duas equipes ao todo 12 alunos foram ao laboratório e os 16 demais ficaram em sala para responder às atividades, 6 alunos que participaram da atividade prática, não estiveram presentes na aula, logo não responderam ao questionário. Segue a tabela 9 que indica a quantidade de equipes e o número de integrantes em cada.

Tabela 9: Equipes e integrantes da execução do experimento – Dia 2.

Equipes	Número de Integrantes
1	6
2	6

Novamente, os alunos foram alertados sobre os procedimentos de segurança que devem ser tomados durante a manipulação dos equipamentos dentro do laboratório. Após a entrega dos questionários para os alunos em classe e repassadas as orientações, os demais foram ao laboratório. Logo que chegaram ao laboratório receberam o guia do experimento²⁴, e logo os alunos se organizaram e iniciaram a montagem do circuito, semelhante à última aula os alunos que foram ao laboratório se portaram de maneira bastante concentrada, não foi necessária a interferência constante como na aula 13, apenas nos momentos em que era solicitada a presença do professor durante uma etapa de montagem do circuito como resultado disso a equipe 1 foi a primeira a finalizar a montagem, e a eles, como aos demais, foi feita a seguinte pergunta:

-Vocês sabem me dizer por que devemos primeiro ligar a fonte e depois o cabo de força?

²³ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexo 8 – Questionário 2 (aulas 13 e 14).

²⁴ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexo 6 – Guia de montagem do experimento (aluno).

Eles pensaram por um tempo e não conseguiram responder. Em seguida a pesquisadora explicou:

-Nós ligamos a fonte para poder alimentar a protoboard certo? Se ligarmos primeiro o cabo de força, além de não termos a fonte alimentada ainda, o circuito vai receber a tensão da tomada diretamente no circuito, o que pode provocar uma sobrecarga e queimar algum componente. Vocês sabem a tensão na tomada?

-127 Volts.

-Isso.

-Vocês conseguem identificar a função do ldr aqui?

-Não.

-Veja bem, quando você coloca o tubo preto, o que acontece?

-Desliga a lâmpada.

-E quando tira?

-Acende. Ah, ele é o botão de desligar a luz!

-Isso mesmo, ele funciona como interruptor aqui.

Em seguida a equipe recebeu a atividade do questionário²⁵ sobre o circuito. Segue o resumo com as partes mais importantes do relato:

“Montamos o circuito para ligar uma lâmpada com o ldr observamos que o mesmo funciona como interruptor através da luz (fotoelétrico) [...] o relé evita a sobrecarga dos componentes para que não queime.”

Apesar de não conter rigor físico na resposta, as ideias principais sobre os fenômenos físicos do circuito foram descritas. O que demonstra coerência na forma de expressar as ideias e organizá-las.

A segunda equipe a terminar foi a equipe 2, ao finalizar sobreveio-lhes a mesma pergunta:

-Vocês sabem me dizer por que devemos primeiro ligar a fonte e depois o cabo de força?

Eles ouviram a resposta anteriormente e logo responderam:

-Para não sobrecarregar o circuito.

-Certo, e vocês conseguem me responder qual a função do relé neste circuito?

²⁵ Ver Produto>Anexos do Produto>Anexo 7 – Relato pós-montagem do circuito.

Eles pensaram por um momento e não souberam responder. A pesquisadora responde:

-Pelo mesmo motivo! Se não colocarmos o relé no circuito ao conectar com a energia corremos o risco de perder algum componente porque a tensão que vem da tomada é muito alta para o porte dele.

Em seguida, os alunos escreveram o relato da execução do experimento. Segue o resumo:

“Durante a montagem do circuito observamos a presença de vários objetos de manuseios elétricos como por exemplo o ldr (que funciona como interruptor)[...] o ldr funciona com a presença da luz que gera calor [...] o transistor também estava no circuito aumentando e chaveando os sinais elétricos, controlando o fluxo de corrente em circuitos, além de intermediar os sinais elétricos para controlar as conexões. [...] o relé evita a sobrecarga do circuito”.

Dentre os relatos, este é o mais completo de todos. A equipe conseguiu unir a presença dos componentes do circuito com os fenômenos que eles desempenham em conjunto e isso demonstra que a equipe, de fato, entendeu o objetivo da atividade na sua totalidade. As evidências indicam, portanto, que a aprendizagem trouxe significado para estes alunos, visto que eles compõem algumas das duplas que responderam ao questionário 2 na aula anterior e obtiveram um bom desempenho e ótimo desempenho.

Os conceitos prévios destes alunos da figura 11 na sondagem da turma estavam um tanto quanto equivocados, mas não completamente incorretos, e no decorrer das atividades apresentaram evoluções expressivas tanto em conhecimento quanto em argumentação.

Ao iniciar a intervenção, os alunos não estavam isentos de conhecimento, mesmo que ainda não tivessem tido contato com o tema, alguns pontos do assunto eles já tinham ouvido falar. Conforme o decorrer da atividade estes conhecimentos foram ganhando sentido e foram gradativamente sendo remodelados e aperfeiçoados para alcançar o nível que se encontra na presente etapa.

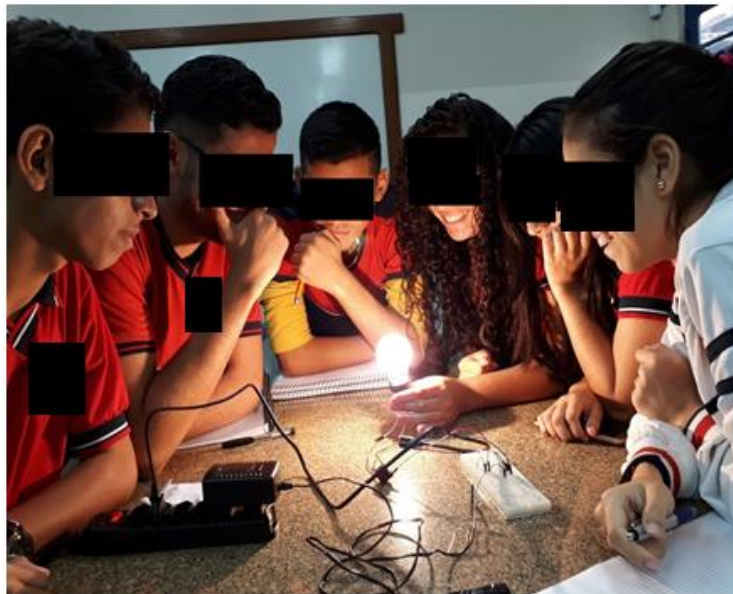


Figura 12: Equipe 2 finalizando a montagem do circuito – Dia 2.
Fonte: Autoria própria.

Os critérios de desempenho adotados na descrição da aula anterior serão os mesmos. Neste dia, nenhuma dupla deixou questões em branco, poucas duplas apresentaram erros nas respostas das questões, indicando que as duplas que fizeram as atividades posteriormente estavam mais bem preparadas para realizar a atividade, provavelmente conversaram com os colegas que já haviam feito o exercício e assim estavam mais bem preparados, conseqüentemente tiveram um melhor desempenho. Apenas uma dupla teve o desempenho considerado Regular, isso porque a maior parte das respostas estava incompleta. Segue a tabela 10 indicativa, aqui não existem duplas com desempenho ótimo, apenas regular ou bom:

Tabela 10: Desempenho das duplas no questionário 2 – Dia 2.

Dupla	Desempenho das duplas (Questionário 2)		
	Regular	Bom	Ótimo
1		X	
2		X	
3		X	
4		X	
5	X		
6		X	

7		X	
8		X	

Segue as respostas da dupla com desempenho Regular:

Dupla 5

1. Para que não haja um curto circuito, ou falta de energia e que o funcionamento seja completo e seguro.
2. O vidro com uma fonte de calor como o sol pode derreter ou esquentar determinados objetos.
3. Efeito químico, térmico, magnético e fisiológico.
4. O exemplo de fenômenos físicos seria o multímetro, nele há como saber a quantidade elétrica.
5. Conseguimos observar pelo fato de que ao emitirmos elétrons no material para ligarmos a luz e assim ele absorve fótons e liberam elétrons.
6. O tip 122 serve para controlar a energia e o relé serve para ligar e desligar junto com o ldr.

Observa-se que as respostas da dupla não estão totalmente incorretas, há apenas certas incoerências como, por exemplo, na pergunta 5 que solicitava que os alunos indicassem a forma que eles puderam observar o efeito fotoelétrico no circuito, e quando eles afirmam “ao emitirmos elétrons no material para ligarmos a luz” conhecendo o contexto e a estrutura da atividade que se referem a um dispositivo que emite feixes luminosos que contém fótons e a uma determinada frequência passa a ejetar elétrons da superfície do material de tal modo que ocorre o efeito fotoelétrico, isso pode ser através uma lâmpada ou um laser por exemplo. O corpo humano emite fótons, literalmente, porém não o suficiente para acender uma lâmpada, por isso a resposta foi considerada como incompleta.

Os componentes desta dupla não apresentaram uma performance ruim durante as atividades do produto, bastava organizar as ideias e transcrever. Tendo como base o questionário 1, estes compõem a dupla 14 que na ocasião foi uma dupla que evoluiu.

A respeito das duplas que tiveram um bom desempenho segue uma amostra das respostas, serão comentadas as respostas incompletas ou equivocadas.

Dupla 1

1. Saber sobre os elementos elétricos, assim como resistores e capacitores, para que se possa fechar um caminho para a corrente, e pode produzir vários efeitos. É importante conhecer para se ter segurança.
2. Água das represas e hidrelétricas.
5. No cinema, nas animações, acender e desligar a iluminação das ruas.

Com a resposta 5, a equipe confundiu a aplicação do efeito fotoelétrico no circuito com a aplicação no dia a dia.

Dupla 2

5. É a liberação de elétrons pela superfície do material.
6. Tip 122: são dois transistores, chaveando pulsos elétricos. Relé: formado por uma bobina capaz de emitir pulsos magnéticos, há três tipos deles.

A resposta 5 estaria correta se a pergunta estivesse solicitando o conceito, o que não configura o caso. Sobre o tip, as considerações estão corretas, porém o relé não emite pulsos magnéticos, ele funciona a partir da passagem de corrente através das espiras que o compõe²⁶. Outro detalhe que a dupla citou a quantidade de relés estudados em sala, algo desnecessário visto que a pergunta requer a importância dele no circuito, não quantos tipos tem-se disponíveis no mercado.

Dupla 3

1. É importante porque é uma forma de se proteger de choques.
2. Pilhas, receptores de sinais.
3. Efeito, térmico, químico, magnético, o último sempre está presente.
5. Conseguimos observar pelo fato de que ao emitir elétrons no material para ligar a luz, ele absorve elétrons.

Certamente, a proteção contra choques é um excelente motivo para entender o funcionamento do circuito, mas também para proteger os componentes eletrônicos. A resposta à pergunta 5 precisa, tão somente, de uma boa redação: “Conseguimos observar que a lâmpada, à uma determinada frequência de corte, ao emitir fótons no material este os absorve e liga a luz”.

Dupla 4

1. Para entender como o equipamento é estruturalmente feito e manusear com segurança.
2. Painéis solares que utilizam a luz do Sol.
4. O efeito isolante. Assim, fazendo com que o protoboard interrompa o fluxo de elétrons.
5. Através da condução de corrente elétrica, por meio da incidência de luz.

²⁶ Ver produto>Apoio Teórico>Aula 9: O Relé.

Não existe efeito isolante. O que ocorre no contexto da pergunta 4, é que ao encaixar o tubo preto sobre o ldr a resistência à passagem de corrente no circuito aumenta impedindo o fluxo natural dela.

Dupla 6

1. A importância de entender o circuito, além de ser interessante, ajuda a você aprender a montar um circuito e entender como ocorrer o funcionamento.
2. Pilha e bateria.
3. O efeito térmico: ele segue quando há choques dos elétrons de um condutor quando o mesmo passa por uma corrente elétrica [...] é importante como exemplo chuveiros elétricos.

Vale comentar a resposta à pergunta 1, esta foi a única dupla que comentou ser interessante entender como funciona um circuito, certamente a experiência da última aula para eles foi bastante satisfatória, os membros desta dupla integravam a equipe 1.4 no relato da aula 13, e na ocasião foi a primeira equipe a finalizar a atividade.

Dupla 7

3. Pode provocar diferentes efeitos, que variam de acordo com a natureza. Os principais efeitos são: térmico, efeito químico, efeito magnético e efeito fisiológico. Os mais comuns são faíscas e explosões.
5. O efeito fotoelétrico no caso é a quantidade de luz. O sensor ldr varia de acordo com a luz que é incidida sobre ele, é possível fazer circular uma corrente por uma bobina ligando assim o circuito, funcionando como um interruptor.

A dupla não explicitou qual o efeito está sempre presente no circuito. Na verdade, o efeito fotoelétrico²⁷ consiste na liberação de elétrons pela superfície de um metal após a absorção da energia proveniente da radiação eletromagnética incidente sobre ele, não uma quantidade como a dupla se referiu.

Dupla 8

1. Para entender o funcionamento de um aparelho elétrico e eletrônico e muito importante para trabalhar com segurança.
2. Pilhas ou baterias.
3. Óticos, cinéticos, térmicos, acústicos.
5. No cinema, nas animações, ao desligar e acender automaticamente a iluminação das ruas.

²⁷ Ver produto> Apoio Teórico>Aula 10: O efeito fotoelétrico.

Mais uma dupla confundiu a observação do efeito fotoelétrico com a aplicação no dia a dia, apresentando a mesma redação. A partir disso, infere-se que as duplas compartilharam as respostas.

Com exceção do compartilhamento de respostas, os alunos que participaram de ambas as atividades, tanto do laboratório quanto do questionário 2 em sala, no segundo dia demonstram uma melhor execução das atividades. Provavelmente os alunos conversaram entre si, no entanto o desempenho nestas duas últimas aulas de uma forma geral foi bastante satisfatório, observa-se que mesmo considerando essa possibilidade de obter informações antecipadas sobre as atividades não implicou em mais resultados de questionários com ótimo desempenho, contudo, na atividade do laboratório o exercício se deu forma mais natural e sem o frenesi da aula anterior onde se tinham mais equipes e conseqüentemente mais pessoas solicitando a atenção da pesquisadora.

No contexto da rede pública do AM, ao se colocar em prática um projeto elaborado como o deste produto educacional deve-se ter em mente que as turmas são numerosas e planejar o desenrolar das atividades, adequando à realidade local.

Agora, far-se-á uma breve análise sobre os desempenho das duplas comparando os resultados entre os questionários 1 e 2. Os critérios adotados para classificar as duplas foram:

A partir de avaliações do desempenho entre questões que exigem as mesmas habilidades nos questionários 1 e 2

- Evoluiu: a dupla apresentou melhora satisfatória na argumentação, os conceitos e as ideias apresentadas estão mais claras e concisas;
- Não evoluiu: a dupla não apresentou melhora na argumentação;
- Involuiu: a dupla não apresenta argumentos claros nas respostas desde o questionário 1 e diminuiu o desempenho no questionário 2;
- Não conclusivo: dupla não respondeu ao questionário 2 e por isso não há dados para comparação.

Segue a tabela 11 com a performance das duplas

Tabela 11: Quadro comparativo entre questionários 1 e 2.

Número da dupla ²⁸	Evolução			
	Evoluiu	Não evoluiu	Involuiu	Não conclusivo
1*	X			

²⁸ As duplas que contém o asterisco são as mesmas citadas no pré-teste.

2*	X			
3*		X		
4*		X		
5*	X			
6*				
7		X		
8	X			
9				X
10	X			
11	X			
12	X			
13	X			
14	X			
15	X			
16	X			
17	X			
18	X			
19				X
20	X			

A seguir, na figura 12 o gráfico comparativo do desempenho dos alunos no questionário 1 em relação ao questionário 2 para facilitar a visualização da tabela acima.

Gráfico comparativo entre questionários 1 e 2

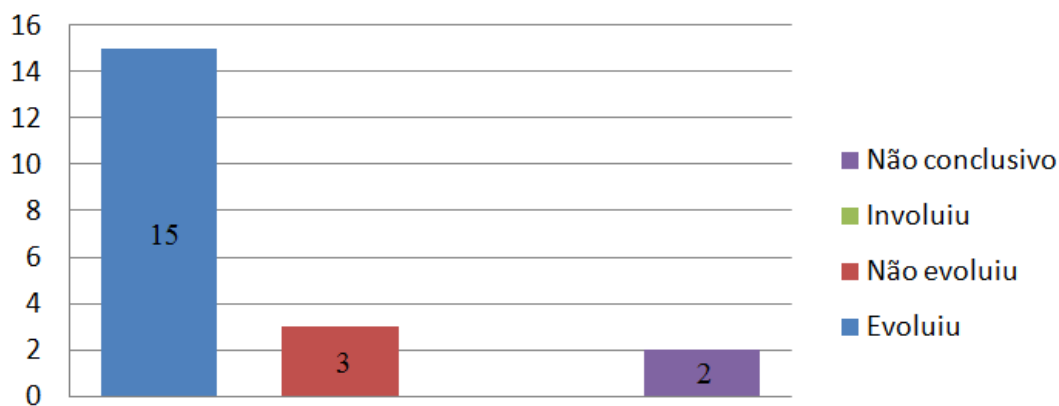


Figura 13: Gráfico comparativo entre questionários 1 e 2.
Fonte: Autoria própria.

A coluna vertical representa a quantidade de duplas que realizaram o questionário 1 e 2, na horizontal e dentro das colunas o número de duplas que atendem a cada uma das classes: Evoluiu, Involuiu, Não evoluiu e Não conclusivo, sendo esta última referente à dupla 9 e 19, que fez o pré-teste e o questionário 1, mas não estiveram presentes no dia da aplicação do segundo questionário. Através da observação do gráfico, nota-se que mais de 50% da turma apresentou indícios de progresso no aprendizado quando comparado aos resultados do primeiro questionário, e apenas duas duplas não apresentaram evolução, fato que deve estar relacionado pelo desinteresse que perpetuou durante toda intervenção. Sobre as duplas que nada se pode concluir por comparação entre os questionários, a evolução destas duplas foi determinada através de observações da pesquisadora, onde durante as aulas os alunos em certos momentos perguntavam, inclusive após a aula e na dedicação nas atividades propostas diariamente. Não há dados suficientes para determinar se algum aluno regrediu em relação ao questionário 1. Sobre as duplas que evoluíram, são justamente aquelas que se empenharam desde o início da aplicação do produto, seja nas atividades, seja nos debates, nas atividades dos laboratórios de ciências ou informática, de alguma forma, o esforço de cada um culminou num resultado e desempenho positivo.

5 Considerações Finais

A aprendizagem unindo tecnologia e prática vem ganhando destaque no âmbito educacional, visto que o aluno não pode mais permanecer preso a um ambiente estático que é a sala de aula tradicional. Atividades experimentais e a tecnologia disponível deve ser uma ferramenta não de cunho eventual e sim frequente para o professor.

Deste pensamento surgiu a proposta aqui exibida e relatada, cujo objetivo inicial era explorar as tecnologias vinculadas à física dos semicondutores e eletricidade observando a aplicabilidade no mundo, de modo que promovesse a interação do professor com o aluno, gerando debates, alcançando conclusões, promovendo evolução do conhecimento, embasado na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

De modo geral, a proposta de ensino foi alcançada, visto que a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel propõe trabalhar com os conceitos prévios dos alunos e a partir disso remodelar para um entendimento científico correto. Um exemplo disso foi a sondagem inicial feita na aula 1, e a partir dela foi se adequando a proposta pedagógica de acordo com o nível da turma. Com o desenrolar das atividades subsequentes foi perceptível a evolução dos alunos a respeito da organização de ideias e argumentação.

Com efeito, a argumentação física rigorosa não foi alcançada, o que pode ser esperado, já que o objetivo não era tornar os alunos exímios entendedores do assunto, mas sim proporcionar o contato com estas noções e eles perceberem a presença do fenômeno físico no dia a dia deles que porventura ainda não tinham o conhecimento.

Para embasar tal colocação, cita-se a aula 9 em que foi aplicado o questionário 1, a pergunta pedia além da função do transistor, exemplos de equipamentos do nosso dia a dia com a presença dele. Uma determinada dupla responde: “botão liga-desliga, computadores de última geração”.

Outro ponto importante foi a promoção de debates que estimulassem a interação da turma com o professor e assim estreitar a relação com o tema, por exemplo, a aula 7 proporcionou um debate mediado sobre a presença do transistor e ldr no cotidiano. Alguns alunos colocaram suas ideias em discussão, nesse caso houve um estímulo para se obter uma resposta direcionada, tem-se aqui, uma linha behaviorista. Não houve uma exclusividade da linha de abordagem teórica, mas foi dada a

oportunidade de se agregar as estratégias de diferentes pensadores com a finalidade de enriquecer o trabalho e potencializar o aprendizado dos alunos.

Em se tratando do uso de novas tecnologias, a utilização da plataforma livre Scratch teve um papel significativo para a aprendizagem, pois trouxe uma forma alternativa de avaliar os alunos, fugindo da metodologia tradicional e proporcionando um momento mais agradável para os alunos sem aquela tensão provocada ao receber uma folha de prova. Na ocasião os alunos demonstravam engajamento e dedicação à atividade proposta e ao finalizar a atividade alguns se manifestaram afirmando “Por que a senhora não vai ficar até o final do ano aqui?” e outro comenta “isso é legal!”. Para que um aluno de ensino médio fale que algo na aula de física foi “legal”, certamente as atividades estão se desenvolvendo da maneira correta.

Uma das principais atividades que demonstram a evolução dos alunos é o comparativo estabelecido entre o pré-teste e o resultado do questionário 1, onde a avaliação foi feita de maneira individualizada dupla a dupla. A maioria absoluta da turma apresentou uma evolução significativa quando comparada a atividade de sondagem. Confrontando o resultado do questionário 1 com o questionário 2, novamente, a maioria da turma obteve um desempenho satisfatório no que se refere tanto à melhora na argumentação bem como em conceituar de forma adequada conceitos físicos e identificar a presença deles no circuito que montaram, levando em conta que haviam tido contato há pouco tempo.

A evolução dos alunos aconteceu de forma gradativa, cita-se a aula 4 em que numa atividade de um conteúdo considerado mais simples os alunos tiveram dificuldades em explicar o porquê do gráfico ser ôhmico e agora eles já mostram certa facilidade para descrever e justificar fenômenos. Esta é a principal vitória para um pesquisador e professor que de fato planeja suas atividades, sem o planejamento, dificilmente uma intervenção poderia render bons frutos.

Quando abordado o tema da física dos semicondutores e bandas de energia, foi necessário muito cuidado com as palavras e nos argumentos que seriam utilizados, isto é, a linguagem científica, pois um termo ou uma frase mal colocada põe em xeque o que na verdade se quer ensinar. Por exemplo, os relatos das atividades experimentais nas quais os alunos utilizaram as mesmas palavras que a pesquisadora lhes disse, se por ventura estivessem erradas ou equivocadas, seria dessa forma que aprenderiam.

O professor deve sempre adotar uma prática reflexiva e buscar cada vez mais aperfeiçoar as técnicas educacionais que possui e o conhecimento que adquiriu quando

em formação. O docente deve estar em constante aperfeiçoamento de sua prática, enquanto ser humano, sempre existe uma forma, uma possibilidade de aprender, através das relações que vivem nos mais variados ambientes culturais.

Sobre a estruturação da sequência didática, foi desenvolvida conforme a pretensão inicial e sofreu alguns ajustes para se adequar à realidade tanto da rede pública quanto privada, já que sugere adaptações para situações em que é possível realizar a atividade com todos os alunos no laboratório de ciências, por exemplo, bem como a necessidade de dividir a turma em grupos para se obter um melhor aproveitamento da atividade, como foi o caso da presente aplicação.

O produto educacional foi montado com a possibilidade de se utilizar tanto integralmente, quanto particionado. Se o professor desejar utilizar somente a seção III de efeito fotoelétrico, poderá fazê-lo sem prejuízo de precisar retomar algum conceito que tenha sido especificado em outra seção, mesmo que os tópicos estejam interligados com as seções anteriores ou posteriores, a fim de não consumir o precioso tempo do professor. Da mesma forma, o professor que desejar reaplicar a sequência terá além das sugestões para possíveis adaptações a oportunidade de adequá-la à sua realidade, uma vez que o trabalho educacional sempre poderá ser aperfeiçoado para atender a finalidade do ensino.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, A. G. *Necessidades, anseios e concepções sobre formação continuada para professores de física participantes do pibid-física: a inserção de física moderna e contemporânea no ensino médio como um estudo de caso*. (2013). Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Lavras. Lavras. (2013).

AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa. Editora Plátano, p 4 (2003).

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Psicologia Educacional*. Tradução: Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, (1980).

BRASIL, Ministério da educação. *PCN - Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. ciências da natureza, matemáticas e suas tecnologias*. MEC – SEMTEC, (2002). DISPONÍVEL EM: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. ACESSO EM: 21/02/18.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília, DF, 32 p, (2006).

BRENNAN, K.; Resnick, M. *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. AERA, (2012).

CARMONA, Garcia. *Física de semicondutores en la educación científica secundaria*. [S.l.]: Educación, 245 p, (2008).

CARVALHO, A. M. P. D. C.; PEREZ, D. G. *Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média*. In: AMÉLIA DOMINGUES DE CASTRO, A. M. P. D. C. *O saber e o saber fazer dos professores*. São Paulo: Pioneira, p. 107-124, (2001).

CASTRO, A. D. E. A. *Didática para a escola de 1º e 2º graus*. São Paulo: Pioneira, (1976).

Cf. WALLACE, M. *Training foreign language teachers. A reflective approach*. Cambridge: Cambridge University Press, (1991).

CSTA. Computer Science Teacher Association. *CSTA K-12 Computer Science Standards*. CSTA Standards Task Force. ACM - Association for Computing Machinery, (2011).

D'AGOSTIN, A.; GARCIA, N.M.D.; LEITE, A. E. *Física moderna e contemporânea no ensino médio: revisitando artigos de revistas*. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, VI, Florianópolis. Atas (2007).

ENGEL, Guido Irineu. *Pesquisa-ação*. Educar, Curitiba. Editora da UFPR. n. 16, p. 181-191. (2000).

ELLIOTT, John. *La investigación-acción en education*. Madrid. Ediciones Morata S.A. 1990.

FONSECA, João José Saraiva da. *Metodologia da pesquisa científica*. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, (2002).

FREITAS, Frederico Campos; OLIVEIRA, Adilson Jesus Aparecido de. *O uso de vídeos curtos para ensinar tópicos de semicondutores*. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 3502-1-3502-7, (2015).

GASPAR, A. *Experiências de Ciências para o 1o Grau*. São Paulo: Editora Ática. 232 p, (1990).

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de pesquisa*. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, (2009).

GOLDENBERG, Miriam. *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais*. 12. ed. Rio de Janeiro: Record, (2011).

GRASSELLI, Erasmo Carlos; GARDELLI, O *ensino da física pela experimentação no ensino médio: da teoria à prática. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor* – Artigos. Cadernos PDE – Versão Online, v. 1. p 2, (2014).

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. *Uma revisão de literatura sobre estudos relativos ao ensino da mecânica quântica introdutória*. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 29-56, (2001).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Amazonas. Manaus. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>. Acesso em: 02/11/18.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; KELI, Regina Célia Tamaso Miotto; PRÁ, Regina Dal. *A documentação no cotidiano da intervenção dos assistentes sociais: algumas considerações acerca do diário de campo*. Revista Textos & Contextos Porto Alegre v. 6 n. 1 p. 93-104. jan./jun. (2007).

LOBATO, T.; GRECA, I. M. *Análise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de física do ensino médio*. Ciência & Educação, Bauru, v. 11, n. 1, p. 119-132, (2005).

LOPES, Leandro Pereira. *Física dos dispositivos semicondutores*. Instituto de Física Gleb Watghain. UNICAMP, p 2, (2005).

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 99 p, (1986).

MALONEY, J.; Burd, L.; Kafai, Y.; Rusk, N.; Silverman, B.; Resnick, M. *Scratch: A Sneak Preview*. Second International Conference on Creating, Connecting, and Collaborating through Computing. Kyoto, Japan, pp. 104-109, (2004).

MASETTO, M.T. *Didática a Aula como centro-Coleção aprender e ensinar*. 4º ed- São Paulo, Editora FTD, (1997).

MATA, Eulália C. da; PINHEIRO, Marcia F.; JÚNIOR, Antônio F. L. Jacob; FRANCÊS, C. R. L.; SANTANA, Á. L.; COSTA, João C. W. A. *Proposta de sistema lúdico para ensino*

de programação a alunos do ensino médio. Anais do X Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, Belém/PA, (2013).

MENEZES, Luís Carlos de. *Uma física para o novo ensino médio*. Física na Escola, São Carlos, v. 1, n. 1, p. 6-8, (2000).

MIT. SCRATCH, 2018. Disponível em: <http://scratch.mit.edu> Acesso em 30/09/18.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem significativa: um conceito subjacente*. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – Vol 3. Instituto de Física da UFRGS. pp. 25-46, (2011).

NAKAMURA, Anderson Yukio; SODRÉ, Zuleika A. Luz; SILVA, Iuri Rojahn da. *A utilização de experimentos envolvendo conceito de física moderna*. IX Encontro Latino Americano de Pós-graduação. Universidade Vale do Paraíba. p 1-5, (2009).

NETO, José Augusto da S. Pontes. *Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas*. Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB. Campo Grande-MS, n. 21, p.117-130, jan./jun, (2006).

NOVO, Rosa. *A aprendizagem da interação educativa: um estudo de caso multicontexto*. 2009. 296f. Tese (Doutorado em Educação). Instituto de Estudos da Criança. Universidade do Minho. Braga, Portugal.

OSTERMAN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. *Física na Escola 2*. p.1 (2001).

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. *Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio"*. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, jan. (2000).

OSTERMANN, F.; RICCI, T. S. F. *Conceitos de física quântica na formação de professores: relatos de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 9-35, abr. (2005).

PAULA, Helder de Figueiredo e; ALVES, Esdras Garcia. *Uma sequência de ensino sobre dispositivos condutores e semicondutores de nosso dia a dia*. Simpósio nacional de ensino de física, 17, 2007, São Luís. Anais. São Luís, 2007.

PAZINATO, A. M.; TEIXEIRA, A. C. *O Uso do Software SCRATCH no Desenvolvimento da Aprendizagem e na Interação Construtivista dos Alunos*. Anais do XI Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, Curitiba/Paraná, (2013).

PENA, Fábio Luís Alves. Instituto de Física, UFBA. *Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e ideias de física moderna e contemporânea na sala de aula?* Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 1 - 2, (2006).

SCAICO, P. D. et al. *Ensino de Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem Orientada ao Design com a linguagem Scratch*. Revista Brasileira de Informática na Educação, Volume 21, Número 2, (2013).

SILVA, Noel Alves; VASCONCELOS, Tomas Noel Herrera. *Ciência, tecnologia e sociedade a partir do estudo dos semicondutores no contexto do ensino médio*. Anais do Encontro de Produção Discente PUCSP/Cruzeiro do Sul. São Paulo. p. 1-6, (2014).

TERRAZZAN, E. A. *Perspectivas para a inserção da física moderna na escola média*. 241 f. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, (1994).

VILLAR, M. J.; CAVAZZOLI, C. BRUMOVSKY, P. *Capacidad adaptativa Del sistema nervioso: mecanismos de plasticidade neural*. Acta psiquiát. Na. Lat., p. 11-27, (1998).

WANGENHEIM, Christiane Gresse Von; Nunes, Vinícius Rodrigues; Santos, Giovane Daniel dos. *Ensino de Computação com SCRATCH no Ensino Fundamental – Um Estudo de Caso*. Revista Brasileira de Informática na Educação, Volume 22, Número 3, (2014).

ZABALA, A. *Prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ARTMED, (1998).

7 APÊNDICE: Produto Educacional

Conceitos Básicos da Física dos Semicondutores Apoiado no Uso de Software e Experimento de Baixo Custo.

LUANA TAVARES REIS

Autora

Prof. Dr. IGOR TAVARES PADILHA

Orientador

CONCEITOS BÁSICOS DA FÍSICA DOS SEMICONDUCTORES

**APOIADO NO USO
DE SOFTWARE E EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO**

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

LUANA TAVARES REIS

Autora

Prof. Dr. IGOR TAVARES PADILHA

Orientador

CONCEITOS BÁSICOS DA FÍSICA DOS SEMICONDUCTORES

**APOIADO NO USO
DE SOFTWARE E EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO**

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

LUANA TAVARES REIS

Autora

Prof. Dr. IGOR TAVARES PADILHA

Orientador

VANESSA THAYANNE GUEDES VIEIRA

Designer Gráfico

MÁRCIA CRISTINA AUZIER PORTILHO

Ficha Catalográfica – CRB 11/597

R347c Reis, Luana Tavares.

Conceitos básicos da física dos semicondutores apoiado no uso de software e experimento de baixo custo./ Luana Tavares Reis. – 2019.

72 f. : il.

Produto Educacional da Dissertação – Conceitos básicos da física dos semicondutores apoiado no uso de software de baixo custo. (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Igor Tavares Padilha..

1. Ensino de física. 2. Física – Semicondutores. 3. Aprendizagem significativa. I. Padilha, Igor Tavares. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Universidade Federal do Amazonas. IV. Título.

CDD 530.07

©Instituto Federal do Amazonas – Campus Manaus Centro

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Sumário

Apresentação.....	7
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL.....	8
SEQUÊNCIA DIDÁTICA	9
SEÇÃO I: CONCEITOS INICIAIS.....	12
AULA 1: SONDAGEM DA TURMA.....	12
AULA 2: CORRENTE ELÉTRICA E CONDUTIVIDADE EM METAIS.	12
AULA 3: 1ª LEI DE OHM – RESISTORES.	13
AULA 4: 2ª LEI DE OHM – RESISTORES E CAPACITORES.	14
SEÇÃO II: A FÍSICA DOS SEMICONDUTORES E OS ELEMENTOS DO CIRCUITO.....	15
AULA 5: FÍSICA DOS SEMICONDUTORES.....	15
AULA 6: JUNÇÃO P-N.....	16
AULA 7: TRANSISTOR E LDR.....	16
AULA 8: PROTOBOARD E LÂMPADA INCANDESCENTE HALÓGENA.....	17
AULA 9: O RELÉ.....	18
SEÇÃO III: O EFEITO FOTOELÉTRICO.....	19
AULA 10: O EFEITO FOTOELÉTRICO.	19
AULA 11: O EFEITO FOTOELÉTRICO – SCRATCH.....	19
SEÇÃO IV: O CIRCUITO	21
AULA 12: O CIRCUITO.....	21
AULA 13: LIGANDO UMA LÂMPADA COM LDR.	21
AULA 14: AVALIAÇÃO FINAL.	22
APOIO TEÓRICO.....	23
SEÇÃO I: CONCEITOS INICIAIS.....	23
AULA 1: SONDAGEM DA TURMA.....	23

AULA 2: CORRENTE ELÉTRICA E CONDUTIVIDADE EM METAIS	23
AULA 3: 1ª LEI DE OHM – RESISTORES	24
AULA 4: 2ª LEI DE OHM – RESISTORES E CAPACITORES.	27
SEÇÃO II: A FÍSICA DOS SEMICONDUTORES E OS ELEMENTOS DO CIRCUITO.....	31
AULA 5: FÍSICA DOS SEMICONDUTORES.....	31
AULA 6: JUNÇÃO P-N.....	33
AULA 7: TRANSISTOR E LDR.....	36
AULA 8: PROTOBOARD E LÂMPADA FLUORESCENTE.....	38
AULA 9: O RELÉ.....	40
SEÇÃO III: O EFEITO FOTOELÉTRICO.....	42
AULA 10: O EFEITO FOTOELÉTRICO.	42
AULA 11: O EFEITO FOTOELÉTRICO – SCRATCH.....	44
SEÇÃO IV: O CIRCUITO	45
AULA 12: O CIRCUITO	45
AULA 13 E 14: LIGANDO UMA LÂMPADA COM LDR.....	47
ANEXO 1 – SUGESTÃO DE PERGUNTAS PARA O DEBATE INICIAL (AULA 1)	49
ANEXO 2 – ATIVIDADE AVALIATIVA (AULA 4).....	50
RESPOSTAS DA ATIVIDADE AVALIATIVA (AULA 4).....	51
ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO 1 (AULA 9).....	52
QUESTIONÁRIO 1 – RESPOSTAS	54
ANEXO 4 – EXERCÍCIO DE APOIO – EFEITO FOTOELÉTRICO. ...	56
ANEXO 5 – QUESTIONÁRIO SCRATCH – EFEITO FOTOELÉTRICO.	57
ANEXO 6 – GUIA DE MONTAGEM DO EXPERIMENTO (ALUNO) – (AULA 13)	60
ANEXO 7 – RELATO PÓS-MONTAGEM DO CIRCUITO (AULA 13)	65

ANEXO 8 - QUESTIONÁRIO 2 (AULAS 13 E 14).....	66
QUESTIONÁRIO 2 – RESPOSTAS	68
REFERÊNCIAS	69

Apresentação

Este produto educacional tem como proposta inserir a Física dos Semicondutores no ensino médio, aliado à experimentação de baixo custo e software de uso livre, visto que este tema é geralmente desenvolvido no curso de graduação em Física, mas com ampla aplicabilidade no dia-a-dia. Baseado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel a característica principal é apresentar novos elementos que podem integrar um circuito, que geralmente não são mencionados em sala de aula, sem abandonar os comumente estudados no âmbito do ensino médio, mas que estão muito presentes na vida moderna.

Em 1833, o físico e químico inglês Michael Faraday percebeu que a resistência do sulfato de prata caía conforme aumentasse a temperatura, diferente do que se esperava com outros materiais. Em 1874, o efeito semicondutor foi descoberto em alguns metais, bem como a descoberta do efeito fotoelétrico que foi primeiramente observado em 1839 e confirmado por Heinrich Hertz em 1887. As observações e aplicações desses fenômenos físicos oportunizaram o desenvolvimento de equipamentos com desempenho mais rápido e eficiente, fundamentando a importância de estudar esse tema no ensino médio.[1]

Para o desenvolvimento das atividades é ofertado ao colega professor o apoio teórico aula por aula, como estratégia de facilitar a busca dos conteúdos. Outro benefício é a distribuição dos temas em seções, havendo o desejo de trabalhar um assunto específico, por exemplo, o professor tem a agilidade de encontrar esse tema e as atividades de forma mais prática.

A estrutura do produto se dá em 4 seções: SEÇÃO I: CONCEITOS INICIAIS; SEÇÃO II: CONHECENDO OS ELEMENTOS DO CIRCUITO E DIFERENCIANDO SEUS PROCESSOS FÍSICOS; SEÇÃO III: O EFEITO FOTOELÉTRICO; SEÇÃO IV: O CIRCUITO. Para as atividades é proporcionada ao professor a SEQUÊNCIA DIDÁTICA e a TEORIA DE APOIO. Para informações consideradas importantes e um melhor desempenho da atividade aparecem nas caixas *AO PROFESSOR* no corpo do produto.

O público-alvo deste produto são alunos de terceiro ano do ensino médio, por contemplar temas que necessitam de conceitos prévios da forma como a aprendizagem significativa exige, além de contar com a maturidade intelectual dos alunos ao receber os novos conceitos.


O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

David Ausubel (1918-2008), filho de imigrantes judeus, o pesquisador sofreu durante anos na escola por não ter sua história pessoal considerada pelos educadores. Defendia a posição que, quanto mais sabemos, mais aprendemos. Famoso por ter proposto o conceito de aprendizagem significativa. Segundo Ausubel, a concepção de ensino e aprendizagem segue na linha oposta à dos behavioristas (estímulo-resposta). Para ele, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos, conceito que será explorado no desenvolvimento da sequência didática, usando o conhecimento que o aluno já tem, moldando de tal forma que se torne coerente e em seguida introduzir novos conceitos¹.

RECURSOS DIDÁTICOS: OS ITENS ABAIXO SERÃO UTILIZADOS EM TODAS AS SEÇÕES:

- QUADRO BRANCO;
- DATA-SHOW;
- COMPUTADOR PARA APRESENTAÇÃO EM POWER POINT;

O símbolo  do Google Drive indica o número do slide em que o colega professor encontra a respectiva aula. Para ter acesso ao arquivo em PowerPoint ou PDF dos slides das aulas 02 a 12, utilize o link:

<https://drive.google.com/drive/folders/1NRT9Qjj1xi0Z1eA8rwrSyDboQr8dRjL-> .

Os itens específicos de cada seção e/ou aula serão discriminados no QUADRO RESUMO a seguir, o passo a passo das aulas são encontrados na SEQUÊNCIA DIDÁTICA e detalhes da base conceitual no APOIO TEÓRICO.

¹ Para aprofundamento teórico recomenda-se a leitura dos artigos:

1. **Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas.** NETO, José Augusto da Silva Pontes. Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB. Campo Grande-MS, n. 21, p.117-130, jan./jun. 2006.
2. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva.** AUSUBEL, David Paul. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Esta seção inicia a aplicação do produto educacional com as instruções dos procedimentos a serem feitos em cada aula. Abaixo apresentamos um quadro resumo com o desenvolvimento das atividades em cada seção e os temas expostos aula por aula e em seguida as seções com o passo a passo.

QUADRO RESUMO

CONCEITOS BÁSICOS DA FÍSICA DOS SEMICONDUTORES APOIADO NO USO DE SOFTWARE E EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO.		
<p>Recursos didáticos gerais: os itens abaixo serão utilizados em todas as seções:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quadro branco; • Data-show; • Computador para apresentação em power point; 		
SEÇÃO I: CONCEITOS INICIAIS		
TEMPO PREVISTO: 4 AULAS DE 50 MIN		
AULA	TÍTULO	ENCADEAMENTO DA APLICAÇÃO
1	Sondagem da turma.	Debate inicial seguida da formação de duplas para a aplicação da sondagem da turma.
2	Corrente elétrica e condutividade em metais.	Debate inicial, em seguida apresentar os conceitos de corrente elétrica e por fim, promover um debate final.
3	1ª lei de ohm – resistores.	Apresentar o conceito de resistência e a 1ª Lei de Ohm, utilizando, preferencialmente, o resistor de carvão em sala, e logo após o <i>Vídeo 1: Lei de ohm</i> .
4	2ª lei de ohm – resistores e capacitores	Apresentar o conceito de resistividade e a 2ª Lei de Ohm, o conceito de capacitores em linhas gerais e realizar a atividade avaliativa disponível no Anexo 2, referente ao tema da SEÇÃO I.

SEÇÃO II: CONHECENDO OS ELEMENTOS DO CIRCUITO E DIFERENCIANDO SEUS PROCESSOS FÍSICOS.		
TEMPO PREVISTO: 5 AULAS DE 50 MIN		
AULA	TÍTULO	ENCADEAMENTO DA APLICAÇÃO
5	Física dos semicondutores	Debate inicial de introdução ao conteúdo, desenvolver o conceito de semicondutores e finalmente apresentar a teoria de bandas de energia.
6	Junção p-n	Iniciar com a Junção p-n usando o <i>VÍDEO 2: semicondutores no ensino médio</i> , finalizar com o <i>VÍDEO 3: modelo atômico- teoria de bandas</i> . Enfatizar a importância e aplicação no cotidiano. Para aprofundamento de conteúdo recomenda-se o <i>VÍDEO 4: Microeletrônica – Aula 01- Física dos semicondutores</i> .
7	Transistor e ldr	Apresentar contexto histórico apoiado à utilidade no cotidiano, em seguida exibir o <i>VÍDEO 5: para quê serve 06: transistores – parte 1</i> , por fim o debate mediado.
8	Protoboard e lâmpada incandescente halógena	Apresentar os respectivos componentes eletrônicos e os processos físicos associando a aplicações no dia a dia.
9	O relé	Apresentar os processos físicos associando a aplicações no dia a dia. Logo após, aplicar o questionário 1, Anexo 3.
SEÇÃO III: O EFEITO FOTOELÉTRICO		
TEMPO PREVISTO: 2 AULAS DE 50 MIN		
AULA	TÍTULO	ENCADEAMENTO DA APLICAÇÃO
10	O efeito fotoelétrico	Iniciar exibindo o <i>VÍDEO 6: Efeito Fotoelétrico</i> , logo depois aplicar o conteúdo efeito fotoelétrico.
11	O efeito fotoelétrico- scratch	Aplicar o questionário avaliativo disponível no Link 2, mas antes deve ser instalado o programa Scratch nos computadores do Laboratório de informática ou computador do professor através do Link 1. Seguem os links para downloads necessários à aula: <ul style="list-style-type: none"> • LINK 1 PARA DOWNLOAD O PROGRAMA SCRATCH:

		http://www.scratchbrasil.net.br/index.php/sobre-o-scratch.html . <ul style="list-style-type: none"> LINK 2 PARA DOWNLOAD DA SIMULAÇÃO: https://scratch.mit.edu/projects/185753654/.
SEÇÃO IV:O CIRCUITO		
TEMPO PREVISTO: 3 AULAS DE 50 MIN		
AULA	TÍTULO	ENCADEAMENTO DA APLICAÇÃO
12	O circuito	Explicar o conceito de circuito elétrico aliando ao dia a dia, abordando os efeitos produzidos pela corrente elétrica no circuito, finalizando com o debate mediado.
13	Ligando uma lâmpada com ldr	Realizar o experimento: ligando uma lâmpada com ldr, no laboratório de ciências ou sala de aula. Guia disponível no Anexo 4. Escrever o relato da execução do experimento.
14	Avaliação final	Debate mediado relembrando os principais conceitos desenvolvidos no produto e finalizar com a aplicação do questionário 2, Anexo 6.

A partir de agora, o colega professor encontrará o passo a passo dos procedimentos a ser adotado em sala de aula, o detalhamento teórico será abordado no capítulo apoio teórico.

Recomenda-se ao colega professor que tenha disponível a seguinte lista de materiais para aplicar durante as aulas e em cada aula serão indicados quais serão necessários:

- 1 – resistor de carvão de qualquer valor;
- 1 – um capacitor, de preferência de baixa capacidade, pode ser de 10 μ F por exemplo, pelo fato de ser pequeno, fácil de encontrar e transportar.
- 1 – Tip 122;
- 1 – Ldr, como sugestão o de 7mm, mas pode ser de qualquer valor.
- 1 – Protoboard;
- 1 – Lâmpada incandescente de 60W.
- 1 – Relé de 12V.

SEÇÃO I: CONCEITOS INICIAIS

TEMPO PREVISTO: (4 AULAS DE 50 MIN)

OBJETIVO GERAL: IDENTIFICAR OS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DA TURMA SOBRE ELETROMAGNETISMO, SEGUIDO DA APLICAÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS ESSENCIAIS PARA A APRESENTAÇÃO DA FÍSICA DOS SEMICONDUTORES.

AULA 1: SONDAGEM DA TURMA.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Verificar os conceitos prévios sobre resistência, resistividade elétrica, capacidade de organização de pensamento para formular um conceito físico, debater a história e fazer a introdução da lei de ohm.

PARTE 1 (30 min): Iniciar com uma breve conversa com a turma na qual será aplicada o produto educacional, explicando as motivações e os objetivos da jornada que virá pela frente. Em seguida, a turma será dividida em duplas, os alunos devem escrever o que acreditam ser resistividade elétrica, diferenciando o comportamento de um condutor, semiconductor e isolante, de tal forma que possam conceituá-los segundo seu ponto de vista (Anexo 1).

PARTE 2 (15 MIN): Debate expositivo e dialógico, agregando as respostas dos alunos a fim de formular os conceitos fisicamente aceitos, pelo menos para condutores e isolantes. De acordo com a maturidade da turma avaliada pelo colega professor, os demais poderão ser trabalhados mais à frente sem prejuízo ao objetivo da atividade.

AULA 2: CORRENTE ELÉTRICA E CONDUTIVIDADE EM METAIS.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Assimilar os conceitos de resistividade, resistência e leis de ohm.



Recursos didáticos: A partir do slide 2, arquivo na pasta do Google Drive.

PARTE 1 (40 MIN): Após as discussões da aula 1, iniciar com um debate e em seguida apresentar os conceitos de corrente elétrica, diferenciando corrente contínua e corrente alternada.

PARTE 2 (10 MIN): Promover um debate final estimulando a participando dos alunos a responder perguntas tais como: quais exemplos vocês podem me dar de corrente contínua no dia a dia? E alternada? Como se origina a corrente elétrica? A fim de verificar o aprendizado da aula, recomenda-se que o professor verifique um meio para coleta de dados nos debates, um gravador de voz, por exemplo.

ATIVIDADE PRÁTICA: CONHECENDO O RESISTOR E O CAPACITOR

AO PROFESSOR: Nas aulas 3 e 4, o professor deve inserir os conceitos de cada um dos itens permitindo o conhecimento de alguns elementos de um circuito através de uma atividade prática levando os elementos do circuito para sala de aula, a fim de que todos os alunos da(s) turma(s) possam manuseá-los.

AULA 3: 1ª LEI DE OHM – RESISTORES.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Conhecer o conceito de resistência e apresentar a 1ª lei de ohm.



Recursos didáticos:

- VÍDEO 1: Lei de ohm – (Duração 5:08s).
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rO0nEKZXcws>
- A partir do slide 8, arquivo na pasta do Google Drive.

Nota: Recomenda-se que o professor leve os seguintes materiais para os alunos manusearem:

- 1 – resistor de carvão de qualquer valor;
- 1 – um capacitor, de preferência de baixa capacidade, pode ser de 10 μ F por exemplo, pelo fato de ser pequeno, fácil de encontrar e transportar.

PARTE 1 (40 min): Apresentar o conceito de resistência e a 1ª Lei de Ohm, trabalhando os resistores ôhmicos e não-ôhmicos junto com a representação gráfica num circuito e conhecer o resistor de carvão. É interessante que o professor leve os componentes eletrônicos para a sala de aula para os alunos, a manipulação deles torna o aprendizado mais prático e o ambiente mais agradável, não somente nesta aula, mas também na AULA 04.

PARTE 2 (10 min): Apresentação do *VÍDEO 1: Lei de Ohm*.

AULA 4: 2ª LEI DE OHM – RESISTORES E CAPACITORES.


OBJETIVO ESPECÍFICO: conhecer o conceito de resistividade e apresentar a 2ª lei de ohm.



Recursos didáticos: A partir do slide 14, arquivo na pasta do Google Drive.

PARTE 1 (25 min): Apresentar o conceito de resistividade, a 2ª Lei de Ohm e os resistores variáveis.

PARTE 2 (10 min): Apresentar em linhas gerais o conceito de capacitores, os tipos, e os fatores que influenciam na capacitância.

PARTE 3 (15 min): Realizar atividade avaliativa em sala de aula sobre os temas das aulas 2, 3 e 4 (Anexo 2). Se o professor desejar, poderá utilizar o slide 19, arquivo na pasta do Google Drive , que contempla as questões da atividade.

SEÇÃO II: A FÍSICA DOS SEMICONDUTORES E OS ELEMENTOS DO CIRCUITO.

TEMPO PREVISTO: (5 AULAS DE 50 MIN)

OBJETIVO GERAL: CONHECER CADA COMPONENTE DE UM CIRCUITO E INTRODUIZIR UM NOVO ELEMENTO GERALMENTE NÃO ESTUDADO NO ENSINO MÉDIO ALIADO A ATIVIDADES PRÁTICAS, ALÉM DE ENTENDER OS PROCESSOS FÍSICOS DE CADA ELEMENTO DO CIRCUITO A SER ESTUDADO, A FIM DE APERFEIÇOAR O APRENDIZADO SOBRE CADA UM DELES.

AO PROFESSOR: Este próximo conceito deve ser cuidadosamente explorado. O foco deste produto educacional são os semicondutores, logo o professor deve garantir a clareza dos conceitos para os alunos. Geralmente, este tema não é abordado no contexto do ensino médio apesar da vasta aplicação na atualidade.

AULA 5: FÍSICA DOS SEMICONDUTORES

OBJETIVO ESPECÍFICO: Abordar o contexto histórico da física dos semicondutores e alguns conceitos iniciais.



Recursos didáticos: A partir do slide 20, arquivo na pasta do Google Drive.

AO PROFESSOR: Use data show para facilitar a visualização das bandas de condução e de valência, semicondutor intrínseco e extrínseco.

PARTE 1 (10 MIN): Iniciar um debate para introduzir o conteúdo. Pergunta: Sabe o que são semicondutores? Estimular uma discussão sobre possíveis utilizações no cotidiano. Recomenda-se que o professor verifique um meio para coleta de dados nos debates, um gravador de voz, por exemplo, a fim de uma análise posterior.

PARTE 2 (40 MIN): Aplicar o conteúdo, desenvolvendo o conceito de semicondutores além de diferenciar semicondutores intrínsecos e extrínsecos utilizando o recurso do data-show. Apresentar noções da teoria de bandas de energia.

AULA 6: JUNÇÃO P-N

OBJETIVO ESPECÍFICO: Conhecer e entender o funcionamento e aplicabilidade da junção p-n.



Recursos didáticos:

- VÍDEO 2: SEMICONDUTORES NO ENSINO MÉDIO - (Duração: 8:06s).Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=3bS8SoWpjMQ&t=193s> ;
- VÍDEO 3: MODELO ATOMICO- TEORIA DE BANDAS - (Duração: 2:53s). Disponível em:https://www.youtube.com/watch?v=MQ_4VV1APrE
- VÍDEO 4: Microeletrônica – Aula 01- Física dos semicondutores - (Duração: 21:07s). Disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=1hGdS1us_9k&t=3s .
- A partir do slide 26, arquivo na pasta do Google Drive.

PARTE 1 (40 MIN): Relembrar o conteúdo da última aula e prosseguir abordando a junção p-n utilizando o VÍDEO 2: Semicondutores no Ensino Médio, exibindo somente o intervalo de 3:05s até 4:46s, recorrendo como analogia para facilitar a compreensão.

PARTE 2 (10 MIN): Finalize com o VÍDEO 3: Modelo Atômico – Teoria de Bandas, nestes 10 min finais. Enfatizar a presença e a importância dos semicondutores com junção p-n no cotidiano, como por exemplo, o uso do diodo retificador nos interruptores e os transistores nas placas de computador. Para aperfeiçoar a aplicação do conteúdo assista ao VÍDEO 4: Microeletrônica – Aula 01 Física dos Semicondutores.

AULA 7: TRANSISTOR E LDR.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Conhecer e entender o funcionamento e aplicabilidade do transistor e ldr.



Recursos didáticos:

- AULA 07 – VÍDEO 5: PARA QUÊ SERVE 06: TRANSÍSTORES – PARTE 1 - (Duração: 08:46s). Disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=hQc5W_HtOJg .
- A partir do slide 29, arquivo na pasta do Google Drive.

Nota: Recomenda-se que o professor leve os seguintes materiais para os alunos manusearem:

- 1 – Tip 122;
- 1 – Ldr, como sugestão o de 7mm, mas pode ser de qualquer valor.

PARTE 1 (36 MIN): Apresentar a história do surgimento do transistor e LDR, mostrando a utilidade no cotidiano.

PARTE 2 (4 MIN): Apresentar o VÍDEO 5: PARA QUÊ SERVE 06: TRANSÍSTORES – PARTE 1, do início até 2:08s, será essencial para agregar conhecimento à turma e desenvolver a atividade.

PARTE 3 (10 MIN): Estimular um debate mediado pela seguinte pergunta: Se o transistor e o LDR estão tão presentes na nossa vida, porque ele praticamente não é trabalhado em sala de aula? Recomenda-se que o professor verifique um meio para coleta de dados nos debates, um gravador de voz, por exemplo, a fim de uma análise posterior.

AO PROFESSOR: Nestas próximas duas aulas expositivas o professor deve explorar bastante as eventuais dúvidas dos alunos; um debate pode ser iniciado, medeie o tempo para que seja possível tanto o debate quanto a transmissão do conteúdo. Leve os elementos para a sala de aula. A oportunidade de visualizar o material promove um interesse em potencial por parte dos alunos.

AULA 8: PROTOBOARD E LÂMPADA INCANDESCENTE HALÓGENA.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Conhecer e entender o funcionamento e aplicabilidade da protoboard, lâmpada incandescente halógena.



Recursos didáticos: A partir do slide 34, arquivo na pasta do Google Drive.

PARTE 1 (25 MIN): Apresentação da protoboard: processos físicos e aplicações que serão abordadas na respectiva parte teórica referente à aula 8, vide Sumário.

PARTE 2 (25 MIN): Apresentação da lâmpada incandescente halógena: processos físicos e aplicações que serão abordadas na respectiva parte teórica referente à aula 8, vide Sumário.

Nota: Recomenda-se que o professor leve os seguintes materiais para os alunos manusearem:

- 1 – Protoboard;
- 1 – Lâmpada incandescente de 60W.

AULA 9: O RELÉ

OBJETIVO ESPECÍFICO: Conhecer e entender o funcionamento e aplicabilidade do relé. Responder o questionário avaliativo.



Recursos didáticos: A partir do slide 38, arquivo na pasta do Google Drive.

PARTE 1 (15 MIN): Apresentação do relé: Processos físicos e aplicabilidade.

PARTE 2 (35 MIN): Aplicação do questionário 1, Anexo 3. Agora, os alunos serão avaliados no seu aprendizado dos assuntos abordados até aqui.

Nota: Recomenda-se que o professor leve o seguinte material para os alunos manusearem:

- 1 – Relé de 12V.

SEÇÃO III: O EFEITO FOTOELÉTRICO

TEMPO PREVISTO: (2 AULAS DE 50 MIN).

OBJETIVO GERAL: COMPREENDER O FENÔMENO FÍSICO EFEITO FOTOELÉTRICO E AVALIAR O APRENDIZADO ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO DE LIVRE ACESSO.

AULA 10: O EFEITO FOTOELÉTRICO.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Compreender o fenômeno físico efeito fotoelétrico através de aula expositiva e vídeos.

NOTA: Na AULA 11, o professor deve utilizar do recurso de simulação computacional de livre acesso, scratch, que pode ser baixado através dos LINKS 1 e 2 disponíveis na aula 11.



Recursos didáticos:

- VÍDEO 6: Efeito Fotoelétrico – (Duração: 9:25s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=2vyOWsz_R-g&t=122s .
- A partir do slide 44, arquivo na pasta do Google Drive.

PARTE 1 (10 MIN): Exibir o *VÍDEO 6: Efeito Fotoelétrico*.

PARTE 2 (40 MIN): Através do recurso de data-show, explorar, desenvolver e instigar o interesse dos alunos sobre o conteúdo de efeito fotoelétrico.

AULA 11: O EFEITO FOTOELÉTRICO – SCRATCH.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Realizar avaliação do assunto efeito fotoelétrico através de simulação de livre acesso no computador.

Recursos didáticos:

- LINK 1 PARA DOWNLOAD O PROGRAMA SCRATCH:
- <http://www.scratchbrasil.net.br/index.php/sobre-o-scratch.html> .
- LINK 2 PARA DOWNLOAD DA SIMULAÇÃO:
- <https://scratch.mit.edu/projects/185753654/>.
- Laboratório de informática ou computador, ou Questionário do Scratch (Anexo 5).

PARTE 1 (50 MIN): Aplicar o questionário avaliativo disponível para download através do LINK 2. Se a turma for maior que a capacidade do laboratório de informática da escola, a sugestão é dividir a turma em grupos, tantos quanto forem necessários para que cada computador tenha no máximo 2 alunos, para o grupo que ficar em sala aguardando sua vez no teste, recomenda-se a aplicação do exercício de fixação indicado no Anexo 4.

Se a escola não dispuser de laboratório de informática, mas puder utilizar um data-show a avaliação deverá ser em grupo com a projeção e o professor operando o programa. Se preferir avaliar individualmente, recomenda-se a aplicação do exercício disponível no Anexo 4 ou Anexo 5. Caso haja preferência ou necessidade, o professor pode aplicar somente o Questionário do Scratch disponível no anexo 5, que correspondem às mesmas questões que estão na plataforma virtual.

SEÇÃO IV: O CIRCUITO

TEMPO PREVISTO: (3 AULAS DE 50 MIN)

OBJETIVO GERAL: ENTENDER COMO FUNCIONA UM CIRCUITO, APLICANDO UM EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO ENVOLVENDO O ELETROMAGNETISMO CLÁSSICO, FÍSICA MODERNA E A FÍSICA DOS SEMICONDUTORES.

AULA 12: O CIRCUITO.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Conhecer o funcionamento de um circuito.



Recursos didáticos: A partir do slide 52, arquivo na pasta do Google Drive.

PARTE 1 (25 MIN): Explicar o funcionamento de um circuito através de uma aula expositiva-dialógica, abordando aspectos tais como segurança e aplicabilidade no cotidiano.

PARTE 2 (25 MIN): Abordar sobre os efeitos que a corrente produz ao passar num circuito. Nos 10min finais, estimular um debate mediado em sala com a pergunta: Qual a importância de conhecer o funcionamento de um circuito? Recomenda-se que o professor verifique um meio para coleta de dados nos debates, um gravador de voz, por exemplo, a fim de uma análise posterior.

AULA 13: LIGANDO UMA LÂMPADA COM LDR.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Construir um circuito utilizando materiais de baixo custo.

Recursos didáticos:

- Experimento: Ligando uma lâmpada com LDR. Guia disponível no anexo 6.

PARTE 1 (35 MIN): Aplicar a montagem do experimento conforme arranjo experimental disponível no Anexo 5. Estimular a visualização dos processos físicos nos elementos do circuito já estudados que estão presentes no circuito. Aqui não há a necessidade de usar o data-show visto que o seguimento da aula será todo para a montagem do circuito conforme o guia do anexo indicado. Para estimular a reflexão dos alunos, como sugestão faça a seguinte pergunta: Vocês sabem por que devemos primeiro ligar a fonte e depois o cabo de força?

PARTE 2 (15 MIN): Os alunos deverão escrever um breve relato sobre o circuito que acabaram de montar, as dificuldades encontradas e os fenômenos físicos observados (Anexo 7).

NOTA: Se o laboratório da escola não suportar a quantidade de alunos da turma, esta deverá ser dividida em grupos, e o grupo que ficar em sala de aula já poderá responder ao questionário 2 (Anexo 8) conforme orientação da aula seguinte.

Custo médio
O custo médio de 1 kit vale em torno de 68 reais, dependendo da quantidade de furos da protoboard que é o item de maior valor comparado com os demais itens.

AULA 14: AVALIAÇÃO FINAL.

OBJETIVO ESPECÍFICO: Avaliar o aprendizado dos alunos ao final da aplicação do produto.

PARTE 1 (10 MIN): Realizar um debate mediado lembrando a respeito dos conceitos, elementos de um circuito e do experimento realizado, para em seguida aplicar o questionário 2, Anexo 8 de avaliação. Segue algumas perguntas chave:

- O que são condutores, isolantes e semicondutores?
- Qual a função do LDR no circuito? E do transistor? Permita que aqui os alunos respondam com suas palavras para que possam refazer a lembrança, assim conseguirão organizar melhor o pensamento ao responder.
- Como acontece o efeito fotoelétrico no circuito?
- Porque primeiro ligamos a fonte e depois o cabo de força? Porque para desligar o circuito é preciso fazer o caminho inverso?

Recomenda-se que o professor verifique um meio para coleta de dados nos debates, um gravador de voz, por exemplo, a fim de uma análise posterior.

PARTE 2 (40 MIN): Aplicar o questionário 2 (Anexo 8) a fim de verificar os conceitos que foram fixados.

APOIO TEÓRICO

Colega professor, já vimos as instruções dos procedimentos aula por aula no QUADRO RESUMO, em seguida vimos o passo a passo da aplicação do produto na SEQUÊNCIA DIDÁTICA, agora, este capítulo dedica-se a abordagem conceitual para cada uma das aulas descritas anteriormente.

SEÇÃO I: CONCEITOS INICIAIS

AULA 1: SONDAGEM DA TURMA.

Esta primeira aula refere-se à sondagem da turma, vide SEQUÊNCIA DIDÁTICA – AULA 01.

AULA 2: CORRENTE ELÉTRICA E CONDUTIVIDADE EM METAIS

Geralmente, ao ensinar sobre corrente elétrica, usa-se a idéia de um fluido que escoar no interior de uma tubulação. Hoje, este exemplo vem sendo aperfeiçoado lidando com o fato de que a carga elétrica pode se movimentar livremente de um lado para o outro através do movimento de elétrons ou dos portadores de cargas, como o íons. Em se tratando de meios sólidos, o movimento ocorre devido o deslocamento de elétrons; nos fluidos (líquidos e gases), devido o deslocamento de elétrons, íons ou em ambos.

Ao pensar em exemplos da manifestação da corrente elétrica, facilmente lembramos de um fio condutor, um pedaço de metal, uma tomada, isto porque os metais são excelentes condutores de eletricidade. No cobre, os elétrons que o compõem possuem movimentação interna praticamente livre e ligações fracas com o metal, tornando este um dos mais utilizados na indústria.

Ao estabelecer um campo elétrico \vec{E} ao longo do fio metálico, de imediato surge uma força \vec{F} sobre os elétrons com a mesma direção de \vec{E} , mas com sentido oposto devido à carga negativa do elétron, apesar de o movimento deles continuarem a ser aleatórios, tornam-se razoavelmente ordenados, assim obtemos a **corrente elétrica** [2].

Para medir a intensidade da corrente é preciso fazer a razão entre a quantidade de carga Q que passa pela seção transversal do condutor e o intervalo de tempo Δt dessa travessia, expressa pela equação (1), a saber

$$i = \frac{|Q|}{\Delta t} \quad 1)$$

Onde

- i (A – ampère) = corrente elétrica;
- $|Q|$ (C – coulumb) = carga elétrica;

- Δt (s – segundos) = tempo;

O módulo de $|Q|$ foi colocado para lembrar que a carga pode ser positiva ou negativa. Ao ligar as pontas do fio de cobre aos terminais de uma pilha ou bateria por exemplo, estabelecemos um campo elétrico originando uma corrente elétrica, mantendo a intensidade, neste caso temos uma **corrente contínua**; do contrário, se a corrente variar com o tempo, intensidade, direção ou sentido, então temos o caso de uma corrente variável também chamada de **corrente alternada**. Esta última modalidade é a mais utilizada no Brasil, obtida da rede elétrica por meio das tomadas [2].

AULA 3: 1ª LEI DE OHM – RESISTORES

Considere um fio condutor de cobre ligado às extremidades de uma pilha, de modo que é criado um campo elétrico E que gera uma corrente (Figura 1). Durante a travessia dos elétrons livres pelo condutor, ocorrem muitos choques elétricos entre eles e os átomos do metal, esses choques podem dificultar a passagem dos elétrons, ou seja, uma resistência.

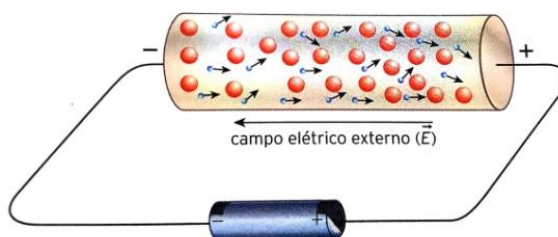


Figura 1: Sentido do campo elétrico gerado pelos terminais de uma pilha quando conectados a um fio condutor.

Fonte: Ser protagonista-Física 3-Ensino Médio [2].

A **resistência** do condutor, definida como a *capacidade de um corpo qualquer se opor à passagem de corrente elétrica, apesar da diferença de potencial aplicada* é inversamente proporcional à seção transversal A , uma vez que a passagem das cargas elétricas é facilitada numa área maior, da mesma forma que a resistência elétrica é proporcional ao comprimento do condutor, isso porque o percurso que as cargas terão que fazer é maior, aumentando a probabilidade de colisões e perdas de energia [2].

A Figura 2 mostra à esquerda, o gráfico de um material que obedece razoavelmente à equação (2) a 1ª lei de Ohm [2]

$$V = R \cdot I \text{ ou } R = \frac{U}{i}$$

2)

onde

- V (V – Volts) = diferença de potencial.
- I (A – ampere) = corrente elétrica.
- R (Ω – Ohm) = resistência elétrica.

Este tipo de condutor é denominado condutor ôhmico ou condutor linear. Muitos materiais exibem um comportamento substancialmente diferente do indicado pela lei de Ohm; eles são chamados de materiais não-ôhmicos ou não-lineares, à direita na Figura 2. Para esses materiais, a densidade de corrente J ,

$$J = \frac{I}{A}$$

que representa como a corrente flui por unidade de área da seção reta do material, depende de E de modo mais complexo.

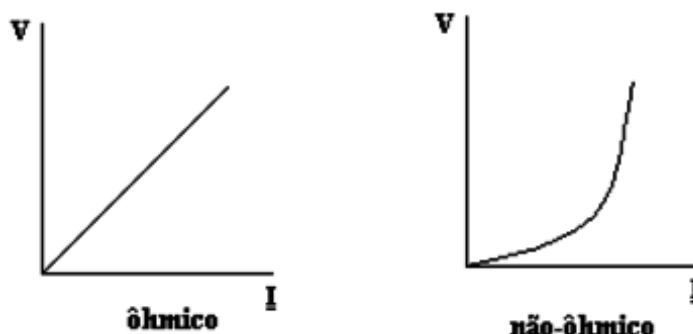


Figura 2: Diferença de potencial versus corrente. (à esquerda) gráfico de um condutor ôhmico ou linear. (à direita) gráfico de um condutor não ôhmico ou não linear.

Fonte: Autoria própria.

A representação gráfica de um resistor costuma ser feita por meio de um dos símbolos abaixo.



Figura 3: Representação gráfica de um resistor. Fonte: site Mundo Educação [3].

Dentre os vários tipos de resistores, temos o resistor de carvão, comumente utilizado pelas indústrias de eletrônica, no aparelhos de televisores, e placas de circuito de computador. Identificado por faixas coloridas, que combinadas informam o valor da resistência do resistor.

A primeira e a segunda faixas (da esquerda para a direita) indicam o primeiro e o segundo algarismos, compondo um número, que deve ser multiplicado pelo fator da terceira faixa. Pode ocorrer de ter ou não uma quarta ou até mesmo uma quinta faixa, sendo que, sempre a última faixa vai representar a imprecisão, que será sempre de no mínimo $\pm 5\%$ e no máximo $\pm 20\%$ dependendo da coloração [2]. Vejamos um exemplo:

A Figura 4 mostra um resistor de carvão cuja resistência deve ser determinada com o auxílio da tabela logo abaixo



Figura 4: Resistor de carvão. Fonte: Ser protagonista – Física 3 [2].

Cores	1ª Faixa	2ª Faixa	3ª Faixa	4ª Faixa Multiplicativa	5ª Faixa Tolerância	
Preto	-	0	0	-	-	-
Marrom	1	1	1	0	±1%	F
Vermelho	2	2	2	00	±2%	G
Laranja	3	3	3	000	-	-
Amarelo	4	4	4	0000	-	-
Verde	5	5	5	00000	±0,5%	D
Azul	6	6	6	000000	±0,25%	C
Violeta	7	7	7	0000000	±0,1%	B
Cinza	8	8	8	00000000	±0,05%	A
Branco	9	9	9	000000000	-	-
Ouro	-	-	-	+10	5%	J
Prata	-	-	-	+100	10%	K

Tabela 1: Tabela de resistor. Fonte: site CompTotal [4].

A cor vermelha à esquerda corresponde ao valor 2, a segunda faixa violeta ao algarismo 7, formando o número 27, que deve ser multiplicado pelo fator $\times 10$ indicado pela cor marrom da terceira faixa, formando obtendo o valor 270,0. A imprecisão será imposta pela cor ouro de $\pm 5\%$. Como 5% de 270,0 é 13,5, faremos $270,0 \pm 13,5$, logo a resistência do resistor está entre $256,5 \Omega$ e $283,5 \Omega$ [2].

Para finalizar, vamos estudar o comportamento de determinados materiais de acordo com sua natureza elétrica, alguns são bons condutores e outros são maus condutores. Para cada necessidade, as características de condução elétrica são de extrema relevância no estudo, vejamos a seguir as peculiaridades de cada um:

- **Condutores:**

São materiais cujas cargas elétricas se locomovem relativamente livres. Um bom condutor elétrico é aquele que possui em sua última camada, a camada de valência, uma fraca ligação com os átomos, assim eles se deslocam mais facilmente quando submetidos a uma diferença de potencial. A grande maioria dos condutores são feitos de metal, por exemplo, cobre, alumínio, ferro, mas também soluções aquosas se encaixam nesta definição [2].

- **Isolantes:**

Em contrapartida dos condutores, materiais cujos elétrons estão fortemente ligados aos átomos, são chamados de isolantes. Existem elementos que naturalmente possuem seus elétrons bem presos ao átomo, mas de forma experimental, percebeu-se que substâncias que combinam elementos, tais como a mica, a borracha e o vidro tem uma resistividade muito mais alta. São exemplos de isolantes também o papel, plástico, madeira e cerâmica [2].

Há também os materiais semicondutores, cujos conceitos serão desenvolvidos mais adiante.

AULA 4: 2ª LEI DE OHM – RESISTORES E CAPACITORES.

Materiais elétricos são classificados como condutores, semicondutores e isolantes, de acordo com sua resistividade. A **resistividade elétrica** é uma *propriedade do material, que define o quanto ele se opõe à passagem de corrente elétrica*, quanto mais resistivo, mais difícil será a passagem de corrente, quanto menos resistivo, maior a facilidade [2].

A resistividade ρ de um material é definida como a razão entre o campo elétrico E e o módulo da densidade de corrente J :

$$\rho = \frac{E}{J}$$

Cuja densidade de corrente é igual a $J = I/A$ que representa como a corrente flui por unidade de área da seção reta do material. Quanto maior for o valor da resistividade, maior será o campo elétrico necessário para produzir uma dada densidade de corrente, ou menor será a densidade de corrente gerada por um campo elétrico. A unidade de resistividade e densidade de corrente é $\Omega \cdot m$ (ohm vezes metro) e $\frac{A}{m^2}$ (ampère por metro quadrado), respectivamente.

Para certos materiais, em especial os metais, em uma dada temperatura, J é quase diretamente proporcional a E , e a razão entre os módulos E e J permanece constante. Essa relação, chamada de lei de Ohm, foi descoberta em 1826 pelo físico alemão George Simon Ohm (1787-1854). Esta “lei”, assim como a lei dos gases ideais e a lei de Hooke, fornece um modelo idealizado que descreve muito bem o comportamento de alguns materiais, porém não fornece uma descrição geral para todos os materiais [5].

O inverso da resistividade é a condutividade (unidade: $\Omega \cdot m^{-1}$). Um bom condutor de eletricidade possui condutividade muito maior que um isolante e geralmente também é um bom condutor de calor; materiais tal como plástico ou cerâmica, costumam ser um maus condutores de calor.

Um semicondutor possui resistividade intermediária entre metal e isolante. Sua relevância se dá por causa do modo como sua resistividade varia com a temperatura e com as impurezas.

O material que é fabricado o condutor, também influencia na resistividade, se ele tiver uma quantidade considerável de elétrons livres, será mais fácil para estabelecer a passagem da corrente elétrica. A 2ª Lei de Ohm define para a resistência elétrica

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad 3)$$

Onde:

- R (Ω – ohm): Resistência elétrica;
- ρ ($\Omega \cdot m$ – ohm vezes metro): Resistividade;
- L (m – metro): Comprimento do condutor;
- A (m – metro): Seção transversal do condutor.

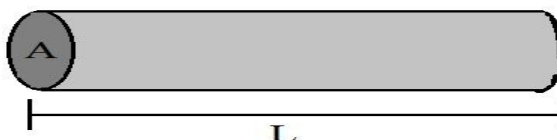


Figura 5: Condutor de eletricidade de seção transversal A e comprimento L .

Fonte: Autoria própria.

Que vale para casos onde a seção reta A é fixa, assim como na Figura 5. Os demais casos não serão explorados aqui. A resistência pode ser mensurada de um ponto de vista macroscópico. Sob um ponto de vista microscópico, temos a resistividade que depende do material que é feito o condutor e da temperatura.

A seguir, a Tabela 2 mostra a resistividade de alguns materiais

Substância		ρ ($\Omega \cdot m$)	Substância		ρ ($\Omega \cdot m$)
Condutores			Semicondutores		
Metais	Prata	$1,47 \times 10^{-8}$	Carbono puro (grafita)	$3,5 \times 10^{-5}$	
	Cobre	$1,72 \times 10^{-8}$	Germânio puro	0,60	
	Ouro	$2,44 \times 10^{-8}$	Silício puro	2300	
	Alumínio	$2,75 \times 10^{-8}$	Isolantes	Âmbar	5×10^{14}
	Tungstênio	$5,25 \times 10^{-8}$		Vidro	$10^{10} - 10^{14}$
	Aço	20×10^{-8}		Lucita	$> 10^{13}$
	Chumbo	22×10^{-8}		Mica	$10^{11} - 10^{15}$
Ligas	Mercúrio	95×10^{-8}	Quartzo (fundido)	75×10^{16}	
	Manganina (Cu 84%, Mn 12%, Ni 4%)	44×10^{-8}	Enxofre	10^{15}	
	Constantan (Cu 60%, Ni 40%)	49×10^{-8}	Tetrafluoretileno	$> 10^{13}$	
	Nicromo	100×10^{-8}	Madeira	$10^8 - 10^{11}$	

Tabela 2: Exemplos de alguns materiais e suas resistividades. Fonte: YOUNG

E FREEDMAN, 2009, p. 140 [2].

Uma grande variedade de materiais pode ser utilizados para a confecção de resistores, cuja resistência elétrica varia conforme a temperatura, a diferença de potencial ao qual está submetido ou pela luz que incide sobre ele. A aplicação na tecnologia deste conhecimento é bem diversificada, por exemplo, na fabricação de alarmes, controles eletrônicos, sistemas anti furto, etc. A Figura 6 a seguir apresenta alguns exemplos

Resistores com resistências elétricas variáveis			
PTC (termistor positivo)	NTC (termistor negativo)	VDR (varistor)	LDR (fotorresistor)
A resistência elétrica aumenta com o aumento de temperatura.	A resistência elétrica diminui com o aumento de temperatura.	A resistência elétrica diminui com o aumento da ddp aplicada.	A resistência elétrica diminui com o aumento da intensidade da luz incidente.
			

Figura 6: Exemplos de resistores variáveis. Fonte: Ser protagonista-Física 3-Ensino Médio [2].

Capacitores

Este não é o objeto principal de estudo do produto educacional, no entanto é um dispositivo eletrônico comumente estudado no âmbito do ensino médio, que será abordado em linhas gerais. O capacitor é um dispositivo que armazena energia na forma de campos elétricos, ou cargas elétricas [2]. A capacitância de um capacitor é dada pela equação (4)

$$C = \frac{Q}{U} \quad 4)$$

Onde

- C (F – farad): Capacitância;
- Q (C – coulomb): Carga;
- U (V – volts): diferença de potencial;

Num circuito geralmente é representado como na Figura (7)

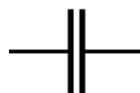


Figura 7: Símbolo de capacitor num circuito elétrico. Fonte: Build electronic circuits [6].

Essa capacitância é uma característica especial de cada capacitor, ligada a aspectos relacionados somente à sua geometria e o dielétrico, considerando:

- Área das armaduras (A): quão maior for a área das armaduras, mais cargas elétricas poderá armazenar pela indução eletrostática;
- Distância entre as armaduras (d): quão maior for a distância entre as armaduras, menos cargas elétricas serão armazenadas, e vice-versa;
- Permissividade elétrica do meio (ϵ): característica do meio que está entre o capacitor e as armaduras [2].

Se for conhecida a permissividade elétrica ϵ do material, temos através da equação (5) outra forma de determinar a capacitância do capacitor [2]

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} \quad 5)$$

Com

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

Sendo ϵ_r a permissividade relativa, e $\epsilon_0 = 8,8 \cdot 10^{-12}$ F/m, a permissividade no vácuo, o menor valor de permissividade assumido [2].

SEÇÃO II: A FÍSICA DOS SEMICONDUTORES E OS ELEMENTOS DO CIRCUITO.

AULA 5: FÍSICA DOS SEMICONDUTORES.

Semicondutores

Determinados materiais não são tão bons condutores, nem isolantes, como é o caso do germânio e o silício. Os materiais semicondutores são sólidos cristalinos formados por um ou mais átomos de elementos químicos e estes são encontrados no meio da tabela de resistividade elétrica, sendo fracos condutores em sua forma pura, e ótimos condutores quando se adicionam ou retiram elétrons de sua estrutura [7]. Na tabela periódica da figura 8, os semicondutores puros são encontrados no grupo 14.

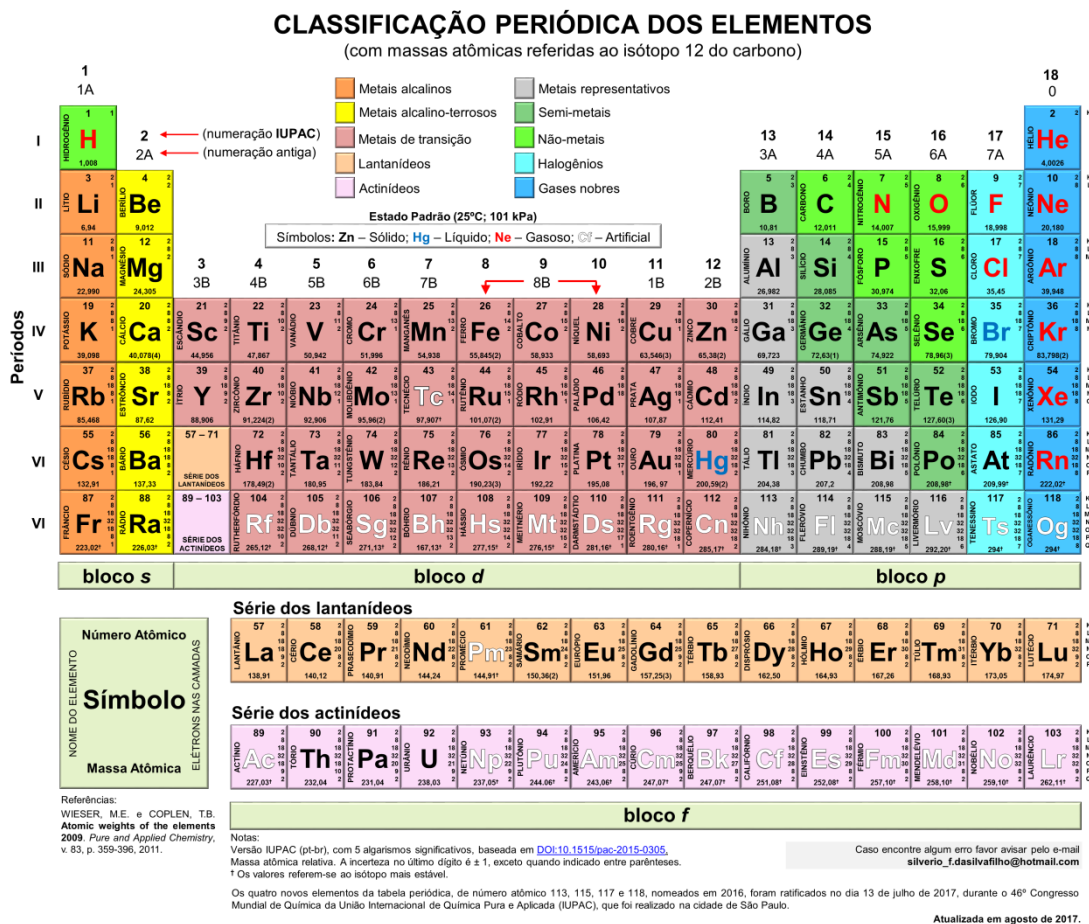


Figura 8: Tabela periódica dos elementos atualizada. Fonte: site Química explica [8].

Não é necessário muito, um átomo em dez milhões pode ser substituído por alguma impureza que a estrutura do elemento será alterada, assim são gerados compostos chamados *dopados*, alterando as propriedades elétricas, ópticas e estruturais do material. Podemos categorizar os semicondutores como:

- **Semicondutor intrínseco:** é aquele encontrado na natureza na sua forma pura, ou seja, a concentração de portadores de cargas positivas é a mesma de portadores de cargas negativas [7].
- **Semicondutor extrínseco:** são semicondutores intrínsecos onde introduzimos uma impureza para adequarmos as características elétricas de acordo com a necessidade [7].

Na maioria dos átomos, os elétrons ocupam os níveis de menor energia, e os elétrons de valência são aqueles que ocupam as camadas eletrônicas mais externas² e são de extrema importância porque influenciam nas propriedades químicas e físicas dos sólidos. Imagine um grupo de átomos agrupados a fim de formarem uma estrutura cristalina, como na Figura 9 abaixo

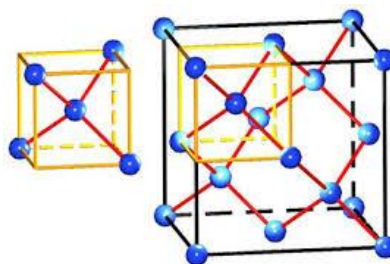


Figura 9: Representação esquemática da rede cristalina de materiais semicondutores. Fonte: Unioeste [9].

Os elétrons dos átomos vão interagir entre si, de tal forma que cada estado atômico vai se dividir em uma série de estados com pouco espaço formando as **bandas de energia**. Os semicondutores apresentam uma característica dual, ora são condutores, ora semicondutores. Alguns desses fenômenos não aparecem ao mesmo tempo, eles dependem da temperatura e das impurezas adicionadas aos materiais.

Teoricamente, no zero absoluto (aproximadamente -273°C) não devem existir elétrons livres nos materiais semicondutores, assumindo as características de um isolante, não conduzindo a corrente elétrica. Decorrente do aumento de temperatura, acontece um fenômeno quântico, onde elétrons ganham energia suficiente para pular uma barreira de energia, os GAP's de energia, ficando fracamente ligados ao semicondutor [3].

Esta barreira é uma faixa de energia onde não pode existir nenhum elétron; ou ele está ligado à estrutura, ou ele é considerado quase livre. Para cada tipo de sólido, seja condutor, isolante ou semicondutor, temos regiões permitidas e proibidas, para exemplificar, observe a Figura 10 a seguir

² Para um melhor embasamento teórico sobre camadas eletrônicas, consultar o livro: Química 1 – Química Geral – Ricardo Feltre. Editora Moderna. 6ª Ed. São Paulo. 2004.

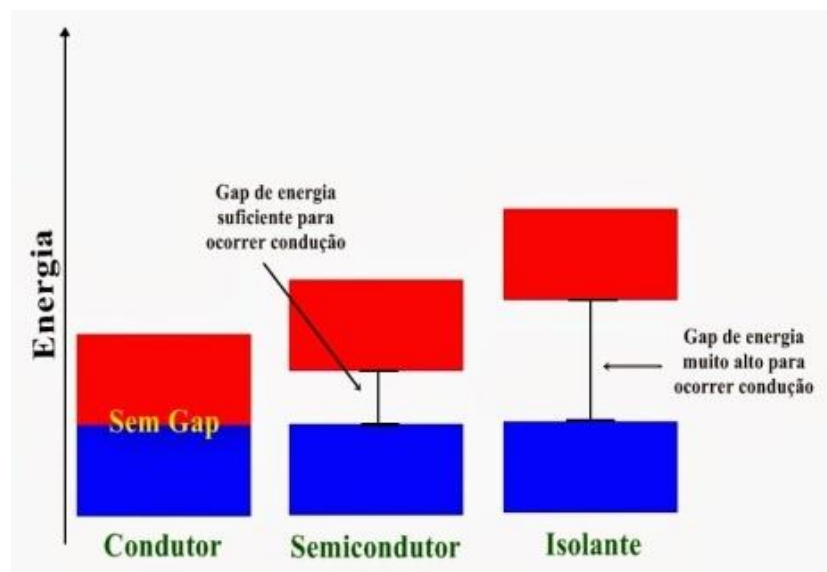


Figura 10: Gap's de energia. Fonte: QuimLab [10].

Observe que temos 3 colunas: condutor, semicondutor e isolante. A cor azul representa a camada de valência, e a cor vermelha a banda de condução, é ela quem vai indicar se o material tem a capacidade de conduzir ou não eletricidade.

- Note que, na primeira coluna não há espaçamento entre as faixas azul e vermelha, isto significa que não existem barreiras para que os elétrons circulem livremente pela banda de condução, neste caso, temos um material **condutor**;
- No caso da segunda coluna, existe um espaçamento entre as faixas, porém não tão grande para que os elétrons possam se deslocar, no entanto é necessário lançar mão da dopagem do material para forçá-lo a conduzir os elétrons até a banda de condução, mas a energia aplicada deve ser exatamente igual à distância entre as camadas, o gap, para que assim ele possa conduzir, do contrário, o material permanece da mesma forma como no estado inicial;
- A terceira coluna apresenta as características de um típico material isolante, o gap de energia é muito alto para que ocorra a condução. Existem alguns casos em que esta barreira é vencida, por exemplo, um carro que é atingido por uma descarga elétrica muito alta pode ter a rigidez dielétrica dos pneus, que originalmente é um isolante, rompida e assim ele passa a conduzir eletricidade. Logo, não existe um isolante perfeito.

AULA 6: JUNÇÃO P-N.

Sabemos que os materiais semicondutores tem uma característica dual, em certo momento se comportam como isolantes, em outro, condutores. Para cada material existem um nível de Gap para ser vencido e o sólido passará a conduzir, esta barreira é uma faixa de energia onde não pode existir nenhum elétron; ou ele está ligado à estrutura, ou ele é considerado quase livre. Esta é a banda de condução onde estão os

elétrons fracamente ligados, e a banda de valência, onde ficam os “buracos”, que vão se comportar de forma similar a carga positiva.

Para entender o que são esses buracos considere o seguinte: quando o elétron ganha energia suficiente para pular essa barreira energética, deixa um *espaço vazio* (ou *vacância*) em seu lugar na estrutura do semiconductor. Conforme os elétrons vão preenchendo a banda de condução, sob uma diferença de potencial, os semicondutores passam a conduzir corrente elétrica, e quanto maior a temperatura, maior a quantidade de elétrons na banda de condução.

À temperatura ambiente, também há a possibilidade de conduzir corrente, porém com uma resistência muito mais alta quando comparada à dos condutores, pois a quantidade de elétrons livres do condutor é bem maior que a de elétrons na banda de condução do semiconductor.

Observe a Figura 11, se os elétrons fracamente ligados (doadores) são os portadores de carga negativa, representados pela bolinha vermelha, e os buracos sejam portadores de carga positiva (aceitadores), representados pela bolinha azul, sabendo que um elemento doador, guarda consigo um elétron fracamente ligado e um elemento aceitador é o que possui a vacância de um elétron associado a ele; sob ação de uma bateria, duas correntes elétricas são estabelecidas, uma de elétrons (seta vermelha) que seguem do pólo negativo para o positivo e uma de buracos (seta azul) do pólo positivo para o negativo [7].

Resumindo, a corrente de buracos acontece da seguinte maneira: o elemento receptor tenta trazer para si um elétron a fim de se estabilizar na estrutura do material. Quando este sai de outro átomo, ele deixa um buraco, que sob ação de um campo elétrico, os elétrons tendem a seguir para preencher os buracos no mesmo sentido, deixando outros buracos nos seus lugares. Assim, os elétrons se movem em um sentido e os buracos se movem no sentido oposto [7].

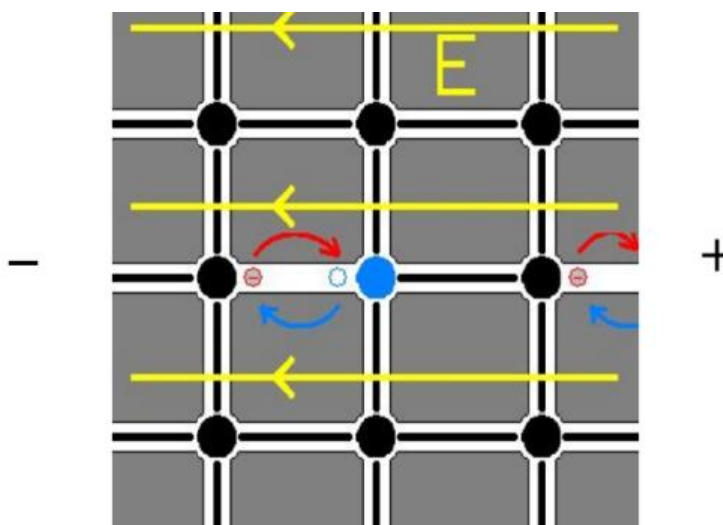
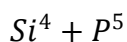


Figura 11: Dinâmica de elétrons e buracos sob a ação do campo elétrico de uma bateria. Fonte: Física dos dispositivos semicondutores [7].

Ao introduzir impurezas no elemento, estaremos adicionando portadores à sua estrutura, onde se deseja obter um número de portadores muito maior que os gerados naturalmente pelo aumento da temperatura. Logo, um material do *tipo p* são aqueles cuja densidade de aceitadores é maior de que a de doadores, e os materiais do *tipo n* possuem a densidade de aceitadores menor que a de doadores.

Para facilitar a compreensão do aluno, podemos simplesmente dizer que a **junção p-n** é o ponto de união entre um material do **tipo p**, contendo excesso de buracos e um material do **tipo n** com excesso de elétrons. Um material do tipo p é aquele que contém a densidade de aceitadores maior que a de doadores, ou seja, contém excesso de buracos em sua estrutura, e os materiais do tipo n dispõem da densidade de aceitadores menor que a de doadores, logo possuem um excesso de elétrons devido à introdução de elementos doadores³.

No grupo 14 da tabela periódica temos os semicondutores intrínsecos, para transformar num semicondutor tipo P, os dopantes utilizados são átomos do grupo 13, ou seja, onde inicialmente só havia silício, alguns átomos podem ser substituídos por Boro. Como cada átomo de silício tem 4 elétrons na banda de valência e os átomos de Boro apenas 3, o semicondutor dopado tipo P fica repleto de buracos, como se estivesse “esperando” elétrons. Já os materiais do tipo P, são misturados átomos do grupo 15, para deixar como que “sobrando” elétrons, por exemplo, considere os átomos de silício e fósforo, pertencentes ao grupo 14 e 15, respectivamente



Os números 4 e 5 no topo dos elementos estão representando os elétrons da banda de valência; este material vai ficar repleto de elétrons fracamente ligados. Esta sobra e falta não interfere na estabilidade do átomo, ele permanece com a mesma quantidade de elétrons e prótons [7]. Um exemplo é o diodo (retificador), ele funciona a partir de uma junção p-n que naturalmente é eletricamente neutra. Ao ser submetido à uma fonte de tensão, seja uma bateria ou uma tomada, ele pode apresentar dois tipos de comportamentos:

1. Quando o lado negativo da fonte for ligado ao tipo P e o positivo ao tipo N, vai ocorrer a atração entre pólo negativo da bateria ao semicondutor tipo P, bem como a atração do pólo positivo ao semicondutor tipo N, de modo que não estimulará a corrente na junção, e o diodo permanecerá desligado;
2. Quando ocorrer o inverso, o positivo da fonte for ligado ao tipo P e o negativo ao tipo N, vai ocorrer a repulsão entre os semicondutores e os terminais da bateria, de tal forma que os elétrons e os buracos serão estimulados a ocupar os lugares uns dos outros, de modo que uma corrente elétrica na *junção P-N* será estabelecida.

³ O vídeo Modelo Atômico [11], apresenta uma excelente abordagem para aprofundar o conhecimento teórico. Faremos o uso dele em sala de aula.

Outro exemplo é o comportamento dos transistores, muito utilizados nas placas de computador. Eles são semicondutores dopados, que usam os buracos dos semicondutores tipo P e os elétrons dos semicondutores tipo N para controlar a corrente que passa através dele, sua estrutura e funcionalidade serão abordadas na próxima aula.

AULA 7: TRANSISTOR E LDR.

O TRANSISTOR

O elemento semicondutor transistor é um componente de circuito elétrico, cujas principais funções são de aumentar e chavear os sinais elétricos, controlando o fluxo de corrente em circuitos, bem como perceber e amplificar sinais de rádio. A Figura 12 mostra a representação do primeiro transistor fabricado; surgiu no ano de 1948 ocasionalmente, três cientistas norte-americanos descobriram um cristal de semicondutores e através deste apresentaram novos tipos de junções, por exemplo a junção *p-n*. O nome transistor vem da abreviatura de *transfer resistor*, ou resistor de transferência [7].

Foi identificado que ele tinha a capacidade de fazer ampliações semelhantes à válvula de triodo⁴. Foram os primeiros itens elétricos em que materiais com propriedades elétricas distintas não foram ligados por fios, mas unidos fisicamente numa única estrutura. Precisam de pouca potência e quando usados de forma correta possuem uma longa vida útil.



Figura 12: Foto da representação do primeiro transistor. Fonte: Física dos dispositivos semicondutores [7].

Através da corrente que passa por um dos terminais chamado *base* é possível controlar a resistência entre outros dois terminais, o *coletor* e o *emissor*; contudo, é necessário uma

⁴ Acesse o link para saber mais sobre a válvula de triodo:
<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/mundo-das-valvulas/457-as-valvulas-o-que-voce-precisa-sobre-esses-componentes-antigos-v001?showall=&start=1>

polarização única, não funcionando na polarização reversa. A partir de uma pequena corrente na base, pode-se obter um fluxo de corrente entre o coletor e o emissor aumentado em centenas de vezes. A Figura 13 mostra a representação do transistor no circuito

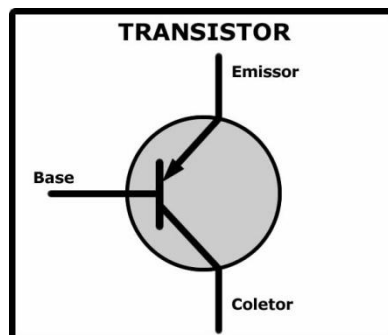


Figura 13: Representação do transistor tip 122 no circuito. Fonte: site

Transistores para principiantes [12].

Está muito presente na vida moderna, desde um botão de liga-desliga, quanto num computador de última geração. Em especial, o TIP 122 representado na figura 14, tem a função de interromper e amplificar sinais elétricos.

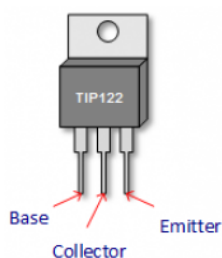


Figura 14: Transistor TIP 122. Fonte: site Tip122 arduino relay tutorial [13].

A base serve para chavear, abrir e fechar o caminho entre o coletor e o emissor. Se existe corrente de base, existe corrente entre coletor (collector) e emissor (emitter), quanto mais aumenta a corrente na base, mais aumenta a corrente no coletor e emissor e vice versa [14]. Se a corrente de base zerar, o transistor desliga, pois ele funciona como uma torneira, liberando ou não a passagem de corrente através dele. Nos computadores, informações e símbolos são representados por um conjunto de “bits”. Cada bit utiliza 0 e 1 para descrever seus estados, ou seja, ligado e desligado. Com os transistores é possível utilizar o estado de 1 ou mais bits para determinar o estado de outro, além de combinar vários estados deles para realizar operações lógicas [15].

O LDR

A Figura 15 mostra um dos principais elementos do circuito para o estudo do eletromagnetismo aliado à física moderna, o LDR (light dependent resistor).



Figura 15: LDR. Fonte: Project Shop [16].

De acordo com a composição do semicondutor, ele absorve a luz incidente, transformando-a em calor, gerando um aumento de temperatura do material, lançando mais elétrons para a banda de condução, efeito comumente utilizado nestes componentes, também nomeada de célula foto-voltaica ou foto-resistiva. O *LDR* é um dispositivo semicondutor de dois terminais, cuja resistência varia linearmente com a intensidade da luz para certa faixa de comprimentos de onda.

A faixa ondulada na parte superior ou filamento geralmente é feita de cádmio, se rompida alguma parte deste filamento, o funcionamento do LDR estará comprometido [17]. Devido seu baixo custo e facilidade para ser adquirido, ele pode ser encontrado geralmente em: medidores de luz, detectores de incêndio ou de fumo, controladores de iluminação, entre outros. Sua representação num circuito é mostrada na Figura 16

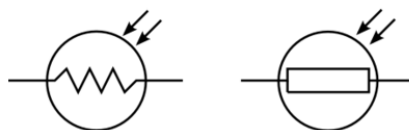


Figura 16: Possíveis símbolos de um LDR num circuito. Fonte: Física dos dispositivos semicondutores [7].

AULA 8: PROTOBOARD E LÂMPADA FLUORESCENTE.

Já iniciamos as discussões sobre a física de alguns elementos presentes no circuito a ser estudado, tais como o transistor e o LDR, porém mais alguns deles serão expostos aqui.

A PROTOBOARD

Também chamada de matriz de contato, a protoboard (Figura 17) é uma placa com furos e conexões condutoras utilizada para montagem de circuitos elétricos experimentais. O mercado proporciona uma grande variedade de modelos, categorizada pela quantidade de furos, é possível encontrar desde pequenas peças com 170 furos até 6000 furos [18]. Com a protoboard é possível a montagem de circuitos apenas inserindo os componentes sem a necessidade de soldagem; geralmente os pinos que entram em contato com a placa suportam até 3A (ampères) de corrente.

Na superfície, os contatos se dispõem em diferentes sentidos da matriz formando módulos na vertical com 5 furos ligados internamente por barramento e duas colunas na parte mais externa que são interligadas na horizontal, geralmente identificadas com sinais de positivo e negativo, utilizada para plugar cabos de alimentação. Dependendo da matriz utilizada, é possível desparafusar a base de plástico para visualizar o barramento que fica na superfície interna onde haverá o contato entre os pinos [18].

O funcionamento ocorre da seguinte forma:

- Trilhas **vermelhas**: ligar o positivo dos componentes, ou seja, a linha de energia;
- Trilhas **pretas**: ligar o negativo do componente, também chamado de “ground” ou “fio terra”
- Trilhas **azuis**: estabelece o contato elétrico entre os componentes desejados. Trilhas azuis não se ligam entre si, são isoladas umas das outras [18].

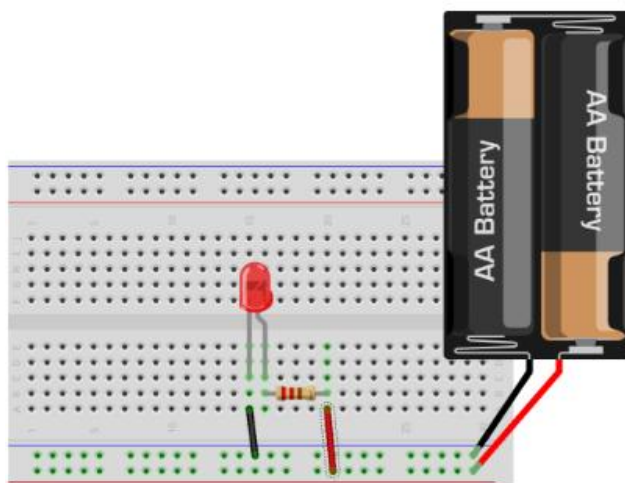


Figura 17: Exemplo de funcionamento de um pequeno circuito no protoboard.

Fonte: site Manual do arduino [18].

Note que, na figura 17, a trilha vermelha (positiva) foi energizada pela bateria e a trilha azul (negativa), ficou negativa. Note que as “pernas” do led estão em trilhas diferentes, o que possibilita que o circuito funcione⁵.

LÂMPADA INCANDESCENTE HALÓGENA

A lâmpada incandescente halógena também é conhecida como lâmpada halógena de quartzo e halógena de tungstênio. Representa uma forma avançada da bem conhecida lâmpada incandescente que possui um filamento de tungstênio semelhante ao da lâmpada incandescente padrão, mas é muito menor pela mesma voltagem e contém um gás halogênio na lâmpada. A fabricação do bulbo é feito de vidro de quartzo fundido, sílica ou aluminossilicato, é mais resistente que o vidro padrão para conter a pressão

⁵ Para mais informações sobre o funcionamento do Protoboard, acesse o link: <https://www.youtube.com/watch?v=x9nrlyNTqv8>

elevada, pois a temperatura aumenta rapidamente. Os halógenos entram em ebulição até ser obtido um gás a temperaturas relativamente baixas. Um halógeno é um elemento monovalente que forma íons negativos de imediato. Existem cinco halógenos: flúor, cloro, bromo, iodo e astatínio. A lâmpada halógena tem um tamanho compacto e saída elevada de lúmen [19].

Em comparação com as lâmpadas incandescentes convencionais elas como pontos positivos a maior vida útil, baixo aquecimento, disponível em vários formatos e tamanhos como apresenta a Figura 18



Figura 18: Lâmpadas halógenas. Fonte: Ledvance (2018).

Recentemente, as lâmpadas incandescentes estão sendo substituídas pelas lâmpadas de LED (*light emitter diode* – diodo emissor de luz), feitas de material semicondutor liberando luz quando submetidas a determinada voltagem. Com vida útil de até 50 000 horas, as lâmpadas de LED concorrem diretamente com a lâmpada fluorescente de vida útil de 5000 horas e 1000 horas das incandescentes [19].

AULA 9: O RELÉ.

Surgiu por volta do século XIX. Dispositivo eletromecânico, formado por um magneto móvel, capaz de se deslocar unindo dois contatos metálicos. Muito utilizado nos sistemas telefônicos no tempo das centrais analógicas nas localidades mais remotas, considerado como um dos antepassados dos transistores [21].

Funcionamento dos Relés



Figura 18: Relé. Fonte: Casa dos relés Ltda [22].

Vamos pensar da seguinte forma, quando uma corrente circula pela bobina, ela cria um campo magnético que atrai um ou uma série de contatos fechando ou abrindo circuitos. Se a corrente da bobina cessa, o campo magnético também cessa, de tal forma que os contatos voltem para a posição original. Os relés como os da Figura 18 podem ter diversas configurações de contatos:

- **NA** – normalmente aberto: estão abertos até que a bobina receba corrente. Quando o relé é energizado, os contatos fecham.
- **NF** – normalmente fechado: inicialmente fechados com a bobina desenergizada. Abrem-se quando a bobina recebe corrente.
- **C** – comum: quando o contato **NA** fecha, a condução se estabelece com **C**, do contrário com o **NF**.

A melhor vantagem dos relés é o circuito de carga completamente isolado do de controle, podendo trabalhar sob tensões diferentes entre controle e carga. A desvantagem está ligada ao fator de desgaste, devido à vida útil. É importante verificar a tensão suportada por cada terminal [23].

As partes que compõem um relé eletromecânico são:

- Eletroímã (bobina) – constituído por fio de cobre em torno de um núcleo de ferro macio que fornece um caminho de baixa relutância para o fluxo magnético;
- Armadura de ferro móvel;
- Conjuntos de contatos;
- Mola de rearme;
- Terminais - podendo variar dependendo da manipulação desejada.

SEÇÃO III: O EFEITO FOTOELÉTRICO

AULA 10: O EFEITO FOTOELÉTRICO.

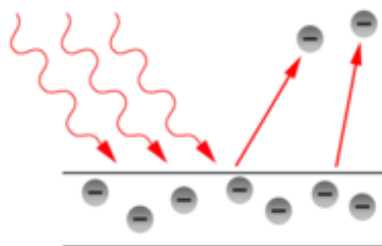


Figura 19: Efeito fotoelétrico. Fonte: site The paradox of wave particle [24].

Um dos fenômenos que será discutido durante a execução do experimento: “Ligando uma lâmpada com LDR”, que será trabalhado a partir da aula 13 da sequência, é o efeito fotoelétrico. Segundo Caruso e Oguri (2006), o efeito fotoelétrico consiste na liberação de elétrons pela superfície de um metal como mostra a ilustração da Figura 19, após a liberação da energia proveniente da radiação eletromagnética incidente sobre ele, de tal modo que a energia total da radiação é parcialmente transformada em energia cinética dos elétrons expelidos [25]; foi observado em 1887, por Hertz e amplamente estudado por Lenard em 1902, e Milikan de 1906 a 1916.

Thomson por volta de 1869-1875, utilizou um tubo de Crookes – o tubo de Crookes é uma ampola de vidro que consiste em dois eletrodos: catodo e anodo. Ao aplicar uma grande diferença de potencial entre os eletrodos, os elétrons são emitidos pelo catodo e são acelerados em direção ao anodo, muitos desses elétrons ou *raios catódicos* atingem a parede de vidro e exibe uma fluorescência [26].

Nos experimentos realizados por Lenard, um fotocatodo é iluminado por um feixe de luz monocromática, liberando elétrons, e a corrente I resultante é, em seguida, anulada ajustando-se um potencial retardador até um valor de corte V [25]. Os principais resultados observados são:

1. A ocorrência da emissão de elétrons não depende da intensidade da luz incidente;
2. Havendo a emissão, a corrente é proporcional à intensidade da luz, se a frequência e o potencial de corte forem mantidos constantes;
3. A ocorrência da emissão depende da frequência da luz;
4. Cada metal tem seu limiar de frequência. Este determina a ocorrência ou não da emissão;
5. A intensidade da luz não interfere no potencial de corte, e sim a frequência;
6. A energia cinética, o potencial de corte e a frequência de luz são diretamente proporcionais.

Em 1905, Einstein propôs que a luz de frequência ν , interagindo com a matéria é constituída por um quanta de luz com energia $\epsilon=h\nu$, onde h é uma constante de

proporcionalidade denominada constante de Planck. Ao penetrar na superfície do metal, cada fóton (pacote concentrado de energia) interage com um elétron transmitindo-lhe toda sua energia. Para que o elétron desprendam-se da superfície do metal ele precisa adquirir a energia necessária para isso, esta energia é chamada de função trabalho φ , e os elétrons só abandonam a superfície do metal se $h\nu > \varphi$. A energia cinética máxima dos elétrons que “escapam”, de acordo com a equação (6), é

$$\epsilon_c = h\nu - \varphi \quad 6)$$

Onde:

- ϵ_c (eV – elétron volt) = energia cinética máxima;
- h (constante de Planck) = $4,15 \cdot 10^{-15}$ eV (elétron volt) ou $6,57 \cdot 10^{-34}$ Js (joule segundo);
- ν (hz – hertz) = frequência;
- φ (eV – elétron volt) = função-trabalho.

o potencial de corte exigido para deter o fluxo de elétrons, é dado por

$$eV = h\nu - \varphi$$

Onde:

- e (C – coulomb) = elétron;
- V (V – volt) = voltagem;

pois a energia potencial eV deve ser igual à energia cinética máxima dos elétrons ejetados.

AO PROFESSOR: Enfatize este último parágrafo; refere-se às aplicações na eletrônica e no cotidiano do aluno.

Este fenômeno foi rapidamente aceito pela indústria eletrônica, para o desenvolvimento de componentes sensíveis à luz, os *elementos fotossensíveis*, que se baseiam em dois processos distintos: (i) emissão fotoelétrica; (ii) quebra de ligações covalentes em semicondutores devido à ação dos fótons. Entre os componentes do item (i) existem as células fotomultiplicadoras, válvulas captadoras de imagem e células fotovoltaicas.

O mais relevante para o nosso estudo são os componentes do item (ii), a quebra de ligações covalentes em semicondutores por conta da ação dos fótons, é chamado de *efeito fotoelétrico interno*, comum nas resinas fotoelétricas, chamadas LDR, em dispositivos que transformam a energia luminosa em elétrica (fotômetros), permitindo apreciar a intensidade da iluminação a partir da corrente elétrica, bem como o funcionamento de pilhas solares encontrada em foguetes espaciais ou em calculadoras portáteis [25].

AULA 11: O EFEITO FOTOELÉTRICO – SCRATCH.

Refere-se à aplicação do teste avaliativo no Scratch, vide SEQUÊNCIA DIDÁTICA-AULA 11.

SEÇÃO IV: O CIRCUITO

AULA 12: O CIRCUITO.

Entender como funciona um circuito é de grande importância para garantir a segurança e fazer projetos na área. Quando uma corrente está percorrendo pelo circuito muitos fenômenos físicos acontecem, que é a base para o funcionamento dos aparelhos elétricos e eletrônicos.

Para obter corrente elétrica, é necessário criar um campo elétrico no condutor, ou seja, se tivermos dois terminais, um carregado negativamente e outro carregado positivamente, interligados por um fio condutor ou por elementos condutores, conforme a Figura 20

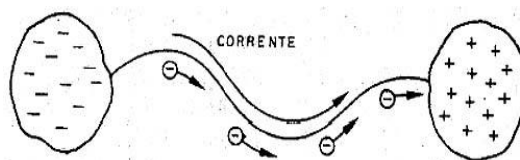


Figura 20: Circulação de uma corrente. Fonte: Como funciona o circuito elétrico e os efeitos da corrente. Instituto Newton C. Braga [27].

Este mecanismo corresponde à uma energia rápida, porém temos dispositivos que convertem energia de um outro tipo em energia elétrica, tais como baterias, pilhas, de tal forma que a energia elétrica seja mantida constantemente.

Note que, à medida que as cargas elétricas negativas saem do pólo negativo para neutralizar as cargas do pólo positivo, a fonte de energia mantém o desequilíbrio removendo as cargas negativas que dirigem-se ao pólo positivo e organizando-as em lugar das que saem do negativo, tendo assim, um circuito “fechado” para que haja a movimentação das cargas, pois não são criadas cargas, mas são “reutilizadas” para formar a corrente.

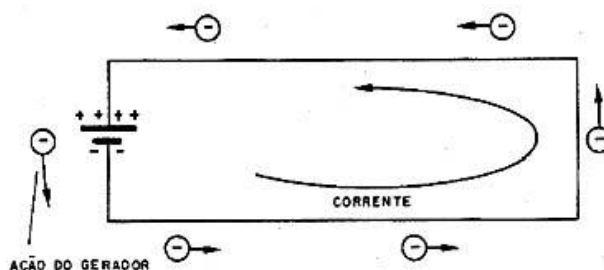


Figura 21: O gerador recoloca as cargas nos pólos de modo a manter o desequilíbrio elétrico. Fonte: Como funciona o circuito elétrico e os efeitos da corrente.

Instituto Newton C. Braga [27].

Este percurso incluindo o condutor externo por onde passa a corrente e o gerador que restabelece a diferença de potencial entre seus pólos é denominado “circuito elétrico” ou simplesmente “circuito” [27].

Pode-se definir o circuito como o percurso fechado que as cargas fazem quando circula uma corrente entre um gerador e algum dispositivo que utilize a energia deste gerador. Na Figura 21, o circuito é formado por um gerador e como receptor temos apenas o fio condutor que une seus pólos, este é circuito elétrico simples, na verdade um “curto circuito”, pois não há para quem entregar a energia produzida pela pilha a não ser o próprio condutor [27].

Podemos ter circuitos elétricos mais complicados, como por exemplo, a lâmpada que converte a energia em luz, um motor em força mecânica, um alto-falante em som. Circuitos são formados por mais de um elemento geradores de energia, bem como vários elementos que recebem esta energia gerada neste processo.

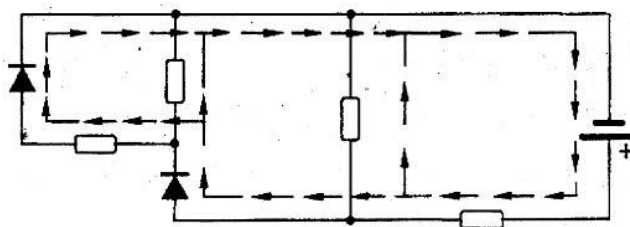


Figura 22: Correntes num circuito complexo.

Fonte: Como funciona o circuito elétrico e os efeitos da corrente. Instituto Newton C. Braga [27].

Na Figura 22 acima, exemplificamos um circuito complexo, como os que são encontrados nos aparelhos eletrônicos, que manipula de diversas formas a energia recebida do gerador.

Os efeitos que a corrente produz ao passar num circuito são citados a seguir:

- Efeito térmico

Se uma corrente se depara com dificuldades para se movimentar, dizemos que ele encontra uma resistência. Para vencer isso, é necessário liberar energia, que neste caso será convertida em calor, ou seja, energia térmica (Efeito joule). Este efeito é aproveitado por aparelhos como ferro de passar, aquecedores, etc. O elemento do circuito responsável é o resistor.

- Efeito luminoso

Este efeito é consequência do efeito térmico, se considerarmos que ao aquecer um corpo, as moléculas que o constituem vibram de tal forma, que produzem radiação

eletromagnética dentro do espectro visível; ou seja, luz. Lembre-se do ferro em brasa emite luz na frequência do vermelho, amarelo, até branco, de acordo com a temperatura.

- Efeito magnético

AO PROFESSOR: escolhendo aplicar esta parte da sequência didática, deve se certificar que já foi ministrado o conteúdo de magnetismo, do contrário, apresentar de forma geral e quando ministrar o conteúdo, desenvolver o assunto adequadamente. Esta seção pode gerar dúvidas nos alunos que podem não ser subtraídas com uma explicação superficial.

Num condutor percorrido por uma corrente, o campo magnético pode ser representado por linhas de força que o envolvem, este campo magnético se estende a uma distância infinita do condutor, e conforme a distância aumenta, mais fraco o campo fica. Enrolando o condutor de maneira que forme bobinas, podemos fortalecer o campo produzido pela corrente e conseqüentemente, aproveitá-lo em inúmeros dispositivos.

Uma bobina pode “gerar” um campo suficiente para atrair um metal e um conjunto de bobinas pode produzir energia suficiente para girar um rotor (qualquer dispositivo que gira em seu próprio eixo produzindo movimentos de rotação, por exemplo, turbinas e compressores) [27].

Uma carga elétrica gera ao redor dela uma perturbação no espaço denominado campo elétrico, porém, o movimento das cargas elétricas cria uma perturbação de natureza diferente denominada campo magnético. As cargas elétricas ao percorrerem o condutor geram um campo magnético como na Figura 23

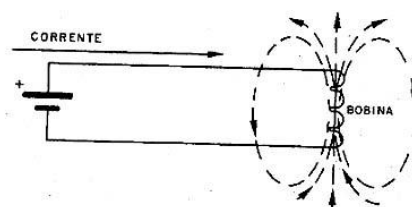


Figura 23: campo criado por uma bobina. Fonte: Como funciona o circuito elétrico e os efeitos da corrente. Instituto Newton C. Braga[27].

Note que, sempre que houver corrente, também haverá campo magnético, por isso, dentre os efeitos estudados, o magnético⁶ é o que se manifesta sempre.

AULA 13 E 14: LIGANDO UMA LÂMPADA COM LDR.

Trata-se da montagem do circuito e da aplicação do questionário 2, vide SEQUÊNCIA DIDÁTICA – AULA 13 E 14.

⁶ Para mais informações, vide referência [13].



ANEXOS DO PRODUTO

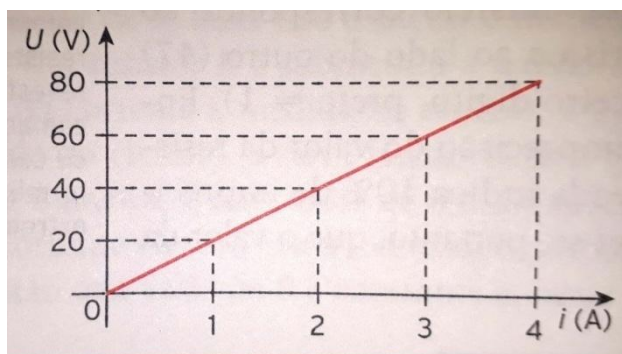
ANEXO 1 – SUGESTÃO DE PERGUNTAS PARA O DEBATE INICIAL (AULA 1)

1. Para você, o que é resistividade elétrica?

2. Com suas palavras, como você conceitua condutores, isolantes e semicondutores?

ANEXO 2 – ATIVIDADE AVALIATIVA (AULA 4)

1. Um resistor possui essa curva característica.



- a) Calcule sua resistência elétrica para $U = 60V$.
 - b) Identifique se ele é um resistor ôhmico e justifique sua resposta.
2. Dê o valor da resistência do resistor.



3. Cite alguns exemplos de aplicação dos capacitores na sua casa ou escola. Porque os capacitores são fundamentais para estes equipamentos?

RESPOSTAS DA ATIVIDADE AVALIATIVA (AULA 4)

1. a) $U = R \cdot i$

$$60 = R \cdot 3$$

$$R = 60/3 = 20 \, \Omega$$

b) curva $U \times i$ é uma reta, o que indica proporcionalidade entre tensão e corrente. Logo, o resistor é ôhmico.

2. $21 \times 100 = 2\,100$

$$20\% \text{ de } 2\,100 = 420$$

Agora, some +420 e subtraia - 420 de 2 100,

Assim,

$$2\,100 + 420 = 2\,520$$

$$2\,100 - 420 = 1\,680$$

A resistência varia em torno de $2\,500 \, \Omega$ e $1\,680 \, \Omega$.

3. Capacitores são usados em televisores, computadores, flash de máquinas fotográficas, aparelhos de som, etc. Os capacitores têm a função de acumular cargas elétricas. Em circuitos eles são usados como seletores de intensidade de cargas, deixando passar somente certa frequência de corrente (no caso e correntes alternadas) e também são utilizados para acumular certa quantidade de carga elétrica e liberá-la quando necessário no circuito.

ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO 1 (AULA 9)

1. O que é resistividade elétrica?

2. O que é a resistência de um condutor?

3. Caracterize os materiais não-ôhmicos.

4. A resistência do condutor é inversamente proporcional à seção transversal A do condutor. Essa afirmação é verdadeira ou falsa? Justifique sua resposta.

5. Com suas palavras, conceitue condutores e isolantes.

6. Explique a função do resistor no circuito.

7. Conceitue um semiconductor. Diferencie um semiconductor intrínseco de um extrínseco.

8. Explique a função do transistor no circuito. Dê exemplos de equipamentos do nosso dia a dia onde tem-se a presença de transistores.

9. Explique a principal vantagem do uso de uma protoboard na montagem de circuitos elétricos.

QUESTIONÁRIO 1 – RESPOSTAS

1. É uma propriedade do material, que define o quanto ele se opõe à passagem de corrente elétrica, quanto mais resistivo, mais difícil será a passagem de corrente, quanto menos resistivo, maior a facilidade.

2. Definida como a capacidade de um corpo qualquer se opor à passagem de corrente elétrica, apesar da diferença de potencial (ddp) aplicada.

3. *Sugestão de resposta, considere algo que siga essa linha de pensamento.* Materiais não-ôhmicos são aqueles cujo comportamento diferenciam dos sujeitos à lei de ohm, não apresentam linearidade num gráfico voltagem versus corrente, por exemplo. Para estes materiais a densidade de corrente depende do campo elétrico de forma mais complexa.

4. Verdadeira. Uma vez que a passagem das cargas elétricas é facilitada numa área maior, da mesma forma que a resistência elétrica é proporcional ao comprimento do condutor pois, o percurso que as cargas terão que fazer é maior.

5. **Sugestão de resposta. Condutores:** São materiais cujas cargas elétricas se locomovem relativamente livres.

Isolantes: Em contrapartida dos condutores, materiais cujos elétrons estão fortemente ligados aos átomos, são chamados de isolantes.

6. Estes componentes são condutores responsáveis por limitar os valores da corrente elétrica de acordo com as necessidades desejadas, ele resiste à passagem da corrente elétrica. Esta limitação ocorre pela transformação de energia elétrica em calor.

7. Os materiais semicondutores são sólidos cristalinos formados por um ou mais átomos de elementos químicos e estes encontram-se no meio da tabela de resistividade elétrica sendo fracos condutores em sua forma pura, e ótimos condutores quando se adicionam ou retiram elétrons de sua estrutura. Um semicondutor intrínseco é aquele que pode ser encontrado na natureza de forma pura, onde a concentração de portadores de cargas positivas e negativas é a mesma, já o semicondutor extrínseco é aquele foi introduzido uma impureza em sua composição para atender à necessidade.

8. As principais funções de um transistor num circuito são de aumentar e chavear os sinais elétricos, controlando o fluxo de corrente. Exemplos: controle remoto, computadores, etc.

9. Com a protoboard, é possível a montagem de circuitos apenas inserindo os componentes sem a necessidade de soldagem.

ANEXO 4 – EXERCÍCIO DE APOIO – EFEITO FOTOELÉTRICO.

1. Explique com suas palavras o que é o “efeito fotoelétrico”.

Sugestão de resposta:

O efeito fotoelétrico consiste na liberação de elétrons pela superfície de um metal após a liberação da energia proveniente da radiação eletromagnética incidente sobre ele, de tal modo que a energia total da radiação é parcialmente transformada em energia cinética dos elétrons expelidos.

ANEXO 5 – QUESTIONÁRIO SCRATCH – EFEITO FOTOELÉTRICO.**1. Escolha a alternativa correta**

- a) Em razão deste trabalho, Planck recebeu o prêmio Nobel no ano de 1931 em Física.
- b) Em razão deste trabalho, Henrick Hertz recebeu o prêmio Nobel no ano de 1921 em Física.
- c) Em razão deste trabalho, Albert Einstein recebeu o prêmio Nobel no ano de 1921 em Física.

2. O que é o efeito foto elétrico?

- a) É a emissão de elétrons por um material.
- b) É a emissão de prótons por um material.
- c) É a emissão de quarks por um material.

3. Escolha a alternativa verdadeira

- a) O efeito fotoelétrico pode ser facilmente explicado classicamente.
- b) Os conceitos clássicos tornaram a concepção desse fenômeno insuficiente.
- c) A descoberta deste fenômeno ocorreu entre 1886 e 1887 por Planck.

4. Complete a seguinte frase: uma das propostas de Einsten estão a quantização da energia, ou seja, para ocorrência da ejeção imediata de elétrons da superfície...

- a) ...energia da radiação estaria concentrada no espaço.
- b) ...a energia da radiação estaria concentrada na forma de ondas eletromagnéticas.
- c) ...a energia da radiação estaria concentrada em pacotes de energia chamado de fótons.

5. A velocidade com que os fótons são emitidos, depende:

- a) Da quantidade de fótons emitidos.
- b) Da frequência que esses fótons possuem.
- c) Da energia do fóton.

6. Na expressão: $E = K + \phi$, onde K é a energia cinética do fóton e ϕ é a função trabalho, esta última expressa:

- a) A energia utilizada para remover o átomo.
- b) A energia utilizada para remover o elétron do átomo.
- c) A energia utilizada para remover a onda eletromagnética do átomo.

7. A respeito do efeito fotoelétrico:

- a) Aumentando a intensidade da luz, é possível arrancar os elétrons como maior energia.

- b) Aumentado a intensidade da luz, uma maior quantidade de elétrons é ejetado.
- c) Aumentando a intensidade da luz, é possível arrancar os elétrons como menor energia.

8. Escolha a alternativa correta

- a) Se a energia do fóton E não é maior que a função trabalho, alguns elétrons serão emitidos.
- b) Se a energia do fóton E for maior que a função trabalho, nenhum elétron será emitido.
- c) Se a energia do fóton E não é maior que a função trabalho, nenhum elétron será emitido.

9. Para que os elétrons possam ser emitidos do material é necessário...

- a) Atingir um limiar de frequência específico para aquele material.
- b) Aumentar a intensidade da luz para arrancar os elétrons de menor energia.
- c) Atingir um limiar de corrente entre os terminais específico para aquele material.

QUESTIONÁRIO SCRATCH – EFEITO FOTOELÉTRICO.

Gabarito:

1. B
2. A
3. B
4. C
5. A
6. B
7. B
8. C
9. A

ANEXO 6 – GUIA DE MONTAGEM DO EXPERIMENTO (ALUNO) – (AULA 13)

O passo a passo do experimento que será realizado e discutido em sala de aula.

OBS: NÃO LIGAR OS COMPONENTES NA TOMADA ANTES DE CONSULTAR O PROFESSOR.

MATERIAIS:

- 1 – Protoboard
- 1 – LDR.
- 1 - Tip 122
- 1 – Relé de 12V
- 1 – Fonte de regulável de 12v. Outra possibilidade é usar uma fonte para modem de internet de 12V.
- 1 – Lâmpada incandescente de 60 watt.
- 1– Cabo de força (para ligar a lâmpada). Outra possibilidade é usar um cabo 8, comum em fontes para computador.
- Fios para fazer as conexões ou jumper's
- Ferro de solda
- Solda
- 1 – Multímetro
- 1 – Fita isolante

PROCEDIMENTOS:

1º Encaixar cada um dos pinos do TIP em um furo da protoboard, posicionando-o da forma mais centralizada possível.

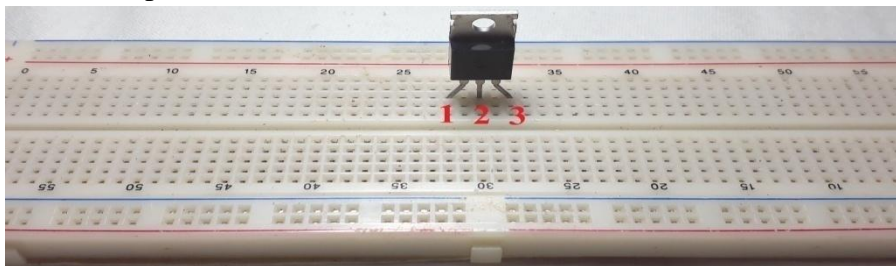


Figura 1: posicionamento do TIP 122 na protoboard. Fonte: autoria própria.

2º Conectar o LDR de tal forma que um dos seus terminais seja ligado no pino 1 do TIP.

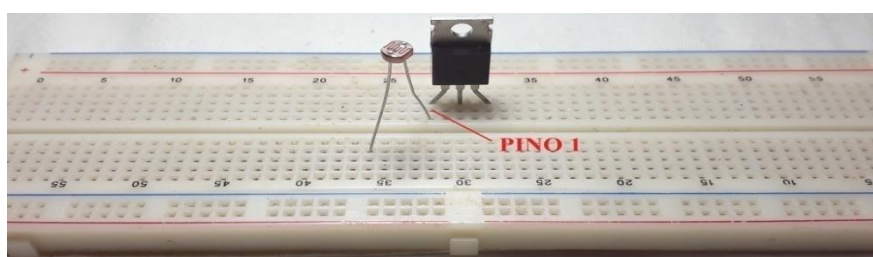


Figura 2: conexão do LDR. Fonte: autoria própria.

3º Conectar o pino 1 dos terminais da bobina do relé ao terminal restante do LDR.

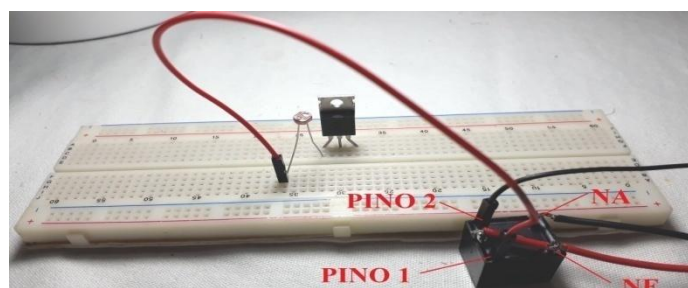


Figura 3: conexão do relé. Fonte: autoria própria.

4º Conectar o pino 2 da bobina do relé, no pino 2 do TIP 122. Uma vez feito isso, estão interligados: LDR, TIP e relé.

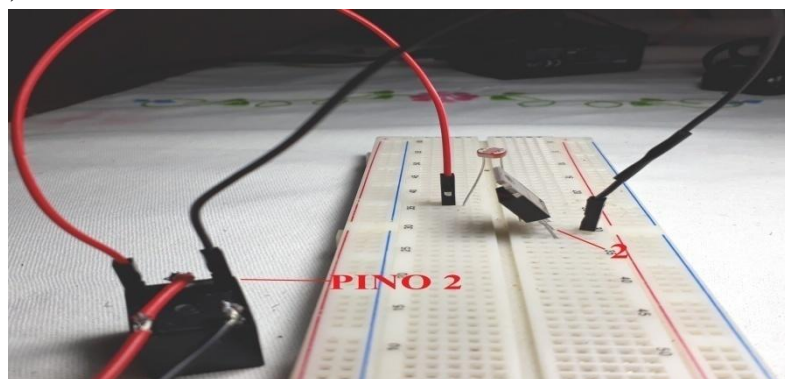


Figura 4: conexão LDR, TIP e relé. Fonte: autoria própria.

5º Conectar o Normalmente Fechado (NF) do relé à uma das pernas do bocal. Para sua segurança, isole com um pequeno pedaço de fita isolante.

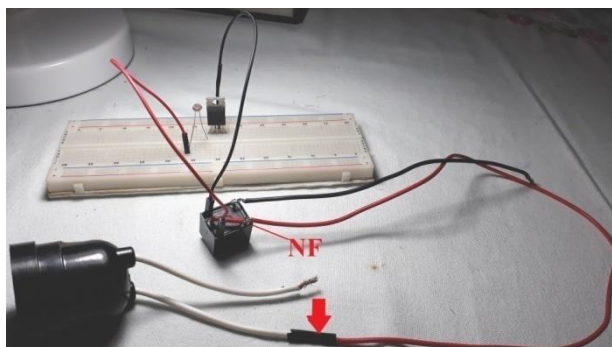


Figura 5: conexão do relé com o bocal. Fonte: autoria própria.

6º Uma das pernas do cabo de força deve ser cortada em 2 partes, numa distância de aproximadamente 10 cm da conexão com a lâmpada, para que seja ligada com o normalmente aberto (NA) do relé e a outra parte, dever ser conectada à outra perna do bocal. Se estiver usando um cabo 8, não há a necessidade do corte, basta fazer os encaixes em cada entrada.



Figura 6: conexão do cabo 8 com o bocal e o relé. Fonte: autoria própria.

7º Feito isso, basta alimentar o circuito. Positivo da fonte: conectar na mesma coluna do LDR na protoboard. Negativo da fonte: conectar na mesma coluna do pino 3 do TIP. Após fazer as conexões, certifique-se que a fonte está ligada para atestar o funcionamento do experimento. Consulte seu professor.

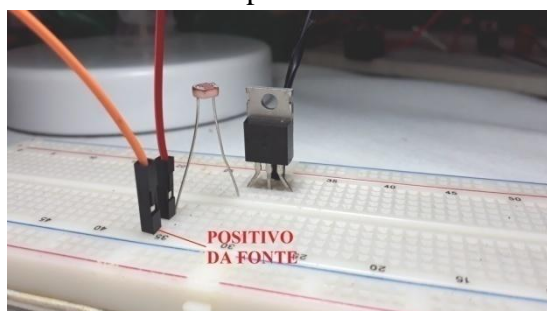


Figura 7: encaixe do positivo da fonte na protoboard. Fonte: autoria própria.

8º Para verificar se o circuito está sendo alimentado, pegue o multímetro e posicione na escala para medição de voltagem de no máximo 20V. Ligue a fonte na tomada. Conecte o positivo do multímetro (fio vermelho) ao positivo da fonte e o negativo do multímetro (fio preto) ao negativo de fonte. Em seguida, desligue a fonte da tomada.



Figura 8: verificação da alimentação na protoboard. Fonte: autoria própria.

9º Agora, rosqueie a lâmpada no bocal e ligue primeiro a fonte e em seguida, o cabo de força, ou seja, conecte a lâmpada à tomada.



Figura 9: ordem de alimentação para acionamento do circuito. Fonte: autoria própria.

10º Apropriar-se do pequeno tubo preto e encaixá-lo sobre o LDR de tal forma que impeça a entrada de luminosidade do ambiente. Depois disso, basta remover o tubo preto para a lâmpada acender novamente e encaixar para fazê-la apagar quantas vezes necessário.

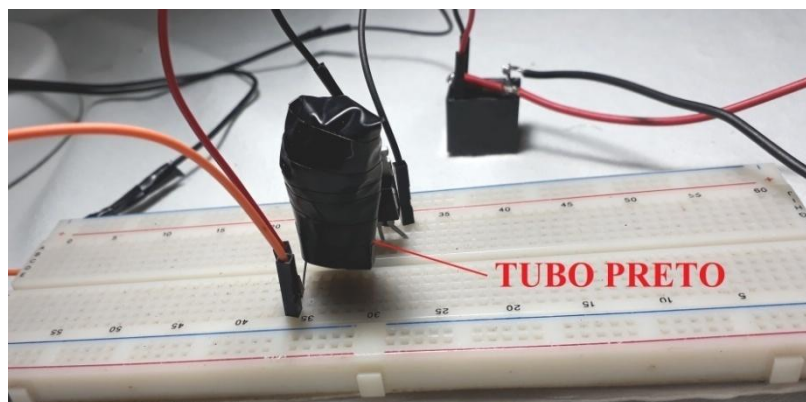


Figura 10: encaixe do tubo preto no LDR. Fonte: autoria própria.

11º Para desligar o circuito, primeiro desconecte o cabo de força, em seguida a fonte da tomada.

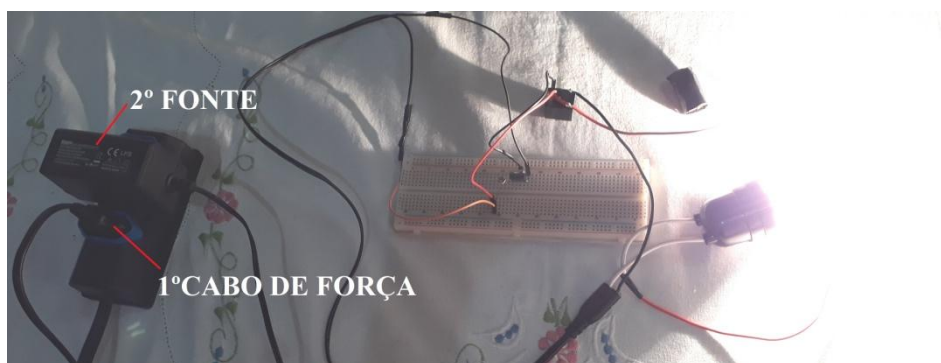


Figura 11: ordem correta para desligar o circuito. Fonte: autoria própria.

A seguir apresenta-se o circuito montado sem a lâmpada ligada:

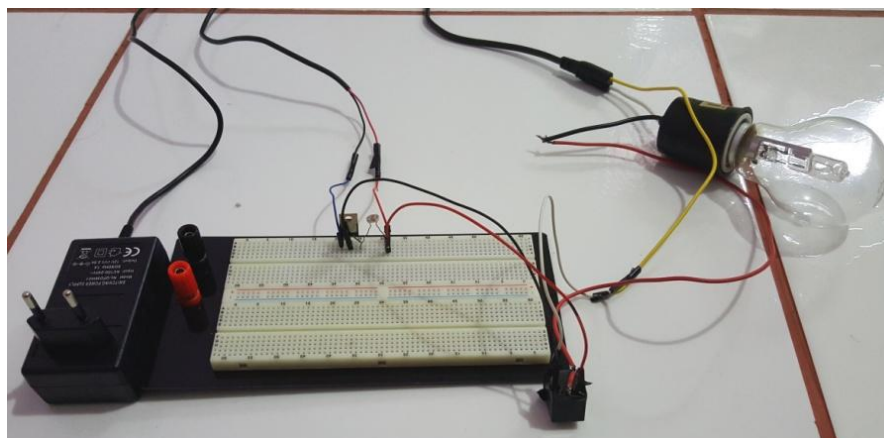


Figura 12: circuito montado. Fonte: autoria própria.

ANEXO 8 - QUESTIONÁRIO 2 (AULAS 13 E 14)

1. Explique a importância de entender o funcionamento de um circuito.

2. Dê exemplos de materiais que convertem energia química em outra de natureza diferente; em energia elétrica, por exemplo.

3. Cite quais são os possíveis efeitos que corrente produz ao passar num circuito. Dentre eles há um que sempre irá se manifestar, diga qual é e justifique sua resposta.

4. Quais os fenômenos físicos você consegue perceber no circuito montado em sala de aula? Justifique sua resposta.

5. De que forma você consegue visualizar o efeito fotoelétrico no circuito?

6. Qual a importância do TIP 122 e do relé no circuito? Ou seja, explique a funcionalidade de cada um desses elementos.

7. Exprese sua opinião sobre os temas que foram abordados nestas últimas aulas. Sugestões e críticas construtivas serão aceitas.

QUESTIONÁRIO 2 – RESPOSTAS

1. Entender como funciona um circuito garante a segurança e integridade tanto dos equipamentos quanto do indivíduo que estará realizando o projeto.
2. Pilhas, baterias.
3. Efeito térmico, luminoso e magnético. Este último sempre estará presente, pois sempre que houver corrente, também haverá campo magnético.
4. **Sugestão de resposta.** O fenômeno do efeito fotoelétrico, os seguintes efeitos que a corrente produz ao passar num circuito: luminoso, ao acender a lâmpada, efeito magnético: devido ao acionamento da bobina, efeito térmico: leve aquecimento do relé, da lâmpada.
5. Ao introduzir o tubo preto sobre o LDR, de tal forma que bloqueie a entrada de luz ambiente. Como o LDR é um dispositivo sensível à luz, se a passagem de luminosidade for bloqueada, logo a lâmpada será apagada.
6. O transistor TIP é um semicondutor, que tem como função principal de interruptor e amplificador do sinal elétrico. Relé: ao circular uma corrente sobre a bobina, esta cria um campo magnético que atrai um ou uma série de contatos, fechando ou abrindo circuitos; como os relés devem ser classificados de acordo com os seus contatos, trabalhamos com o NA (normalmente aberto), onde inicialmente estes contatos estão abertos enquanto a bobina não está energizada até que, a passagem de corrente fecha os contatos do circuito.
7. Pessoal

REFERÊNCIAS

- [1] Revistas antigas de Eletrônica. Coleção Revistas de Eletrônica. Disponível em: <https://revistasdeeletronicaantigas.wordpress.com/2017/02/10/semicondutor-historia/>. Acesso em: 09/05/2019.
- [2] VÁLIO, Adriana Benetti Marques, FUKUI, Ana, FERDINIAN, Bassam, OLIVEIRA, Gladstone Alvarenga de, MOLINA, Madson de Melo, OLIVEIRA, Venerando Santiago. SER PROTAGONISTA/FÍSICA – Volume 3. 2 Ed. São Paulo: Edições SM Ltda. 2013. 439 p.
- [3] Resistores. Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/resistores.htm>. Acesso em: 10/05/2019.
- [4] Tabela de Resistores. Comp Total – Importadora de Componentes Eletrônicos. Disponível em: <http://www.comptotal.com.br/lp/tabela-de-resistores>. Acesso em: 10/05/2019.
- [5] YOUNG, Hugh D. e FREEDMAN, Roger A. FÍSICA III: ELETROMAGNETISMO. 12 Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil. 2009. 417 p.
- [6] Capacitor. Build Electronics Circuits. Disponível em: <https://www.build-electronic-circuits.com/capacitor-types/>. Acesso em: 10/05/2019.
- [7] Física dos dispositivos semicondutores. UNICAMP. 2005. Disponível em: http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2005/LeandroP_Mauro_F809_RF2.pdf. Acesso em: 20/11/17.
- [8] Tabela periódica dos elementos atualizada. Química explica. Disponível em: <https://quimicaexplica.wordpress.com/2017/08/02/tabela-periodica-atualizada-2017/>. Acesso em: 10/05/2019.
- [9] Representação esquemática da rede cristalina de materiais semicondutores. UNIOESTE. Disponível em:

<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downmateriais/materiaiscap15.pdf>. Acesso em: 10/05/2019.

[10] Gap's de energia. QuimLab. Disponível em: https://www.google.com/search?q=gaps+de+energia+quim+lab&rlz=1C1NHXL_pt-BR BR704BR704&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiuwfG5pHiAhXVCrkGHc1EAh4Q_AUIDigB&biw=994&bih=460&dpr=2.19#imgrc=uo2kzeczGFHgIM:. Acesso em: 10/04/2019.

[11] Modelo Atômico – Teoría de Bandas. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MQ_4VV1APrE. Acesso em: 20/11/17.

[12] Representação do transistor tip 122 no circuito. Transistores para principiantes. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/07/transistores-para-principiantes.html>. Acesso em: 10/05/2019.

[13] Tip 122. Henry's Bench. Disponível em: <http://henrysbench.cpnfatz.com/henrysbench/arduino-output-devices/tip122-arduino-relay-tutorial/>. Acesso 10/05/2019.

[14] Elementos de eletrônica analógica. Mestrado Profissional em ensino de Física. IF-UFRJ. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~toni/analogica7.pdf>. Acesso em: 10/05/2019.

[15] O que são bites e bytes?. INFO Wester. Disponível em: <https://www.infowester.com/bit.php>. Acesso em: 10/05/2019.

[16] LDR. Project Shop. Disponível em: <http://projectshopbd.com/product/ldr-big-112/>. Acesso em: 10/05/2019.

[17] Curso de eletrônica – O que é um LDR (Light Dependent Resistor). Disponível em: <http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/curso-de-eletronica/curso-de-eletronica-o-que-e-um-ldr-light-dependent-resistor/>. Acesso em: 10/05/2019.

- [18] Como funciona uma Protoboard. Manual do Arduino. Disponível em: <http://manualdoarduino.blogspot.com/2014/09/como-funciona-uma-protoboard.html>. Acesso em: 30/10/2017.
- [19] Crie a atmosfera ideal com lâmpadas halógenas. Philips. Disponível em: <https://www.philips.com.br/c-m-li/lampadas-halogenas>. Acesso em: 27/08/18.
- [20] Lâmpadas halógenas. Ledvance. Disponível em: <https://www.ledvance.com.br/produtos/conhecimentos-sobre-o-produto/lampadas-de-halogeneo/index.jsp>. Acesso em: 10/05/2019.
- [21] Relé. InfoEscola – Navegando e Aprendendo. Disponível em: <https://www.infoescola.com/electronica/rele/>. Acesso em: 10/05/2019.
- [22] Relé. Casa dos Relés Ltda. Disponível em: http://www.dni.com.br/auto_pt/produtos/relés-e-modulos.html. Acesso em: 10/05/2019.
- [23] Tudo sobre relés (livro completo). Instituto Newton C. Braga. Disponível em: <http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/597-como-funcionam-os-reles?showall=1&limitstart>. Acesso em: 16/02/18.
- [24] The paradox of wave particle. The Landscape of reality. Disponível em: <https://thelandscapeofreality.com/2015/08/09/the-mystery-of-wave-particle-duality/>. Acesso em: 10/05/2019.
- [25] CARUSO, Francisco e OGURI, Vitor. FÍSICA moderna: ORIGENS CLÁSSICAS E FUNDAMENTOS QUÂNTICOS. 2 Ed. São Paulo: LTC.2006. 616 p.
- [26] Tubo de Crookes. Ministério da Educação. Governo da Espanha. Disponível em: http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/tubodeCrookes/tubodeCrookes.html. Acesso em: 14/07/2017.

[27] Como funciona o circuito elétrico e os efeitos da corrente (ART 442). Disponível em: <http://www.newtonbraga.com.br/index.php/como-funciona/3213-art442>. Acesso em 19/10/17.