



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE FEIRA DE
SANTANA



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

MNPEF Mestrado Nacion
Profissional em
Ensino de Física

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 06**

GIULLYANO CORDEIRO DOS SANTOS

**Ensino de Semicondutores no Ensino Médio usando Softwares
Educacionais e Design Thinking**

Feira de Santana

Agosto de 2025

Giullyano Cordeiro dos Santos

Ensino de Semicondutores no Ensino Médio usando Softwares Educacionais e
Design Thinking

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS) 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: Dr. Franz Peter Alves Farias
Coorientador: Dr. João de Azevedo Cardeal

Feira de Santana
Agosto de 2025

Ensino de Semicondutores no Ensino Médio usando Softwares Educacionais e Design Thinking

Giullyano Cordeiro dos Santos

Orientador(es):

Dr. Franz Peter Alves Farias

Dr. João de Azevedo Cardeal

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS) 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:

Documento assinado digitalmente



FRANZ PETER ALVES FARIAS

Data: 29/09/2025 14:57:10-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Franz Peter Alves Farias

Documento assinado digitalmente



GABRIELA RIBEIRO PEIXOTO REZENDE

Data: 24/09/2025 18:58:08-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Gabriela Ribeiro Peixoto Rezende Pinto

Documento assinado digitalmente



YURI HAMAYANO LOPES RIBEIRO

Data: 22/09/2025 19:07:16-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Yuri Hamayano Lopes Ribeiro

Feira de Santana
Agosto de 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteadó - UEFS

S235e

Santos, Giullyano Cordeiro dos

Ensino de semicondutores no Ensino Médio usando softwares
educacionais e Design Thinking / Giullyano Cordeiro dos Santos. – 2025.

178 f.: il.

Orientador: Franz Peter Alves Farias

Coorientador: João de Azevedo Cardeal

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana,
Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física, Feira de Santana, 2025.

1. Ensino de física. 2. Semicondutores. 3. Ferramentas digitais. 4. Tinkercad
5. Falstad. I. Farias, Franz Peter Alves, orient. II. Cardeal, João de Azevedo,
coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU 621.315.59:373.5

Daniela Machado Sampaio Costa - Bibliotecária - CRB-5/2077

Dedico esta dissertação a todos aqueles que contribuíram para a realização deste mestrado,
cujo apoio foi fundamental em cada etapa deste percurso.

Em especial, agradeço à minha esposa, cujo amor, paciência e incentivo foram meu porto seguro nos momentos mais desafiadores.

Aos meus orientadores, agradeço a orientação perspicaz, paciência e conhecimentos compartilhados, que foram essenciais para a minha formação acadêmica e pessoal.

A todos vocês, meu sincero obrigado.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão e apreço a algumas pessoas especiais cujo apoio foi essencial para a conclusão deste mestrado. Em primeiro lugar, a minha esposa, pelo amor, paciência e compreensão incessantes, que foram o alicerce do meu equilíbrio e perseverança durante este desafiador percurso acadêmico. Sua presença e encorajamento foram fundamentais para que eu não perdesse o foco e a motivação.

Aos meus orientadores, cuja expertise, orientação e críticas construtivas moldaram significativamente tanto este trabalho quanto meu desenvolvimento profissional. Sua dedicação e disponibilidade para compartilhar seus conhecimentos foram de valor inestimável para a minha formação.

Agradeço sinceramente a todos que fizeram parte desta jornada, diretamente ou indiretamente, contribuindo para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro concedido aos estudantes de Pós-Graduação. Tal incentivo é de extrema importância para a continuidade da formação acadêmica no país. O investimento da CAPES representa um compromisso com o desenvolvimento da ciência, da educação e da equidade no acesso ao ensino superior de qualidade.

RESUMO

Ensinar o conteúdo de semicondutores no ensino médio pode ser um desafio considerável. O objetivo desse trabalho é desenvolver uma metodologia eficaz para o ensino de semicondutores no Ensino Médio, integrando teoria e prática. Para isto foi utilizada a teoria sociocultural de Vygotsky, junto com o Design Thinking e ferramentas digitais como as plataformas Tinkercad e Falstad. A intenção é tornar conceitos físicos mais acessíveis e envolventes para os alunos, promovendo a interação social, a colaboração e o aprendizado, preparando-os para carreiras científicas em uma sociedade cada vez mais tecnológica. Os dados coletados durante a aplicação demonstraram que essa estratégia foi eficaz, promovendo maior compreensão dos conceitos e maior engajamento dos alunos. A integração entre simulação virtual, Design Thinking e aprendizagem colaborativa facilitou o ensino de conteúdos abstratos, tornando a Física mais dinâmica e próxima da realidade dos estudantes. Os resultados indicam que unir tecnologia, metodologias ativas e ensino contextualizado não apenas amplia a compreensão científica, mas também prepara os alunos para um mundo cada vez mais dependente da ciência e tecnologia. Assim, conectar a Física ao cotidiano com ferramentas digitais torna o aprendizado mais significativo e duradouro.

Palavras-chave: Ensino de Física; Semicondutores; Vygotsky; Tinkercad; Falstad; Design Thinking.

ABSTRACT

Teaching semiconductor content in high school can be a considerable challenge. This work aims to develop an effective methodology for teaching semiconductors in high school by integrating theory and practice. The sociocultural theory of Vygotsky, combined with Design Thinking and digital tools such as Tinkercad and Falstad platforms, was employed. The intention is to make physical concepts more accessible and engaging for students, promoting social interaction, collaboration, and learning, thus preparing them for scientific careers in an increasingly technological society. Data collected during implementation demonstrated that this strategy was effective, promoting greater conceptual understanding and student engagement. The integration of virtual simulation, Design Thinking, and collaborative learning facilitated teaching abstract concepts, making Physics more dynamic and relatable for students. Results indicate that combining technology, active methodologies, and contextualized teaching not only expands scientific comprehension but also prepares students for a world increasingly reliant on science and technology. Thus, connecting Physics to everyday life through digital tools makes learning more meaningful and lasting.

Keywords: Physics Teaching; Semiconductors; Vygotsky; Tinkercad; Falstad; Design Thinking.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura de bandas dos metais do período 3: Na, Mg e Al	36
Figura 2: Elementos químicos dos semicondutores	37
Figura 3: Representação das bandas de energia em metais, semicondutores e isolantes	40
Figura 4: Ligações Covalentes	40
Figura 5: Dopagem de semicondutores	41
Figura 6: Bandas de valência e de condução nos semicondutores	43
Figura 7: Efeito da Junção de semicondutores dopados dos tipos P e N	44
Figura 8: Imagem da representação do diodo no Falstad	45
Figura 9: Gráfico da representação da curva I X V de um diodo	46
Figura 10: Imagem da representação do transistor no Falstad	47
Figura 11: Transistor com diferentes encapsulamentos	49
Figura 12: Imagem do Duplo Diamante.....	58
Figura 13: Imagem da tela inicial do site Tinkercad	70
Figura 14: Imagem da janela ao fazer login	71
Figura 15: Imagem mostrando a localização para encontrar os componentes básicos	73
Figura 16: Imagem da tela após um circuito ser montado	73
Figura 17: Imagem mostrando elementos adicionados na área de trabalho	74
Figura 18: Imagem mostrando o local para iniciar a simulação	74
Figura 19: Imagem mostrando como mudar as especificações de um componente	75
Figura 20: Imagem mostrando como ver o código do programa	76
Figura 21: Imagem ao entrar no site Falstad	78
Figura 22: Resposta discente 1 (Turma A)	112

Figura 23: Resposta discente 2 (Turma A)	113
Figura 24: Resposta discente 3 (Turma B)	113
Figura 25: Resposta discente 4 (Turma B)	114
Figura 26: Resposta discente 5 (Turma C)	115
Figura 27: Resposta discente 6 (Turma C)	115
Figura 28: Resposta discente 7 (Turma A)	116
Figura 29: Resposta discente 8 (Turma A)	117
Figura 30: Resposta discente 9 (Turma B)	118
Figura 31: Resposta discente 10 (Turma B)	118
Figura 32: Resposta discente 11 (Turma C)	119
Figura 33: Resposta discente 12 (Turma C)	119
Figura 34: Resposta discente 13 (Turma A)	120
Figura 35: Resposta discente 14 (Turma A)	121
Figura 36: Resposta discente 15 (Turma B)	122
Figura 37: Resposta discente 16 (Turma B)	122
Figura 38: Resposta discente 17 (Turma C)	123
Figura 39: Resposta discente 18 (Turma C)	123
Figura 40: Resposta discente 19 (Turma A)	124
Figura 41: Resposta discente 8 (Turma A)	125
Figura 42: Resposta discente 16 (Turma B)	125
Figura 43: Resposta discente 20 (Turma B)	126
Figura 44: Resposta discente 21 (Turma C)	126
Figura 45: Resposta discente 22 (Turma C)	127
Figura 46: Resposta discente 2 (Turma A)	127
Figura 47: Resposta discente 1 (Turma A)	128

Figura 48: Resposta discente 23 (Turma B)	128
Figura 49: Resposta discente 24 (Turma B)	129
Figura 50: Resposta discente 21 (Turma C)	129
Figura 51: Resposta discente 5 (Turma C)	130
Figura 52: Resposta discente 25 (Turma A)	130
Figura 53: Resposta discente 26 (Turma A)	131
Figura 54: Resposta discente 24 (Turma B)	131
Figura 55: Resposta discente 20 (Turma B)	132
Figura 56: Resposta discente 27 (Turma C)	132
Figura 57: Resposta discente 5 (Turma C)	133
Figura 58: Resposta discente 28 (Turma A)	133
Figura 59: Resposta discente 13 (Turma A)	134
Figura 60: Resposta discente 24 (Turma B)	134
Figura 61: Resposta discente 4 (Turma B)	135
Figura 62: Resposta discente 29 (Turma C)	135
Figura 63: Resposta discente 30 (Turma C)	136
Figura 64: Resposta discente 31 (Turma A)	136
Figura 65: Resposta discente 1 (Turma A)	137
Figura 66: Resposta discente 24 (Turma B)	137
Figura 67: Resposta discente 3 (Turma B)	138
Figura 68: Resposta discente 32 (Turma C)	138
Figura 69: Resposta discente 33 (Turma C)	139
Figura 70: Resposta discente 26 (Turma A)	140
Figura 71: Resposta discente 2 (Turma A)	140
Figura 72: Resposta discente 20 (Turma B)	141

Figura 73: Resposta discente 3 (Turma B)	141
Figura 74: Resposta discente 34 (Turma C)	142
Figura 75: Resposta discente 11 (Turma C)	142
Figura 76: Resposta discente 26 (Turma A)	143
Figura 77: Resposta discente 13 (Turma A)	144
Figura 78: Resposta discente 3 (Turma B)	144
Figura 79: Resposta discente 35 (Turma B)	144
Figura 80: Resposta discente 5 (Turma C)	145
Figura 81: Resposta discente 36 (Turma C)	145

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Datas da aplicação do Produto Educacional.....	83
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Números de trabalhos encontrados com o tema da dissertação	24
Tabela 2: Número de discentes das turmas.....	83
Tabela 3: Número de discentes que responderam os questionários.....	146

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Análise do questionário avaliativo (Turma A).....	147
Gráfico 2: Análise do Questionário Avaliativo (Turma B).....	148
Gráfico 3: Análise do Questionário Avaliativo (Turma C).....	149
Gráfico 4: Análise do Questionário Avaliativo (Turmas A, B e C).....	150
Gráfico 5: Análise da Avaliação de Experiência (Turma A).....	153
Gráfico 6: Análise da Avaliação de Experiência (Turma B).....	154
Gráfico 7: Análise da Avaliação de Experiência (Turma C).....	155
Gráfico 8: Análise da Avaliação de Experiência (Turmas A, B e C).....	156
Gráfico 9: Análise das respostas da questão 9 (Turma A).....	159
Gráfico 10: Análise das respostas da questão 9 (Turma B).....	160
Gráfico 11: Análise das respostas da questão 9 (Turma C).....	162
Gráfico 12: Análise das respostas da questão 9 (Turmas A, B e C).....	163

SUMÁRIO

Capítulo 1: Introdução.....	18
1.1 Delimitação do Problema.....	19
1.2 Justificativa.....	20
1.3 Pergunta Norteadora.....	20
1.4 Objetivos.....	20
1.4.1 Objetivo Geral.....	20
1.4.2 Objetivos Específicos.....	20
1.5 Metodologia da pesquisa	21
1.6 Organização do trabalho.....	22
Capítulo 2: Revisão de Literatura.....	24
2.1 Breve análise de cada um dos trabalhos examinados.....	25
2.1.1 Trabalhos apenas sobre Semicondutores/Junções Pn e NPN.....	25
2.1.2 Trabalhos sobre Semicondutores/Junções Pn e NPN e Softwares Educacionais.....	26
2.1.3 Trabalhos sobre Semicondutores/Junções Pn e NPN, Softwares Educacionais e Tinkercad.....	29
2.1.4 Trabalhos sobre Semicondutores /Junções Pn e NPN e Vygotsky.....	30
2.1.5 Trabalhos sobre Semicondutores /Junções Pn e NPN, Softwares Educacionais e Vygotsky.....	30
2.1.6 Trabalhos apenas sobre Tinkercad.....	32
2.1.7 Trabalho apenas sobre Falstad.....	33
2.2 Lacunas e relevância da pesquisa.....	34
Capítulo 3: Fundamentos da Física dos Semicondutores	35
3.1 Introdução aos semicondutores	35
3.2 Estrutura da banda de energia dos semicondutores	39
3.3 Conceitos detalhados da estrutura da banda de energia dos semicondutores.....	41
3.4 Tipos de semicondutores: Tipo-n e Tipo-p e combinações.....	43
3.5 O que é um diodo e como funciona?	44
3.6 O que é um transistor e como funciona?	47
3.7 Aplicações práticas e desafios dos semicondutores	49
Capítulo 4: Teoria de Vygotsky e Sua Aplicação no Ensino de Semicondutores	51
4.1 Contextualização da Teoria de Vygotsky	51
4.2 Vygotsky no contexto da Educação em Física	54
4.3 Implementação de estratégias de ensino baseadas em Vygotsky	56
Capítulo 5: Design Thinking.....	58
5.1 Introdução ao Design Thinking	58
5.2 Aplicação do Design Thinking no Ensino	60
5.3 Ferramentas e Recursos Recomendados para o Ensino de Física dos Semicondutores.	63
5.4 Benefícios do Design Thinking no Ensino de Física.....	65

Capítulo 6: Softwares Educacionais Tinkercad e Falstad	69
6.1 O uso dos Softwares Educacionais.....	69
6.2 Breve descrição do Tinkercad.	70
6.3 Visão geral do Tinkercad.....	71
6.4 Navegando na interface	72
6.5 Ferramentas e recursos	72
6.6 Simulação	73
6.7 Componentes para simulação	76
6.8 Usando componentes em projetos	77
6.9 Aplicações do Tinkercad no ensino de semicondutores	77
6.10 Introdução ao Falstad.....	78
6.11 Características principais do software Falstad.....	79
6.12 Aplicações educacionais do software Falstad	80
6.13 Fomentando a colaboração e a inovação	81
Capítulo 7: Descrição da Aplicação do Produto Educacional	82
7.1 Metodologia utilizada no Produto Educacional.....	82
7.2 Aplicação do Produto Educacional.....	82
7.3 Relato da aplicação do Produto Educacional.....	85
7.3.1 Relato do primeiro encontro.....	85
7.3.2 Relato do segundo encontro.....	89
7.3.3 Relato do terceiro encontro.....	91
7.3.4 Relato do quarto encontro.....	94
7.3.5 Relato do quinto encontro.....	99
7.3.6 Análise das apresentações das turmas.....	110
Capítulo 8: Análise de dados.....	112
8.1 Análise do questionário avaliativo.....	112
8.2 Avaliação de desempenho estudantil através do questionário avaliativo.....	146
8.3 Análise da receptividade dos alunos ao conteúdo semicondutores e a metodologia....	151
8.4 Análise das respostas da questão 9 do questionário da avaliação de experiência.....	158
Capítulo 9: Considerações Finais.....	168
REFERÊNCIAS.....	170
APÊNDICE A - Questionário Avaliativo	174
APÊNDICE B - Avaliação de Experiência e Aprendizado em Semicondutores	178

Capítulo 1: Introdução

Nas últimas décadas, o ensino de Física no Ensino Médio tem enfrentado o desafio de se reinventar para atender às demandas de uma sociedade cada vez mais tecnológica e interconectada. Nesse contexto, os conteúdos de Física Moderna, como os semicondutores, ganham relevância por sua presença em dispositivos cotidianos e seu papel central em tecnologias emergentes. No entanto, esses temas, embora altamente aplicáveis, muitas vezes permanecem distantes da realidade escolar, tanto por sua complexidade teórica quanto pela escassez de metodologias inovadoras para sua abordagem.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a importância de desenvolver uma formação integral nos estudantes, promovendo competências cognitivas, socioemocionais e técnico-científicas, como está descrito na competência 5.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2028, p. 9).

Dentro desse escopo, o ensino de semicondutores apresenta-se como uma oportunidade de articular o conhecimento físico a situações do cotidiano e à cultura digital, despertando o interesse dos alunos e fortalecendo sua preparação para o mundo do trabalho e da cidadania. No entanto, para que essa abordagem se concretize com sucesso, é necessário que o professor disponha de recursos e metodologias que rompam com o ensino tradicional, ainda pautado na transmissão expositiva de conteúdos.

Nesse sentido, a presente pesquisa busca desenvolver uma proposta metodológica inovadora, que una os aportes da teoria sociocultural de Lev Vygotsky, a abordagem criativa do Design Thinking e o uso de ferramentas digitais interativas, como os softwares educacionais Tinkercad e Falstad. A partir dessa integração, objetiva-se criar uma experiência de ensino mais significativa, colaborativa e alinhada às diretrizes educacionais atuais. A escolha de Vygotsky como base teórica deve-se à sua ênfase na mediação pedagógica, na aprendizagem colaborativa e na valorização do contexto social como elemento essencial para o desenvolvimento cognitivo.

Já o Design Thinking dialoga com a competência 2 da BNCC, que traz o seguinte:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e

resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2018, p. 9)

Com sua estrutura metodológica, centrada no ser humano, incentivando a empatia, a ideação, a prototipagem e a experimentação, etapas fundamentais para fomentar a autonomia e a criatividade dos estudantes, essa metodologia ativa traz uma contribuição ao docente e o ajuda a pôr em prática a competência 2 da BNCC.

Por outro lado, a utilização dos softwares Tinkercad e Falstad insere o aluno em um ambiente digital interativo que possibilita a visualização e manipulação de circuitos eletrônicos em tempo real, mesmo em contextos escolares que não dispõem de laboratórios físicos equipados. Essas ferramentas não apenas tornam os conceitos abstratos mais tangíveis, como também ampliam as possibilidades de investigação, teste e construção de protótipos funcionais por parte dos estudantes, promovendo uma aprendizagem ativa e exploratória.

Dessa forma, a proposta desta dissertação visa contribuir para o aprimoramento do ensino de Física, especialmente no que se refere ao tema dos semicondutores, por meio da elaboração e aplicação de um Produto Educacional inovador e acessível, que possa ser replicado por outros docentes em diferentes realidades escolares. Ao reunir fundamentos teóricos, metodologias ativas e recursos tecnológicos em uma única abordagem, este trabalho almeja oferecer aos professores ferramentas concretas para transformar suas práticas pedagógicas e, sobretudo, proporcionar aos alunos uma aprendizagem mais envolvente, crítica e significativa.

1.1 Delimitação do Problema

O ensino de semicondutores no Ensino Médio, embora previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), encontra-se frequentemente negligenciado, tanto por limitações de infraestrutura quanto pela ausência de materiais didáticos adequados e metodologias compatíveis com as necessidades dos alunos. A dificuldade de tratar conceitos abstratos como bandas de energia, dopagem e funcionamento de diodos e transistores torna-se um obstáculo significativo para muitos docentes. Além disso, a pouca familiaridade dos professores com recursos digitais e metodologias ativas agrava esse cenário. Diante disso, emerge a necessidade de investigar como uma proposta metodológica que integre ferramentas digitais e abordagens participativas pode contribuir para a superação dessas barreiras.

1.2 Justificativa

A proposta desta pesquisa encontra respaldo em uma lacuna identificada por meio de levantamento bibliográfico realizado no repositório do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no qual não foram encontrados trabalhos que articulassem de forma integrada o ensino de semicondutores com o uso de softwares educacionais e a abordagem do Design Thinking, à luz da teoria vygotskiana.

Essa constatação revela uma oportunidade de inovação pedagógica que vai além da simples transposição de conteúdos. A proposta visa promover um ensino que valorize a mediação do professor, o trabalho colaborativo entre os alunos e a construção ativa do conhecimento, favorecendo a apropriação significativa de conceitos científicos por meio da experimentação virtual e do pensamento crítico.

1.3 Pergunta Norteadora

De que forma o uso de softwares educacionais integrados a metodologias ativas como o Design Thinking, fundamentadas na teoria sociocultural de Vygotsky, pode contribuir para o ensino e aprendizagem de semicondutores no Ensino Médio?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma metodologia de ensino de semicondutores para o Ensino Médio, com integração da Teoria Sociocultural de Vygotsky, das etapas de Design Thinking e das plataformas digitais Tinkercad e Falstad, para maior acessibilidade aos conceitos teóricos, promoção da interação social e estímulo ao engajamento dos alunos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Mapear dificuldades e necessidades dos alunos em relação aos conteúdos de semicondutores, por meio de entrevistas e observações iniciais, situando tais desafios dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) proposta por Vygotsky.
- Aplicar etapas de Design Thinking (empatia, definição, ideação, prototipagem e testagem) para co-criar, com os alunos, atividades que facilitem a visualização de junções P-N, transistores e circuitos básicos.
- Desenvolver, em Tinkercad e Falstad, códigos e simulações de projetos pedagógicos, tais como:

- Circuito básico para observar o funcionamento de um diodo;
- Circuito básico para acender um LED;
- Circuito para acender um LED RGB;
- Circuito para observar o funcionamento de um transistor;

Estes projetos devem funcionar como guia prático e acessível para o professor.

- Implementar o Produto Educacional em turmas de Ensino Médio, promovendo atividades colaborativas e mediadas pelo professor, de modo a incentivar o diálogo e a construção social do conhecimento.
- Avaliar a eficácia da metodologia por meio de questionários qualitativos e quantitativos aplicados aos alunos, analisando compreensão conceitual, engajamento e percepção de relevância do uso de simuladores, para verificar se houve maior apreensão dos conceitos de semicondutores.
- Refinar a proposta pedagógica a partir dos resultados obtidos, produzindo recomendações para futuras práticas docentes e contribuindo para a literatura sobre ensino de Física contextualizado e mediado por tecnologias digitais.

1.5 Metodologia da pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como de abordagem qualitativa, pois busca compreender e interpretar fenômenos educacionais a partir da perspectiva dos sujeitos envolvidos. Conforme destacado por Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa enfatiza o significado das ações, práticas e interações, considerando o contexto no qual ocorrem. Esse tipo de investigação é particularmente adequado ao campo da educação, pois permite analisar de forma sensível e contextualizada as experiências e percepções dos participantes.

Além disso, a pesquisa apresenta caráter “exploratório e descritivo”. É exploratória por investigar práticas didáticas que envolvem o uso de tecnologias e metodologias ativas ainda pouco difundidas no ensino médio, como o Design Thinking e as plataformas Tinkercad e Falstad. É descritiva por buscar registrar, interpretar e compreender os efeitos dessas práticas no processo de ensino-aprendizagem, especialmente no que se refere ao conteúdo de semicondutores. Assim, o estudo não pretende testar hipóteses numéricas, mas sim compreender os sentidos atribuídos pelos alunos à experiência vivenciada durante a intervenção pedagógica.

1.6 Organização do trabalho

No segundo capítulo, revisão de literatura, realizada com base nos trabalhos disponíveis no site do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). A análise teve como objetivo identificar produções relacionadas ao ensino de semicondutores e sua articulação com metodologias ativas, teorias da aprendizagem e o uso de softwares educacionais. Essa investigação permitiu mapear lacunas e oportunidades para o desenvolvimento de propostas inovadoras no ensino de Física, especialmente voltadas para o Ensino Médio.

No terceiro capítulo, fundamentos da física dos semicondutores, apresenta uma introdução detalhada aos semicondutores, explicando sua importância para a tecnologia moderna e suas características únicas. Os semicondutores, como o silício e o germânio, possuem propriedades elétricas intermediárias entre condutores e isolantes. A teoria das bandas de energia é fundamental para entender o comportamento desses materiais. A dopagem, processo de adicionar impurezas controladas aos semicondutores, permite a criação de semicondutores tipo-n e tipo-p, essenciais para dispositivos como diodos e transistores.

No quarto capítulo, teoria de Vygotsky e sua aplicação no ensino de semicondutores, a teoria sociocultural de Lev Vygotsky é explorada, enfatizando a importância das interações sociais e culturais no desenvolvimento cognitivo. O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é central, destacando a distância entre o que o aluno pode fazer sozinho e o que pode fazer com ajuda. A aplicação dessa teoria no ensino de semicondutores envolve a criação de materiais didáticos que promovam a interação social e o desenvolvimento cognitivo através de atividades colaborativas e guiadas pelo professor. Exemplos práticos incluem discussões em grupo, experimentos práticos e simulações colaborativa.

O quinto capítulo que é do Design Thinking é apresentado como uma abordagem inovadora e centrada no ser humano para resolver problemas complexos. O Design Thinking envolve etapas como empatia, definição, ideação, prototipagem e testagem. No contexto do ensino de semicondutores, essa abordagem pode ser utilizada para criar atividades educacionais envolventes e eficazes.

No sexto capítulo descreve o uso de softwares educacionais, especificamente Tinkercad e Falstad, no ensino de semicondutores. O Tinkercad é uma plataforma online que permite simulações de circuitos e design 3D, enquanto o Falstad oferece simulações interativas de circuitos eletrônicos. Ambas as ferramentas são destacadas por sua capacidade de tornar o aprendizado de conceitos físicos mais tangível e acessível. O Tinkercad é útil para montar e simular circuitos eletrônicos, enquanto o Falstad é ideal para estudar o comportamento dinâmico

de circuitos. O uso dessas ferramentas promove a colaboração e a inovação, permitindo que os alunos explorem e compreendam os princípios dos semicondutores de maneira prática e interativa.

O sétimo capítulo apresenta uma descrição detalhada de como foi realizada a aplicação do produto educacional ao longo de cinco encontros. São retratados os momentos de interação dos alunos durante as aulas, com destaque para os relatos que evidenciam suas participações e engajamento no processo de aprendizagem. Além disso, são apresentados os trabalhos desenvolvidos pelas equipes de cada turma, oferecendo uma análise das produções realizadas pelos estudantes e dos avanços observados no entendimento dos conceitos abordados.

O oitavo capítulo traz a análise dos dados obtidos por dois questionários aplicados ao final das atividades. O "Questionário Avaliativo" contém dez questões abertas para registrar percepções e opiniões dos participantes. O "Questionário de Avaliação de Experiência e Aprendizado em Semicondutores" possui nove questões: as oito primeiras avaliam a experiência dos alunos em diferentes aspectos das atividades, com uma escala qualitativa de cinco níveis representada por ícones e a última questão mede o aprendizado alcançado, usando uma escala quantitativa de 0 a 5. A análise dos dados é apresentada por meio de gráficos e respostas dos discentes, destacando suas percepções e o nível de aprendizado obtido ao longo do processo.

O nono capítulo apresenta as considerações finais do trabalho, destacando as principais conclusões obtidas ao longo da pesquisa e aplicação do produto educacional, que é um material criado com o intuito de oferecer aos professores um conjunto de códigos e simulações nas plataformas Thinkercad e Falstad, que servem como um recurso didático prático e de fácil utilização, voltado para o ensino de semicondutores. Ele fornece apoio direto às atividades em sala de aula, facilitando o trabalho pedagógico e enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem, permitindo que o docente se sinta seguro ao aplicar as atividades, mesmo que não tenha familiaridade prévia com essas plataformas e com programação. Os projetos incluídos no material são: projeto de um circuito básico para observar o funcionamento de um diodo; projeto de um circuito básico para acender um LED; projeto para acender um LED RGB e o projeto de um circuito básico para observar o funcionamento de um transistor. Essas simulações e códigos representam o núcleo do Produto Educacional. Neste capítulo também são discutidos os resultados alcançados na aplicação do produto educacional, as contribuições para o ensino de Física e sugestões para futuras aplicações e estudos, reforçando a importância das metodologias utilizadas para tornar o aprendizado mais significativo e acessível.

Capítulo 2: Revisão de literatura

Com a finalidade de verificar a relevância desta pesquisa e identificar o estado atual das produções acadêmicas que dialogam com o tema proposto, foi realizada uma busca em junho de 2025. Para isso, adotaram-se como descritores os termos: “semicondutores”, “junções PN”, “junções NPN”, “Vygotsky”, “Design Thinking”, “Tinkercad” e “Falstad”. A escolha desses termos partiu da premissa de que trabalhos que os contivessem estariam alinhados com o escopo desta dissertação. A investigação foi conduzida no Catálogo de Dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), considerado o repositório mais apropriado para mapear as produções acadêmicas voltadas ao ensino de Física com foco na prática docente.

Para garantir um levantamento abrangente e rigoroso, todos os 1.099 trabalhos disponíveis no site do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) foram acessados individualmente. Inicialmente, foram lidos os resumos de cada dissertação, com atenção especial à presença dos descritores definidos previamente. Em casos nos quais o resumo não permitia uma análise conclusiva, foi realizada a leitura completa do trabalho. Após essa triagem criteriosa, foram selecionadas 18 dissertações que apresentavam relação direta com os temas centrais desta pesquisa. A Tabela 1 apresenta a distribuição dos trabalhos identificados sobre o tema central desta dissertação, organizada de acordo com as categorias de análise definidas. Essa classificação permite uma visão geral da produção acadêmica na área, facilitando a identificação dos estudos analisados.

Tabela 1 – Números de trabalhos encontrados com o tema da dissertação.

Categoria de Análise	Quantidade de Trabalhos
Apenas Semicondutores / Junções PN e NPN	2
Semicondutores / Junções PN e NPN e Softwares Educacionais	8
Semicondutores / Junções PN e NPN, Softwares Educacionais e Tinkercad	1
Semicondutores / Junções PN e NPN e Vygotsky	1
Semicondutores / Junções PN e NPN, Vygotsky e Softwares Educacionais	3
Apenas Tinkercad	2
Apenas Falstad	1
Design Thinking	0

Fonte: criada pelo autor, 2025

Os dados da tabela 1 mostra que há interesse crescente no uso de softwares educacionais no ensino de semicondutores, mas que a integração com referencial teórico sólido ainda é incipiente. A teoria de Vygotsky aparece em poucos trabalhos, e apenas dois estudos propõem uma articulação entre conteúdos conceituais, base teórica e recursos digitais. Não foi identificado nenhum trabalho que utilize explicitamente a metodologia do Design Thinking.

2.1 Breve análise de cada um dos trabalhos examinados

As dissertações analisadas foram organizadas conforme os conteúdos que apresentam relação direta com os temas abordados nesta pesquisa. Essa categorização permitiu identificar quais trabalhos dialogam de forma mais próxima com os eixos estruturantes da dissertação, tais como o estudo dos semicondutores, o uso de softwares educacionais, a abordagem pedagógica baseada na teoria de Vygotsky e a aplicação da metodologia Design Thinking. A divisão proposta visa evidenciar o grau de convergência temática entre as dissertações selecionadas e o foco central deste estudo, facilitando a análise das produções acadêmicas já existente no contexto investigado.

2.1.1 Trabalhos apenas sobre Semicondutores / Junções PN e NPN

Santos (2021), em sua dissertação intitulada “Sequências didáticas para o estudo de circuitos elétricos utilizando dispositivos semicondutores, uma abordagem direcionada à Educação Básica”, abordou o ensino de circuitos elétricos com foco em divisores de corrente e tensão e no uso de amplificadores operacionais com semicondutores, explorando a Lei de Ohm, associação de resistores e o comportamento desses materiais. Investigou a eficácia de sequências didáticas baseadas em experimentação prática, com kits de montagem, para promover o letramento científico e reduzir a abstração em turmas do 9.º ano do Ensino Fundamental e 3.º ano do Ensino Médio. A questão central foi se essa abordagem prática seria mais eficaz do que o uso de recursos como imagens, esboços ou simuladores. A metodologia foi uma pesquisa empírica experimental qualitativa com oficinas práticas e mediação dialógica. A fundamentação teórica baseou-se na pedagogia pragmática de Dewey e na perspectiva de letramento científico. Concluiu-se que a proposta favoreceu a compreensão conceitual, o engajamento e o protagonismo estudantil, com recomendações para aprofundar a abordagem sobre a natureza da ciência.

Rodrigues (2015) em seu trabalho discutiu conteúdos de Física dos semicondutores no Ensino Médio, como estrutura de bandas de energia, dopagem em silício e germânio, formação e polarização de junções p-n, caracterização elétrica de diodos (inclusive LEDs), circuitos

retificadores em ponte e o uso de capacitores como filtros. Investigou a eficácia de uma metodologia baseada em sucata eletrônica, com identificação de componentes, pesquisa de especificações, experimento de dopagem e montagem de fonte de corrente direta (DC), para aproximar estudantes do 3º ano do Ensino Médio dos conceitos de semicondutores e eletricidade. A questão norteadora foi como inserir esse tema de forma a melhorar o rendimento dos alunos, conciliando teoria e prática mesmo com infraestrutura limitada. A pesquisa, de caráter qualitativo e estruturada como relato de experiência, envolveu 16 horas-aula com sondagem diagnóstica, atividades práticas em laboratório, montagem de circuitos em protoboard e coleta de dados via observação, questionários, diário de campo, fotografias e gravações. O referencial teórico baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e na Teoria da Aprendizagem de Marco Antonio Moreira. Os resultados mostraram que a proposta favoreceu a construção significativa do conhecimento, com avanços nos questionários e maior motivação dos alunos, embora dificuldades como infraestrutura e domínio matemático ainda representem desafios.

2.1.2 Trabalhos sobre Semicondutores / Junções PN e NPN e Softwares Educacionais

Santo (2017) em sua dissertação, aprofundou o ensino de semicondutores no contexto da Física Moderna, abordando modelos de condução, teoria de bandas, dopagem, junção p-n e funcionamento de LEDs. Investigou-se a eficácia de uma sequência didática baseada na UEPS, associada à sala de aula invertida, para promover uma aprendizagem mais crítica e significativa. A partir do diagnóstico de que os alunos possuem conhecimentos superficiais sobre semicondutores, questionou-se como essa abordagem poderia suprir a falta de material instrucional. A metodologia envolveu cinco etapas, com atividades prévias em casa e discussões em sala, além do uso do simulador PHET para reforçar conceitos. A proposta fundamentou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Os resultados indicaram maior engajamento, uso adequado de conceitos e fortalecimento do aprendizado colaborativo, recomendando-se sua ampliação com foco na natureza da ciência.

O trabalho de Fazolo (2023) tratou de conteúdos da Física Moderna relacionados à condução elétrica em semicondutores, como dopagem, junção PN, LEDs, comparação com condutores e impactos ambientais e econômicos do uso de LEDs. Investigou-se como uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), apoiada na sala de aula invertida e nos eixos da Alfabetização Científica (AC), pode tornar o aprendizado mais significativo e suprir a falta de material instrucional. A metodologia incluiu a aplicação da SEI em duas turmas da 1.ª série do Ensino Médio, com análise qualitativa de anotações, produções escritas e gravações, organizadas

conforme os eixos da AC. O referencial teórico baseou-se em Sasseron e Carvalho, destacando o protagonismo estudantil. Foram utilizadas simulações da plataforma PHET para explorar conceitos de forma interativa. A aplicação mostrou-se eficaz, promovendo engajamento, argumentação científica e consciência sobre os impactos da tecnologia.

A dissertação de Alves (2017) abordou conteúdos de Física Moderna e Clássica, como ondulatória, modelo atômico de Bohr, teoria de bandas, semicondutores dopados, junção p-n e emissão de luz em LEDs. Fez uma investigação como uma Sequência Didática com dez momentos, envolvendo exposições teóricas, simulações computacionais e experimentos, pode favorecer a alfabetização científica e a aprendizagem significativa desses conceitos em turmas da 3.^a série do Ensino Médio. A pesquisa, de natureza qualitativa e investigativa, utilizou questionários, produções escritas e gravações, analisados conforme os eixos da alfabetização científica. A abordagem de aprendizagem foi por investigação científica, priorizando hipóteses, argumentação e mediação reflexiva. Utilizou simulações do PhET, como “Onda em uma Corda”, para apoiar o entendimento conceitual. A proposta mostrou-se eficaz ao engajar os alunos, ampliar o vocabulário científico e integrar teoria, simulação e prática no ensino de Física.

Campos (2016) em seu trabalho trouxe conceitos de Física Quântica aplicados a dispositivos semicondutores, como quantização de energia, dualidade onda-partícula, bandas em sólidos, dopagem, junção PN, efeito fotovoltaico e eletroluminescência, contextualizados em LEDs e células fotovoltaicas. Investigou-se a eficácia de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) na promoção da aprendizagem significativa desses tópicos de Física Moderna e Contemporânea em turmas do 3º ano do Ensino Médio, utilizando simulações, animações e mapas conceituais. A questão central foi compreender os desafios e possibilidades da aplicação da UEPS, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, para o ensino da FMC. A metodologia consistiu em uma abordagem qualitativa, com relato de experiência envolvendo aplicação da UEPS em uma escola pública de Serrinha-BA, análise de questionários e mapas conceituais segundo critérios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. O referencial teórico baseou-se na teoria de Ausubel e no modelo de UEPS de Marco Antonio Moreira. Utilizou-se uma simulação sobre estrutura de bandas, desenvolvida por um estudante de Engenharia, além de vídeos e animações em hipermídia. Campos concluiu que a UEPS favoreceu a aprendizagem significativa de conceitos quânticos, como evidenciado nos mapas conceituais e nos questionários, embora tenham sido observadas barreiras como a dificuldade de permanência dos alunos, apontando limitações e possibilidades para aprimoramentos futuros.

Em sua dissertação Reis (2019), apresentou conteúdos de Física dos Semicondutores e de Física Moderna e Contemporânea, como estrutura de bandas de energia, dopagem, junção p-n, efeito fotoelétrico e aplicações em LEDs em circuitos simples. Investigou como uma sequência didática baseada em baixo custo e no uso de simulações no Scratch poderia influenciar a compreensão e o engajamento dos alunos do 3º ano do Ensino Médio nesses temas. A questão central foi como abordar a Física dos Semicondutores de forma didática e inovadora, considerando a complexidade matemática envolvida. A metodologia, de caráter qualitativo e do tipo pesquisa-ação, foi aplicada a uma turma de 52 alunos de uma escola pública de Manaus, com coleta de dados via questionários físicos e online, gravações, fotografias, observação participante e diário de campo. O trabalho fundamentou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, com ênfase em organizadores prévios e reconciliação integrativa. Utilizou-se o Scratch como ambiente de simulação e programação visual para introduzir os conceitos e aplicar questionários. Os resultados mostraram evolução no desempenho dos alunos, tanto em questionários quanto na montagem de circuitos, além de maior motivação e compreensão quando os conteúdos foram contextualizados com o cotidiano e reforçados por simulações interativas.

Em sua dissertação Coelho (2015), propôs a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, como grandezas quantizadas, dualidade onda-partícula, efeitos fotoelétrico e fotovoltaico, emissão estimulada (LASER, LED, OLED) e bandas em semicondutores. Avaliou a aplicação de uma UEPS com três sequências didáticas e um texto de apoio, para promover a aprendizagem significativa desses conceitos em turmas do 3º ano, com base na teoria de Ausubel. A pesquisa, envolveu 30 aulas com 31 alunos, coleta de dados por questionários, mapas, textos, gravações e observações, analisando a estrutura cognitiva e a evolução nos acertos. Utilizou recursos como simulações do PhET (“Blackbody Spectrum”), vídeos e animações. Os resultados indicaram que o apoio institucional e a autonomia docente foram essenciais, e que a motivação dos alunos contribuiu para avanços conceituais, participação em debates e melhor organização de ideias, ainda que sem aprofundamento físico-matemático. A UEPS mostrou-se eficaz para aproximar os estudantes da FMC e estimular práticas pedagógicas inovadoras.

Santos (2020) trouxe em seu trabalho conceitos de Física dos semicondutores, como teoria de bandas, barreira de potencial em junções p-n, tensão de corte em LEDs, eletroluminescência e emissão de fótons. Avaliou a eficácia de uma unidade de ensino em duas etapas: organizador prévio no Algodoo e aula-demonstração com Arduino, para promover a compreensão ativa desses temas em alunos do 3º ano do Ensino Médio. A proposta,

fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e no ciclo de Previsão, Observação, Demonstração e Síntese (PODS), foi aplicada em quatro encontros com 32 alunos, utilizando questionários e observações como instrumentos de análise. Os softwares Algodoo e Arduino foram empregados para ilustrar o conceito de energia mínima e registrar a tensão de corte, respectivamente. Os resultados indicaram maior engajamento, articulação entre teoria e prática e avanços nas justificativas dos alunos, embora se ressalte a necessidade de aprofundamento dos conteúdos e os desafios relacionados à infraestrutura e tempo disponível.

Bandeira (2017) em sua dissertação trouxe tópicos de Física Moderna e Contemporânea, como efeito fotoelétrico, radiação de corpo negro, constante de Planck, dualidade onda-partícula e fundamentos de semicondutores (teoria de bandas, diodo, LED e LDR). Investigou-se a eficácia de oficinas experimentais com Arduino e componentes de baixo custo para introduzir esses temas no ensino médio profissionalizante, avaliando a preparação e motivação dos alunos. A questão levantada foi como inserir conteúdos de FMC de forma significativa e contextualizada, superando a rejeição à Física tradicional. A metodologia envolveu oficinas práticas com experimentos de iluminação, alarme e cálculo da constante de Planck, com coleta de dados via PLX-DAQ Spreadsheet e aplicação de questionários, analisados qualitativa e quantitativamente. O referencial teórico baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e em metodologias ativas, valorizando o protagonismo estudantil. Utilizou o software do Arduino Uno e do PLX-DAQ para aquisição e visualização de dados em tempo real. Os resultados mostraram que a proposta foi eficaz ao facilitar o aprendizado de FMC, aumentar a motivação dos alunos e oferecer uma alternativa acessível e replicável para o ensino de Física.

2.1.3 Trabalhos sobre Semicondutores / Junções PN e NPN, Softwares Educacionais e Tinkercad

Hadad (2018) em sua dissertação trouxe o estudo de ondas eletromagnéticas no ensino médio, incluindo definição, classificação, velocidade de propagação, frequência, comprimento de onda, amplitude e fundamentos do eletromagnetismo com base nas equações de Maxwell. Investigou-se a eficácia de uma proposta didática que combina animações com o software Winplot e atividades experimentais com a bobina de Tesla de estado sólido (SSTC) para promover a aprendizagem em turmas da 2ª e 3ª séries do Ensino Médio. A questão levantada foi como inserir esses conteúdos de forma significativa e contextualizada, superando sua abstração e aumentando o engajamento dos alunos. A metodologia envolveu aplicação de pré e pós-testes com questões objetivas baseadas na Sequência de Ensino Investigativa (SEI), exposição teórica, animações via Winplot e montagem da SSTC em protoboard simulada na plataforma Tinkercad,

com medições de voltagem e intensidade luminosa de lâmpadas fluorescentes. O referencial teórico baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, com foco nos subsunçores “força” e “campo”, e na SEI, que estimula a argumentação científica. O uso dos softwares Winplot e Tinkercad auxiliou na visualização e simulação dos fenômenos. Os resultados do pós-teste indicaram aprendizagem significativa, com mais de 60% de acertos em todas as questões, e alto índice de aprovação da proposta pelos alunos, demonstrando que a abordagem é viável, motivadora e de fácil replicação.

2.1.4 Trabalhos sobre Semicondutores / Junções PN e NPN e Vygotsky

Alves em sua dissertação nomeada “Materiais semicondutores: uma abordagem para o Ensino Médio” trouxe conteúdos de Física Moderna e Contemporânea com foco em materiais semicondutores, incluindo teoria de bandas (valência e condução), dopagem tipo P e N, funcionamento de diodos e LEDs, e suas aplicações tecnológicas. Investigou o processo de ensino-aprendizagem a partir do desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática com turmas do 3º ano do Ensino Médio, buscando articular o conteúdo programático com avanços tecnológicos e sociais. A questão central foi como inserir esses conceitos de forma significativa e contextualizada no currículo, superando a abstração e aproximando os alunos das tecnologias do cotidiano. A metodologia adotada foi uma pesquisa de caráter qualitativo, com a construção de uma sequência composta por sete atividades (discussões, vídeos, leitura de textos, maquetes e experimentos), aplicada em duas turmas da Escola Estadual Dom Delfim (MG), com coleta de dados via diário de campo e análise dos materiais produzidos pelos alunos. O referencial teórico baseou-se na teoria sociocultural de Vygotsky e em concepções construtivistas de aprendizagem significativa. Os resultados indicaram que a proposta favoreceu a articulação entre teoria e tecnologia, facilitando a compreensão dos conceitos e aumentando o interesse dos estudantes, além de gerar um material replicável e útil para professores que desejem inserir temas da FMC com relevância social e tecnológica.

2.1.5 Trabalhos sobre Semicondutores / Junções PN e NPN, Softwares Educacionais e Vygotsky

Em seu trabalho Cruz (2016) trouxe diversos conteúdos de Física aplicados à construção e uso de uma tela interativa, como espectro eletromagnético, reflexão e refração, equações de Maxwell, condução elétrica em sólidos, junção p-n, funcionamento de LEDs, circuitos elétricos (série e paralelo) e conceitos de pressão em prensas hidráulicas. Investigou-se, em duas etapas, a viabilidade de construir e calibrar uma tela interativa de baixo custo com controle de Nintendo

Wii® e componentes simples, e a eficácia de seu uso, por meio de um caderno pedagógico de iniciação em robótica e programação aplicada à Física, na aprendizagem e motivação de alunos do Ensino Médio. A questão central foi como essa construção pode atuar como tema gerador para uma abordagem sociointeracionista e significativa do ensino de Física. A metodologia consistiu em uma pesquisa qualitativa, com dois produtos principais: um tutorial para montagem da tela e um caderno de atividades com programação em BASIC 256 e LEGO Mindstorms NXT, aplicados em oficinas com turmas da 1ª série do Ensino Médio. O referencial teórico baseou-se na teoria sociointeracionista de Vygotsky e na aprendizagem significativa de Ausubel. Os softwares educacionais utilizados foram: Open Sankoré e WiimoteWhiteboard para anotações e calibração da tela interativa; Fritzing e Oregano para elaboração de diagramas de circuitos; o BASIC 256 para atividades de programação e cálculos em Física; o LEGO Mindstorms NXT 2.0 para simular e programar robótica aplicada à Física; o LibreOffice, Scribus e GIMP para diagramação e edição dos materiais didáticos. Os resultados mostraram que a construção colaborativa da tela interativa promoveu engajamento, facilitou a compreensão de conceitos abstratos e aumentou a motivação dos alunos, demonstrando ser uma proposta viável, flexível e replicável em diferentes contextos educacionais.

Brito (2017) abordou em sua dissertação conteúdos de Física Moderna e Contemporânea e eletrônica básica, como noções de mecânica quântica, efeito fotoelétrico, energia solar, efeito fotovoltaico, circuitos e sensores. Investigou-se a viabilidade e os impactos de uma proposta de “ensino pela pesquisa” na educação básica, por meio da criação de um Comitê Científico que desenvolveu um projeto de “Smart Home” com Arduino, articulando o ensino de Física com o desenvolvimento de competências investigativas e colaborativas. A questão central foi como a estruturação de um grupo de pesquisa escolar, com aulas teóricas e práticas, pode promover aprendizagem significativa e despertar motivação científica. A metodologia, de abordagem qualitativa, envolveu encontros semanais, aulas expositivas, oficinas práticas, pré-teste, diário de campo, entrevistas e avaliação em feiras de ciências. O referencial teórico combinou a Aprendizagem Significativa de Ausubel, a Teoria da Mediação de Vygotsky e a Abordagem Humanista de Rogers. Utilizou softwares como a IDE do Arduino, Fritzing e MIT App Inventor 2. Os resultados indicaram alta motivação, desenvolvimento de autonomia e reconhecimento externo com menção honrosa em feira científica, mostrando que a proposta é viável, replicável e eficaz para integrar pesquisa e ensino de Física na educação básica.

Freitas (2016) em seu trabalho desenvolveu e aplicou o Produto Educacional “O Fóton em Foco” em quatro turmas do Ensino Médio, com o objetivo de avaliar se oficinas experimentais com simulações e circuitos de baixo custo facilitam o acesso aos conceitos da

Física Moderna na Educação Básica. Trabalhou interações da luz com a matéria no contexto da Física Moderna e Contemporânea, com foco no efeito fotoelétrico, conceito de fóton, fotoemissão em LEDs e sensoramento por fotodiodos. A questão central foi como inserir, de forma significativa e contextualizada, tópicos como o fóton e suas interações com a matéria, superando a abstração e ampliando o engajamento dos alunos. A metodologia qualitativa envolveu uma unidade didática de quatro aulas com atividades investigativas, simulação computacional do efeito fotoelétrico, montagem de circuitos com LEDs, testes com fotodiodos e análise dos dados por observação e questionários. O referencial teórico baseou-se nas teorias de Ausubel, com foco em subsunçores e organizadores prévios, e de Vygotsky, com ênfase na mediação social e zona de desenvolvimento proximal. Utilizou-se o aplicativo Efeito Fotoelétrico como software educacional para simulações investigativas. Os resultados indicaram aprendizagem significativa, maior motivação dos alunos e viabilidade da proposta, que mostrou ser de baixo custo, replicável e eficaz na aproximação dos estudantes com conceitos atuais da Física.

2.1.6 Trabalhos apenas sobre Tinkercad

Andrade Filho (2020) trouxe em sua dissertação dois eixos principais da Física: calor específico de substâncias, com base na Lei de Resfriamento de Newton e nos modelos de Einstein e Debye, e semicondutividade e fotoresistividade, por meio da análise do comportamento elétrico de sensores LDR e de temperatura em circuitos com Arduino, aplicando também a Lei de Ohm. Investigou a eficácia de uma proposta de ensino híbrido, com rotação entre laboratórios e uso de Ambiente Virtual de Aprendizagem (Google Classroom), associada ao uso de Arduino e ferramentas de simulação, para tornar esses conteúdos mais acessíveis e promover maior interação, autonomia e compreensão por parte dos alunos do 3º ano do Ensino Médio. A questão central foi como uma sequência didática híbrida, mediada por recursos como Arduino, Tinkercad e Hackeduca, pode tornar os estudos de calor específico e semicondutividade mais significativos e motivadores. A metodologia, de caráter qualitativo, envolveu a aplicação de uma sequência de dez aulas divididas em três estações (informática, ciências e AVA), com experimentos práticos sobre calor específico do alumínio e medições com LDRs, além de animações criadas pelos alunos. A coleta de dados ocorreu por diários de campo, monitor serial, produções dos alunos e observações de engajamento. O referencial teórico combinou o construtivismo/construcionismo de Piaget e Papert com o ensino híbrido, enfatizando a construção ativa do conhecimento e o protagonismo estudantil. Foram utilizados softwares como Google Classroom, Tinkercad, Hackeduca, Fritzing, Arduino IDE e Scratch. Os

resultados mostraram que a abordagem híbrida com simulações e experimentos é viável, aumenta o engajamento e a autonomia dos alunos, e favorece a compreensão dos conteúdos, sendo replicável em diferentes contextos escolares.

A dissertação de Sousa (2021) discutiu temas de eletrodinâmica com foco em circuitos elétricos resistivos, explorando conceitos como corrente elétrica, condutores e isolantes, efeitos da corrente (térmico, magnético e fisiológico), Lei de Ohm e associações de resistores em série, paralelo e mista. Investigou-se a eficiência de uma sequência didática aplicada à 3ª série do Ensino Médio, utilizando simulações na plataforma Tinkercad Arduino para apoiar o ensino desses conteúdos, com ênfase nos ganhos de compreensão e resolução de questões. A questão central foi avaliar a eficácia do uso de circuitos simulados como recurso didático em aulas de eletrodinâmica. A metodologia, de abordagem qualitativa, incluiu 13 horas/aula com aulas expositivas, experimentos simulados, pré e pós-testes, além de coleta de dados por questionários, diários de campo e análise das produções dos alunos. A proposta fundamentou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, considerando os conhecimentos prévios como base para novas aprendizagens. O Tinkercad Arduino foram utilizados como softwares Educacionais para simulações interativas e de baixo custo. Os resultados demonstraram avanços significativos na aprendizagem, aumento do interesse e da motivação dos alunos, além da viabilidade e replicabilidade da proposta, ressaltando-se, porém, a importância da mediação contínua do professor para otimizar os resultados.

2.1.7 Trabalho apenas sobre Falstad

O trabalho de Marinho (2020) explorou a aplicação de sistemas dinâmicos não lineares e da Teoria do Caos em circuitos elétricos, abordando conceitos como sensibilidade a condições iniciais, mapa logístico, atrator de Lorenz, circuito de Chua e componentes de circuito (R, L, C) com equações diferenciais associadas a não linearidades e distorção harmônica. Investigou-se como a inserção desses conteúdos, ainda ausentes na matriz do Ensino Médio, pode ser realizada em aulas de eletricidade com o uso de simulações no Falstad, possibilitando a contextualização do caos e a aproximação entre teoria e realidade dos alunos. A pesquisa, de abordagem quali-quantitativa, utilizou uma sequência didática fundamentada no Alinhamento Construtivo e na Taxonomia SOLO, com aplicação de testes, questionários e análise de conteúdos. O referencial teórico de aprendizagem fundamenta-se na aprendizagem por descoberta e no currículo em espiral de Jerome Bruner, que prevê a retomada progressiva dos conceitos com maior complexidade. Adota também o Alinhamento Construtivo de John Biggs, que propõe a coerência entre objetivos, atividades e avaliação. Complementarmente, utiliza a Taxonomia SOLO, de

Biggs e Collis, que descreve a evolução da compreensão dos alunos, diferenciando entre aprendizagens superficiais e profundas. O uso do Falstad permitiu simular circuitos e visualizar modelagens em tempo real. Os resultados indicaram que a abordagem aumentou o engajamento, reduziu dúvidas e promoveu aprendizagem significativa, com potencial de integrar conteúdos avançados de forma interdisciplinar e contextualizada no Ensino Médio.

2.2 Lacunas e relevância da pesquisa

A ausência de estudos que integrem, de forma articulada, os temas de semicondutores, a teoria de Vygotsky, o uso de Softwares Educacionais e a abordagem do Design Thinking evidencia uma lacuna significativa na literatura analisada. Embora algumas propostas já façam uso de recursos digitais, essas iniciativas geralmente não apresentam um projeto pedagógico coerente que combine fundamentos teóricos sólidos com metodologias inovadoras voltadas à construção ativa do conhecimento.

A teoria de Vygotsky, ao enfatizar a mediação social e a linguagem como ferramentas para o desenvolvimento cognitivo, oferece bases essenciais para práticas educativas que valorizam a interação, a colaboração e o papel ativo do aluno na construção de significados. Conceitos como a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e a importância do outro mais experiente (professor ou colega) indicam caminhos para um ensino mais humanizado, dialógico e responsivo às necessidades reais dos estudantes.

Quando integrada ao uso de Softwares Educacionais, essa perspectiva permite que o professor atue como mediador entre o conhecimento científico e as experiências prévias do aluno, potencializando a aprendizagem significativa. O Design Thinking, por sua vez, contribui com uma metodologia que estimula o pensamento crítico, a empatia e a resolução de problemas autênticos, promovendo uma abordagem centrada no estudante.

A ausência dessa articulação entre Vygotsky, tecnologia e metodologias ativas no acervo do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) reforça a originalidade e a relevância da proposta desta dissertação. Ao buscar integrar teoria, prática e tecnologia por meio de uma abordagem pedagógica colaborativa, esta pesquisa propõe uma contribuição inédita ao campo do ensino de Física, especialmente ao propor o uso de ferramentas digitais acessíveis para o desenvolvimento de competências científicas alinhadas aos desafios da educação contemporânea.

Capítulo 3: Fundamentos da Física dos Semicondutores

3.1 Introdução aos semicondutores

Os semicondutores representam um dos pilares fundamentais da tecnologia moderna, estando no centro de inúmeras inovações que definem o mundo contemporâneo. Esses materiais possuem características únicas que os tornam indispensáveis em uma vasta gama de aplicações, desde microprocessadores em computadores e smartphones até células solares em painéis de energia renovável.

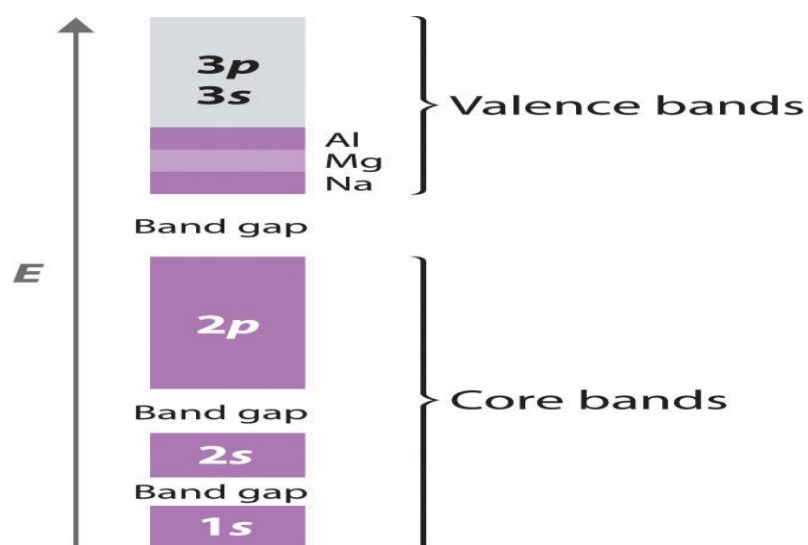
Existem alguns tipos de classificação de materiais para condutores, isolantes, semicondutores e supercondutores.

Os materiais podem ser classificados de acordo com a facilidade com a qual as cargas elétricas se movem no seu interior. Nos condutores, como o cobre dos fios elétricos, o corpo humano e a água de torneira, as cargas elétricas se movem com facilidade. Nos não condutores, também conhecidos como isolantes, como os plásticos do isolamento dos fios, a borracha, o vidro e a água destilada, as cargas não se movem. **Os semicondutores, como o silício e o germânio, possuem propriedades elétricas intermediárias entre as dos condutores e as dos não condutores.** Os supercondutores são condutores perfeitos, materiais nos quais as cargas se movem sem encontrar nenhuma resistência. (HALLIDAY, 2012, p. 3)

Um condutor elétrico é um material que permite a passagem de corrente elétrica com facilidade. Isso ocorre porque os condutores possuem elétrons livres ou elétrons de condução que podem se mover livremente através da estrutura do material. Esses elétrons são responsáveis pela condução da corrente elétrica. Swart define que:

“condutores: são materiais caracterizados por terem sua última banda não totalmente preenchida (como Na, Al) ou, ainda, por apresentarem sua última banda totalmente preenchida, mas com uma sobreposição com a banda seguinte (caso do Mg)”. (SWART, 2008, p.137).

A figura 1 ilustra a estrutura de bandas dos metais do período 3: Na, Mg e Al, essa representação destaca como as bandas derivadas dos orbitais 3s e 3p se sobrepõem, criando uma faixa contínua de níveis de energia disponíveis para condução elétrica.

Figura 1 – Estrutura de bandas dos metais do período 3: Na, Mg e Al

Fonte: Chem LibreTexts, 2025

Os metais são exemplos clássicos de condutores, como cobre, alumínio e prata. Os condutores têm baixa resistividade, possuem uma abundância de elétrons livres que facilitam a condução e são amplamente usados em fiação elétrica, circuitos eletrônicos e componentes como resistores e capacitores.

Por outro lado, um isolante elétrico é um material que não permite a passagem de corrente elétrica com facilidade. Nos isolantes, os elétrons estão fortemente ligados aos átomos e não são livres para se mover, a definição de isolantes apresentada por Swart (2008, p.138) é, “isolante: são materiais que tem sua última banda, chamada de valência, totalmente preenchida, sem sobreposição com a banda de energia seguinte, e que têm, além disso, uma banda proibida de valor considerável”.

Isolantes: possuem banda proibida grandes, geralmente:

$$E_g > 4 \text{ e V}$$

Vidro (SiO_2): $E_g \approx 9 \text{ e V}$

Diamante (C): $E_g \approx 5,5 \text{ e V}$

Fluoreto de magnésio (MgF_2): $E_g \approx 12 \text{ e V}$

Semicondutores: apresentam banda proibida intermediários, tipicamente entre:

$$0,1 \text{ e V} \leq E_g \leq 3 \text{ e V}$$

Germânio (Ge): $E_g \approx 0,66 \text{ e V}$

Silício (Si): $E_g \approx 1,1 \text{ e V}$

Arseneto de gálio (GaAs): $E_g \approx 1,42 \text{ e V}$

Condutores (metais): não possuem gap, pois a banda de valência e a de condução se sobrepõem. Portanto, quando Swart (2008) afirma que isolantes possuem uma “banda de energia

proibida de valor considerável”, está se referindo a valores superiores a 4 eV, que tornam praticamente impossível a excitação de elétrons para a banda de condução em condições normais de temperatura e pressão.

Exemplos de isolantes incluem vidro, plástico, borracha e cerâmica. Os isolantes têm alta resistividade, os elétrons estão firmemente ligados aos seus átomos, impedindo a condução, e são usados para revestir fios elétricos, em componentes de segurança elétrica e em isoladores de alta tensão.

As diferenças fundamentais entre condutores e isolantes incluem a resistência elétrica, onde os condutores têm baixa resistência e os isolantes têm alta resistência; Nos condutores, os elétrons de condução possuem alta mobilidade, podendo se deslocar sob a ação de um campo elétrico. Entretanto, esse movimento não é totalmente livre, pois os elétrons sofrem espalhamentos na rede cristalina, o que gera resistência elétrica e explica o aquecimento do material pela passagem de correntes elétrica. Esses conceitos são fundamentais na física e na engenharia elétrica, influenciando o design e a aplicação de materiais em sistemas eletrônicos e elétricos.

O estudo dos semicondutores remonta ao início do século XX, com o desenvolvimento da mecânica quântica e a teoria dos sólidos. Inicialmente, os semicondutores eram um tópico de interesse puramente acadêmico, mas com a invenção do transistor em 1947, sua importância prática tornou-se inquestionável. Esta invenção marcou o início da era dos semicondutores e revolucionou o campo da eletrônica, levando ao desenvolvimento de circuitos integrados e à miniaturização de dispositivos eletrônicos. A figura 2 é a parte da tabela periódica que representa os elementos químicos com propriedades semicondutoras.

Figura 2 – Elementos químicos dos semicondutores

	5 B Boro 10,81	6 C Carbono 12,011	7 N Azoto 14,007	8 O Oxigênio 15,999
	13 Al Alumínio 26,982	14 Si Silício 28,085	15 P Fósforo 30,974	16 S Enxofre 32,06
30 Zn Zinco 65,38	31 Ga Gálio 69,723	32 Ge Germânio 72,630	33 As Arsênio 74,922	34 Se Selênio 78,971
48 Cd Cádmio 112,41	49 In Índio 114,82	50 Sn Estanho 118,71	51 Sb Antimônio 121,76	52 Te Telúrio 127,60

A singularidade dos semicondutores reside na sua capacidade de conduzir eletricidade sob certas condições, situando-se entre os condutores (como metais) e isolantes (como vidro), como define Swart.

“Semicondutores: são um caso particular de materiais isolantes, cuja única diferença é a magnitude da banda proibida de energia do seu diagrama de bandas. Se esta for menor ou até a ordem de 3 eV, podemos classificar o material como semicondutor, mas, se for maior que esse valor, nós o classificamos como isolantes”. (SWART, 2008, p. 138).¹

Nos semicondutores puros, chamados intrínsecos, todos os elétrons estão ligados aos átomos por meio de ligações covalentes. Isso faz com que o material se comporte quase como um isolante. No entanto, quando recebe energia seja pelo aquecimento, pela aplicação de um campo elétrico ou até pela incidência de luz alguns elétrons conseguem se desprender dessas ligações e passar para a banda de condução. Ao fazer isso, deixam para trás uma “lacuna”, chamada de buracos, que pode ser ocupada por outro elétron vizinho. Dessa forma, tanto os elétrons livres quanto os buracos passam a se mover pelo cristal e, juntos, são responsáveis pela condução elétrica. Assim, a capacidade de conduzir corrente nos semicondutores intrínsecos depende diretamente de fatores externos como a temperatura ou a presença de campos aplicados.

A dopagem, processo de adicionar impurezas controladas ao material semicondutor, permite a criação de semicondutores extrínsecos, que têm suas propriedades elétricas significativamente alteradas, conforme afirma Halliday.

“O silício puro possui uma resistividade tão alta que se comporta quase como um isolante e, portanto, não tem muita utilidade em circuitos eletrônicos. Entretanto, essa resistividade pode ser reduzida de forma controlada pela adição de certas “impurezas”, um processo conhecido como **dopagem**”. (HALLIDAY, 2012, p.147).

Dependendo do tipo de impureza adicionada, os semicondutores podem ser classificados como tipo-n com excesso de elétron ou, tipo-p com excesso de buracos, o que é importante para a criação de dispositivos como diodos e transistores, segundo Halliday.

“Um semicondutor tem as mesmas propriedades que um isolante, *exceto* pelo fato de que a energia necessária para liberar alguns elétrons é um pouco menor. O mais importante, porém, é que a dopagem pode fornecer elétrons ou buracos (déficits de elétrons que se comportam como portadores de carga positivos) que estão fracamente presos aos átomos e, por isso, conduzem corrente com facilidade. Através da dopagem, podemos controlar a concentração dos portadores de carga e assim modificar as propriedades elétricas dos semicondutores. Quase todos os dispositivos semicondutores, como transistores e diodos, são produzi-

¹ Existem os semicondutores de gap largo (maior que 5eV), como os nitretos (BN, AlN), além de óxidos (TiO₂, SnO₂, ZnO), com gap entre 3,4 e 3,6eV.

dos a partir da dopagem de diferentes regiões de um substrato de silício com diferentes tipos de impurezas”. (HALLIDAY, 2012, p. 148).

Embora possam parecer simples, os semicondutores envolvem princípios da física quântica e da mecânica estatística, mesmo diante desse conteúdos, é importante para os estudantes do ensino médio, mesmo em um nível introdutório ter contato com esse conteúdo, pois vivemos em uma sociedade cada vez mais tecnológica, onde compreender o funcionamento dos dispositivos do cotidiano contribui para uma formação mais crítica e conectada com a realidade, também fornece uma base sólida para futuras carreiras em ciência e tecnologia, como enfatiza a Base Nacional Comum Curricular (BNCC),

A sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico. Da metalurgia, que produziu ferramentas e armas, passando por máquinas e motores automatizados, até os atuais chips **semicondutores**, ciência e tecnologia vêm se desenvolvendo de forma integrada com os modos de vida que as diversas sociedades humanas organizaram ao longo da história. (BRASIL, 2018, p. 321)

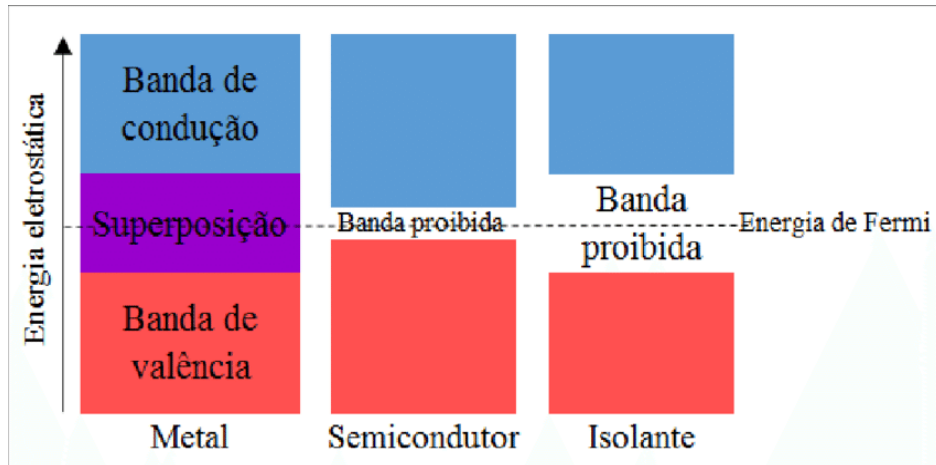
Além disso, ao explorar esses conceitos, os alunos desenvolvem habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas, fundamentais para o sucesso em diversas áreas profissionais e acadêmicas.

3.2 Estrutura da banda de energia dos semicondutores

Para compreender o que é uma banda de energia, imagine que os elétrons dentro de um material se organizam como se estivessem subindo os degraus de uma escada de energia. Cada degrau representa um conjunto de níveis onde os elétrons podem estar, e quando esses níveis se agrupam, formam as chamadas bandas de energia. Entre essas bandas, existem regiões chamadas lacunas de energia, onde os elétrons não podem existir. A forma como os elétrons se distribuem entre as bandas e as lacunas determina a capacidade do material de conduzir eletricidade, definindo se ele se comporta como condutor, semicondutor ou isolante.

A Figura 3 representa as bandas de energia em metais, semicondutores, isolantes e a energia de Fermi que é um conceito fundamental na física do estado sólido, especialmente importante para entender o comportamento dos elétrons em materiais como metais, semicondutores e isolantes. A energia de Fermi é a maior energia que um elétron pode ter em um material no estado fundamental, ou seja, a 0 K.

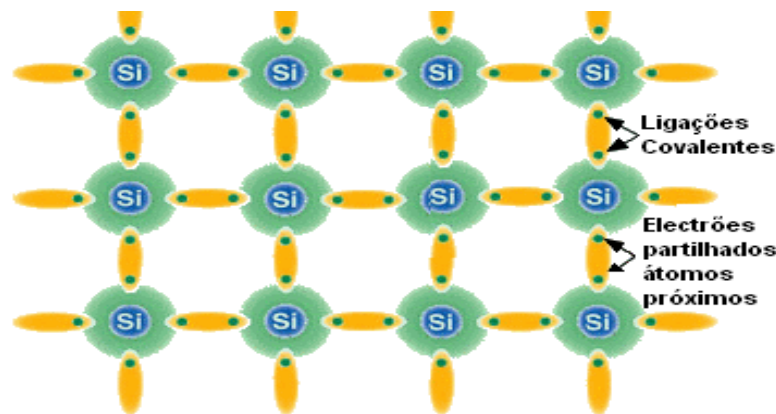
Figura 3 - Representação das bandas de energia em metais, semicondutores e isolantes



Fonte: Correia et al., 2017, p. 3

Os semicondutores, apresentam-se geralmente como cristais com estrutura atômica altamente ordenada. Essa organização cristalina é fundamental para suas propriedades elétricas. O silício, por exemplo, que é o semicondutor mais utilizado na indústria, cristaliza em uma rede cúbica de diamante, derivada da rede cúbica de face centrada (FCC). Esta estrutura específica influencia diretamente a maneira como os elétrons estão distribuídos e como eles se comportam quando submetidos a diferentes condições externas, como a aplicação de calor, campos elétricos ou pressão. A Figura 4 representa as ligações covalentes às quais os átomos de silício estão submetidos para formar a estrutura cristalina. Cada átomo compartilha seus quatro elétrons de valência com átomos vizinhos, criando uma rede ordenada e estável que caracteriza o silício cristalino.

Figura 4 - Ligações Covalentes

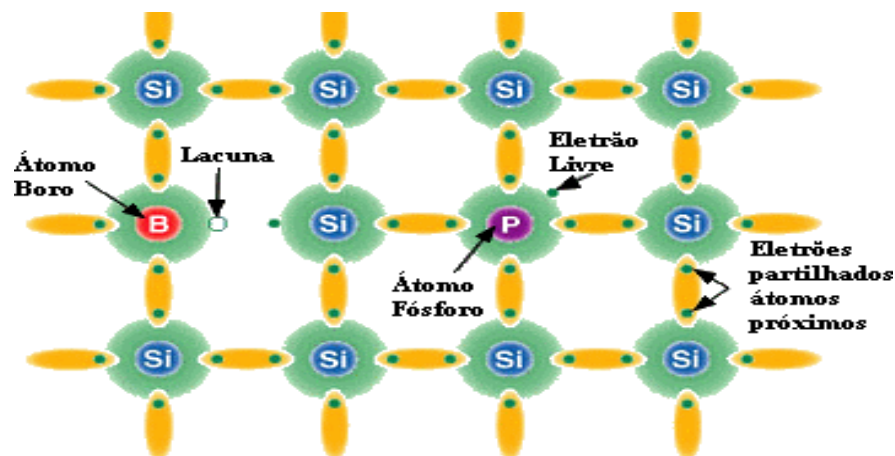


Fonte: Eletronica PT, 2024

A física dos semicondutores se baseia na Teoria da Banda de Energia, que classifica os elétrons em níveis de energia. Estes níveis formam duas bandas principais, a banda de valência, onde estão os elétrons ligados aos átomos), e a banda de condução, onde os elétrons podem mover-se livremente, conduzindo eletricidade. O espaço entre essas bandas é conhecido como banda proibida ou gap de energia. O tamanho dessa banda proibida determina se um material será condutor, isolante ou semiconductor, influenciando diretamente suas propriedades elétricas e ópticas.

Dependendo do tipo de dopante utilizado, é possível criar semicondutores tipo-n, com elétrons em excesso, ou tipo-p, com uma abundância de buracos (ausências de elétrons). A Figura 4 representa dopagem de semicondutores. A Figura 5 representa dopagem de semicondutores em ambos os casos de dopagem do tipo P e tipo N.

Figura 5 - Tipos de dopagem em semicondutores



Fonte: Eletrônica PT, 2024

3.3 Conceitos detalhados da estrutura da banda de energia dos semicondutores

Nos semicondutores, a banda de valência corresponde ao conjunto de estados de energia ocupados pelos elétrons ligados aos átomos. Nessa região, os elétrons permanecem presos às ligações químicas e, portanto, não participam diretamente do processo de condução elétrica. Por outro lado, a banda de condução corresponde a estados de energia mais elevados, nos quais os elétrons podem se movimentar livremente, facilitando a condução de corrente elétrica. A transição de elétrons da banda de valência para a banda de condução pode ocorrer quando o material recebe energia suficiente, seja na forma de aquecimento térmico ou pela absorção/emissão de fótons.

Entendendo a Banda Proibida ou gap de energia, é fundamental para determinar o comportamento elétrico de um material. Para semicondutores como o silício, o gap de energia é

suficientemente pequeno para permitir que alguns elétrons ganhem energia suficiente, por exemplo, através do calor para saltar da banda de valência para a banda de condução. Esta propriedade é descrita pela seguinte equação, que relaciona a banda proibida com a temperatura:

$$E_{gap}(T) = E_{gap}(0) - \frac{\alpha T^2}{T + \beta} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

- T é a temperatura absoluta.
- $E_{gap}(T)$ é a energia da banda proibida a uma temperatura T (em Kelvin).
- $E_{gap}(0)$ é a energia da banda proibida a 0K.
- α é o coeficiente que determina a taxa de diminuição do gap de energia com o aumento da temperatura, influenciando diretamente a curvatura da função em relação ao quadrado da temperatura.
- β atua como um ajuste térmico no denominador, ajudando a moderar o efeito da temperatura, especialmente em temperaturas mais altas.
- α e β são parâmetros adimensionais.

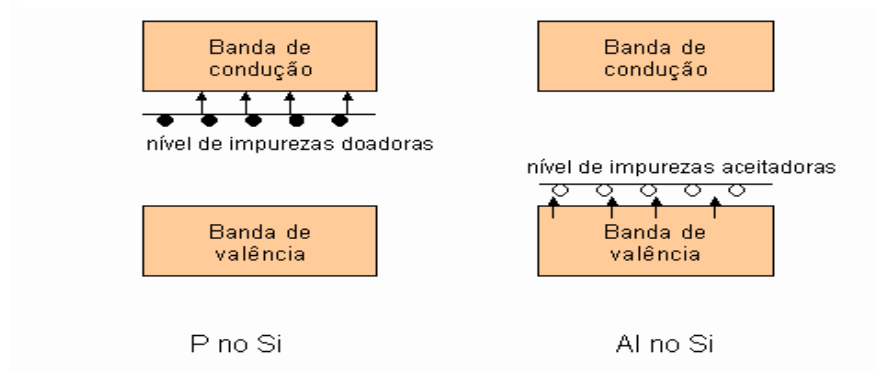
A equação 1 é a chamada Equação de Varshni, muito usada em Física do Estado Sólido e Ciência dos Materiais para descrever a dependência da energia de gap (E_{gap}) com a temperatura em semicondutores. A interpretação física da equação é que à medida que a temperatura aumenta, os átomos do cristal vibram mais intensamente. Essas vibrações afetam a interação eletrônica, reduzindo o valor do gap de energia. A equação mostra que $E_{gap}(T)$ diminui monotonamente com T. Essa equação é empírica, ou seja, foi obtida a partir de ajustes experimentais de dados de variação do gap com a temperatura, portanto não deriva de primeira-princípios rigorosos da Mecânica Quântica, Mas é baseada em argumentos físicos e ajustada experimentalmente para cada material, ou seja, é empírica com a finalidade de modelar a variação da energia de gap E_{gap} com a temperatura em semicondutores.

Esta equação modela como a energia da banda proibida em semicondutores varia com a temperatura. À medida que a temperatura aumenta, a energia da banda proibida diminui devido às vibrações da rede cristalina, afetando os estados eletrônicos do material. O termo $\frac{\alpha T^2}{T + \beta}$ detalha a diminuição não linear da energia da banda proibida com o aumento da temperatura, sendo particularmente relevante para o design e análise de dispositivos semicondutores, pois influencia diretamente suas propriedades eletrônicas e ópticas.

A dopagem é realizada para alterar intencionalmente a condutividade elétrica de um semicondutor. Ao adicionar impurezas dopantes, pode-se criar estados de energia adicionais

dentro da banda proibida. No caso de semicondutores tipo-n, a dopagem com átomos que têm mais elétrons de valência do que o material base cria níveis de energia adicionais perto da banda de condução, facilitando a movimentação de mais elétrons para a banda de condução. Inversamente, a dopagem tipo-p introduz estados de energia perto da banda de valência, permitindo que os buracos se movam mais facilmente. A Figura 6 representa as bandas de valência e de condução nos semicondutores.

Figura 6 - Bandas de valência e de condução nos semicondutores



Fonte: University of Delaware, 2024

3.4 Tipos de semicondutores: Tipo-n e Tipo-p e combinações

A classificação dos semicondutores em tipo-n e tipo-p é um aspecto fundamental para entender a sua funcionalidade e aplicação em dispositivos eletrônicos. O processo de dopagem é o que diferencia um semiconductor tipo-n de um tipo-p. Um semiconductor tipo-n é criado adicionando impurezas, essas impurezas, introduzem elétrons extras no material, em um semiconductor tipo-n, portanto, os elétrons são os portadores de carga dominantes, como afirma Hallyday.

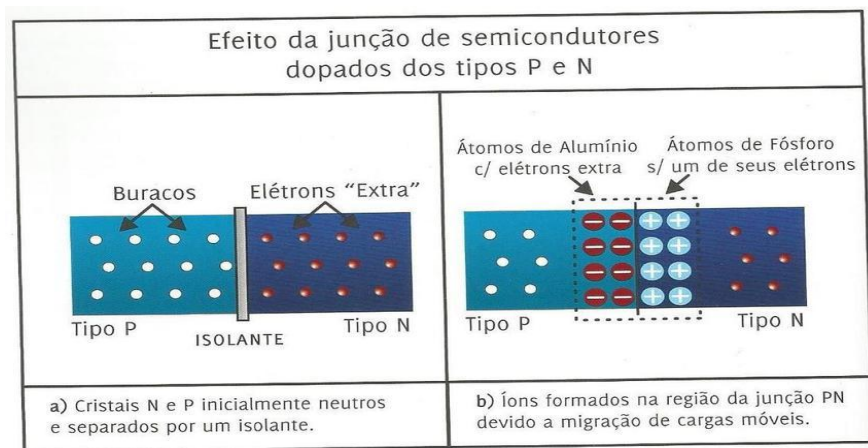
Os semicondutores dopados com átomos doadores são chamados de **semicondutores tipo n**; o *n* vem de *negativo*, para indicar que os portadores de carga negativos (elétrons) da banda de condução (elétrons já existentes mais elétrons provenientes dos átomos doadores) são mais numerosos que os buracos da banda de valência. Nos semicondutores tipo *n*, os elétrons são os **portadores em maioria** e os buracos são os **portadores em minoria**. (HALLYDAY, 2012, p.281)

Por outro lado, um semiconductor tipo-p é formado pela adição de impurezas que têm menos elétrons de valência em comparação com o material base. Estas impurezas, chamadas de dopantes aceitadores, criam buracos que são os portadores de carga majoritários, segundo Hallyday.

Os semicondutores dopados com átomos aceitadores são chamados de **semicondutores do tipo p**; o p vem de *positivo*, para indicar que os portadores de carga positivos (buracos) da banda de valência (buracos já existentes mais buracos criados pelos átomos aceitadores) são mais numerosos que os elétrons da banda de condução. Nos semicondutores tipo p, os buracos são portadores em maioria e os elétrons são os portadores em minoria. (HALLYDAY, 2012, p.282)

A combinação de materiais semicondutores tipo-n e tipo-p cria uma junção p-n, fundamental para a operação de uma vasta gama de dispositivos eletrônicos, incluindo diodos e transistores, conforme afirma Hallyday (2012, p.283), “a junção p-n é um cristal semiconductor que foi dopado em uma região com uma impureza doadora e uma região vizinha com uma impureza aceitadora”. A Figura 7 mostra o efeito da Junção de semicondutores dopados dos tipos P e N.

Figura 7 - Efeito da Junção de semicondutores dopados dos tipos P e N



Fonte: PAULA et al., 2011, pág.128

A junção p-n é essencial para controlar o fluxo de corrente elétrica, sendo fundamental na funcionalidade de circuitos integrados, sensores e sistemas de energia solar.

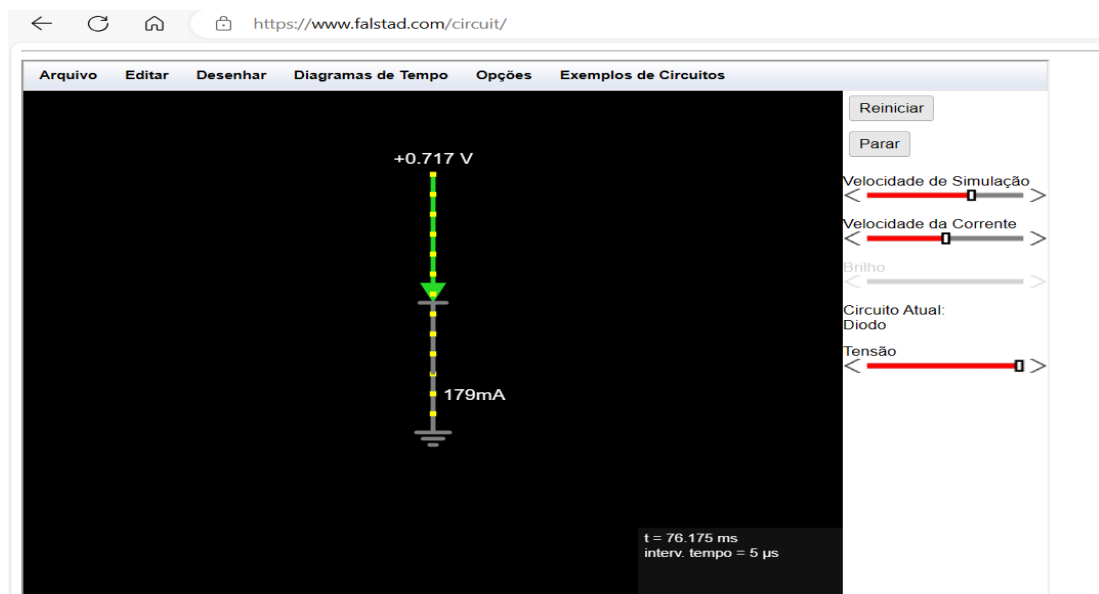
3.5 O que é um diodo e como funciona?

Um diodo é um dispositivo semiconductor que permite a passagem de corrente elétrica em apenas um sentido. Ele possui dois terminais: o anodo que é o terminal pelo qual a corrente entra no diodo, e o catodo que é o terminal pelo qual a corrente sai do diodo. A característica mais notável de um diodo é a sua capacidade de conduzir corrente elétrica num único sentido, comportamento conhecido como retificação. Um diodo é um componente eletrônico

fundamental, utilizado em uma variedade de aplicações, desde a retificação de corrente até a regulação de tensão.

O diodo é feito de material semicondutor, geralmente silício ou germânio, tratado para criar uma junção P-N, a Figura 8 é a representação do diodo feita no software Falstad. Esta junção é formada pela dopagem de duas regiões adjacentes de um cristal semicondutor com impurezas que produzem excesso de portadores de carga positiva (buracos) em uma região (tipo P) e excesso de portadores de carga negativa (elétrons) em outra região (tipo N).²

Figura 8 - Imagem da representação do diodo no Falstad



Fonte: Falstad, 2024

Funcionamento do diodo

- **Polarização Direta:** quando o ânodo (P) é ligado ao polo positivo da fonte e o cátodo (N) ao polo negativo. Essa configuração reduz a barreira de potencial da junção, permitindo que os portadores majoritários atravessem a região de depleção. A corrente elétrica passa a fluir de forma significativa quando a tensão aplicada atinge o valor limiar característico do material ($\approx 0,7$ V para o silício e $\approx 0,3$ V para o germânio).
- **Polarização Reversa:** quando o anodo é conectado ao polo negativo e o catodo ao polo positivo, a junção P-N é polarizada inversamente. Isso aumenta a barreira de potencial,

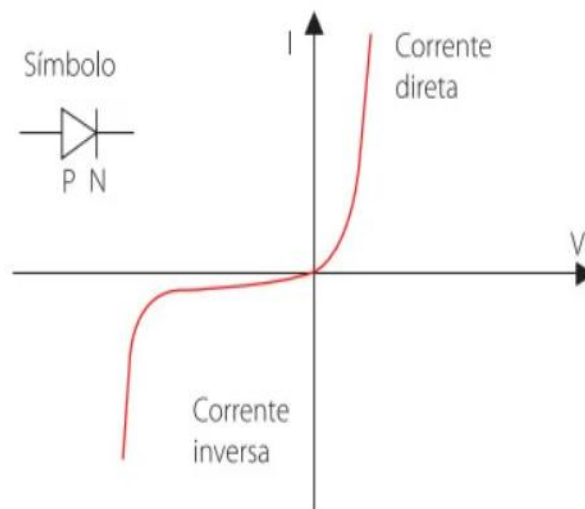
² A simulação apresenta um comportamento exponencial no aumento da corrente. O programa apresenta baixas correntes abaixo do potencial de avalanche (ordem dos microA ou nanoA).

impedindo a passagem de corrente, exceto em condições de tensão extremamente alta, onde pode ocorrer a ruptura da barreira, fenômeno conhecido como ruptura de avalanche.

Características do diodo

- **Curva Característica:** Observa-se que, em polarização reversa (tensões negativas), a corrente é praticamente nula, limitada apenas a uma pequena corrente de fuga; já em polarização direta (tensões positivas), a corrente permanece quase zero até atingir a tensão limiar, em torno de 0,7 V para o silício e 0,3 V para o germânio. A partir desse ponto, a barreira de potencial da junção é vencida e a corrente cresce de forma exponencial, evidenciando o comportamento não linear do diodo, que bloqueia a corrente em um sentido e conduz intensamente no outro. A Figura 9 é o gráfico que representa a curva $I \times V$ de um diodo, o eixo horizontal (V) representa a tensão aplicada ao diodo, o eixo vertical (I) representa a corrente elétrica que circula pelo diodo. A curva vermelha mostra o comportamento do diodo sob diferentes tensões.

Figura 9 – Gráfico da representação da curva $I \times V$ de um diodo



Fonte: Revista o electricista, 2025

- **Resposta Rápida:** os diodos respondem muito rapidamente às mudanças de tensão, o que os torna ideais para aplicações que requerem alta velocidade de comutação.

Aplicações comuns

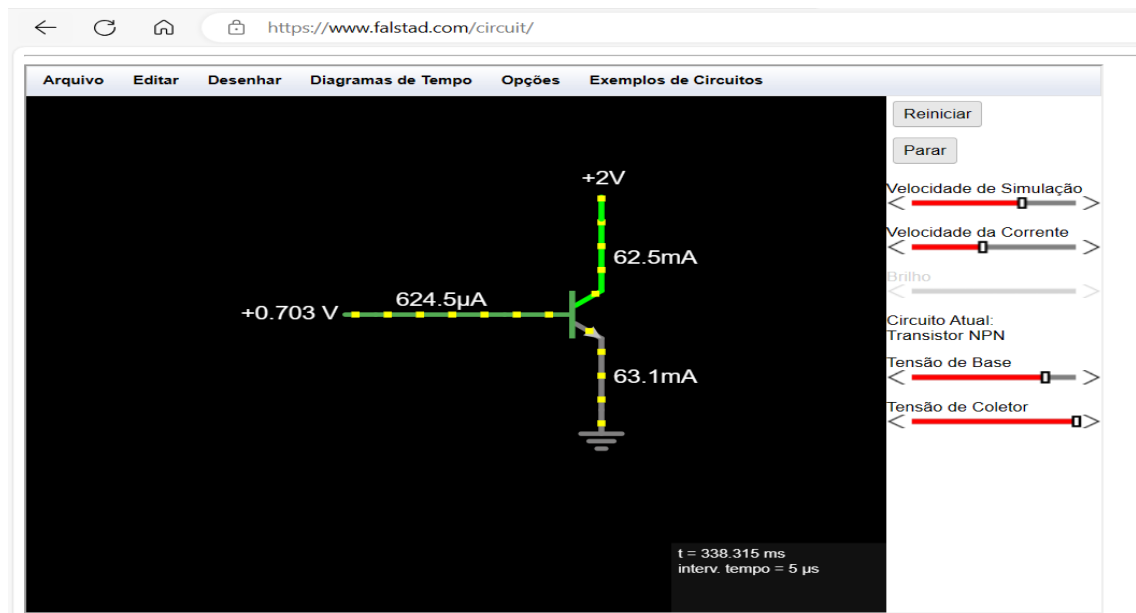
- ✓ **Retificação:** conversão de corrente alternada (AC) em corrente contínua (DC), fundamental em fontes de alimentação.

- ✓ Proteção de Circuitos: protegem outros componentes eletrônicos limitando a tensão e bloqueando correntes indesejadas.
- ✓ Sinalização e Iluminação: LEDs são diodos que emitem luz quando polarizados diretamente.
- ✓ Regulação de Tensão: diodos Zener são usados para fornecer uma tensão de referência estável.

3.6 O que é um transistor e como funciona?

Um transistor também é um dispositivo semicondutor capaz de amplificar ou comutar sinais eletrônicos e energia elétrica. A Figura 10 é a representação do transistor feita no software Falstad. Ele funciona como um interruptor ou um portão para sinais elétricos, controlando o fluxo de corrente entre dois pontos com um sinal de entrada mínimo. O transistor é um dos componentes eletrônicos mais importantes, servindo como a espinha dorsal de quase todos os dispositivos eletrônicos modernos, desde computadores e telefones até satélites e sistemas de automação.

Figura 10 - Imagem da representação do transistor no Falstad



Fonte: Falstad, 2024

Estrutura e tipos de transistores

Os transistores são principalmente de dois tipos: Bipolar (BJT - *Bipolar Junction Transistor*) e de Efeito de Campo (FET - *Field Effect Transistor*).

Transistor Bipolar (BJT)

- **Estrutura:** consiste em três camadas de material semicondutor que formam duas junções P-N. Existem dois tipos principais de transistores bipolares: NPN e PNP, que diferem na ordem das regiões de tipo N e tipo P.
- **Terminais:** Coletor (*Collector*), Base (*Base*) e Emissor (*Emitter*).
- **Funcionamento:** a corrente aplicada à base modula a corrente entre o coletor e o emissor. Um pequeno aumento na corrente de base causa um grande aumento na corrente entre coletor e emissor.

Transistor de efeito de campo (FET)

- **Estrutura:** em um canal de semicondutor, uma fonte (*source*), um dreno (*drain*) e uma porta (*gate*). O canal é feito de material tipo N ou tipo P.
- **Terminais:** Porta (*Gate*), Fonte (*Source*) e Dreno (*Drain*).
- **Funcionamento:** a voltagem aplicada à porta controla a corrente entre a fonte e o dreno. O FET é sensível à voltagem, não à corrente, o que o torna ideal para circuitos que requerem baixo consumo de energia.

Funcionamento de um transistor

O princípio de funcionamento de um transistor baseia-se na capacidade de usar um pequeno sinal elétrico para controlar um fluxo de corrente muito maior. No caso dos BJTs, quando uma pequena corrente flui através da junção entre a base e o emissor, permite uma maior corrente a fluir entre o coletor e o emissor. Nos FETs, uma voltagem aplicada à porta altera a condutividade do canal entre o dreno e a fonte, modulando assim a corrente.

Aplicações dos transistores

- ✓ **Amplificação de Sinal:** em rádios, televisores, e outros dispositivos de áudio, onde sinais fracos são amplificados para acionar alto-falantes ou outros dispositivos de saída.
- ✓ **Comutação:** usados em dispositivos de armazenamento de memória e processadores, onde atuam como rápidos interruptores que podem alternar estados milhares de milhões de vezes por segundo.
- ✓ **Regulação de Potência:** em fontes de alimentação e reguladores de tensão, controlando e estabilizando a tensão e corrente em circuitos eletrônicos.

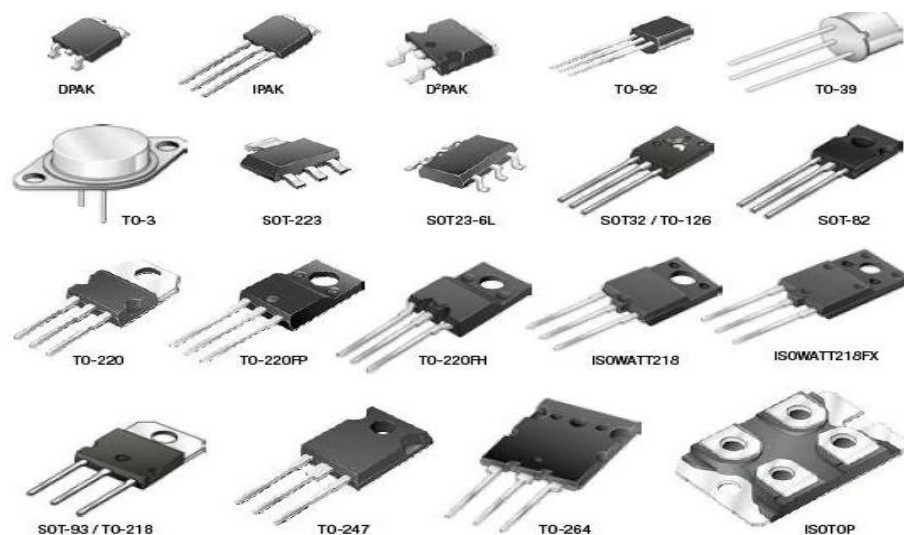
3.7 Aplicações práticas e desafios dos semicondutores

Os semicondutores são materiais essenciais na eletrônica moderna, com aplicações que vão da computação à energia renovável. Segundo Ferreira et al.:

“A indústria de semicondutores tem desempenhado um papel fundamental na revolução tecnológica das últimas décadas, desde os primeiros transistores até os microchips avançados de hoje” (Deng, 2022; Hossain et al., 2023, apud Ferreira et al., 2023, p.134).

Sua utilização mais conhecida é na produção de dispositivos eletrônicos, como transistores, diodos e circuitos integrados. Esses componentes são empregados em uma ampla gama de produtos, incluindo telefones celulares, computadores, televisores e sistemas de áudio. A Figura 11 mostra transistores com diferentes encapsulamentos.

Figura 11 - Transistores com diferentes encapsulamentos



Fonte: Eletrônica System, 2024

Uma das aplicações promissoras dos semicondutores está na conversão de energia, sobretudo em células fotovoltaicas para a geração de energia solar. Estes dispositivos convertem a luz do sol em energia elétrica através do efeito fotovoltaico, um processo que depende das propriedades dos semicondutores, para Silva e Silva “Os materiais utilizados na conversão fotovoltaica são tipicamente semicondutores, cuja estrutura de bandas de energia é obtida mediante a aplicação das leis da mecânica quântica.” (Silva e Silva, 2020, p. e20190191-2).

O efeito fotovoltaico é o fenômeno físico que permite a conversão direta da luz, geralmente solar em energia elétrica, sendo a base de funcionamento das células solares ou

painéis fotovoltaicos. Funciona da seguinte forma: a luz incide sobre um material semicondutor, geralmente silício, os fótons da luz têm energia suficiente para libertar elétrons do material, rompendo a ligação entre elétrons e átomos. Esse processo gera pares elétron-buraco (elétron livre + lacuna). Devido a uma diferença de potencial criada por uma junção PN, os elétrons são forçados a se mover em uma direção específica. Esse movimento ordenado de elétrons forma uma corrente elétrica, que pode ser capturada e usada como energia, esse efeito ocorre principalmente em células solares, compostas por camadas de materiais semicondutores.

Os semicondutores exercem funções importantes em tecnologias de comunicação, incluindo transmissão de dados e redes sem fio. Amplificadores, osciladores e interruptores, baseados em semicondutores são componentes-chave em dispositivos de comunicação, permitindo a transmissão rápida e eficiente de informações. Os semicondutores são utilizados em sensores para uma variedade de aplicações, incluindo detecção ambiental, monitoramento médico e controle de processos industriais, Tecnologia de Informação e Comunicação, Ferreira et al. afirma, “Estas tecnologias permitem o desenvolvimento de dispositivos semicondutores de baixo custo com funções avançadas, desde medicina até Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)” (Kai; Fujishima, 2011, apud Ferreira et al., 2023, p.137).

Apesar dos avanços e da ampla aplicabilidade dos semicondutores, a contínua miniaturização dos dispositivos ainda impõe desafios que impulsionam pesquisas. A redução no tamanho dos componentes intensifica problemas como dissipação de calor e efeitos quânticos, aproximando-se do chamado limite de escala, no qual a miniaturização pode se tornar inviável por restrições físicas e econômicas. A eficiência energética ganha destaque, especialmente em aplicações de computação e comunicação, onde a dissipação de calor impacta diretamente no desempenho e na sustentabilidade.

Melhorar essa eficiência contribui para a redução de custos e é importante em dispositivos móveis e em soluções ambientalmente responsáveis. Para superar as limitações dos materiais tradicionais, pesquisadores têm investigado alternativas como semicondutores orgânicos e bidimensionais, como o grafeno, com potencial para tornar os dispositivos mais flexíveis e eficientes.

Capítulo 4: Teoria de Vygotsky e Sua Aplicação no Ensino de Semicondutores

4.1 Contextualização da Teoria de Vygotsky

Lev Semenovich Vygotsky, um ilustre psicólogo russo, revolucionou o campo da psicologia educacional no início do século XX com sua abordagem inovadora para o desenvolvimento cognitivo e a aprendizagem. Vygotsky acreditava firmemente na importância das interações sociais e culturais no desenvolvimento do intelecto humano, uma ideia que contrastava fortemente com as teorias contemporâneas da época, mais focadas no desenvolvimento individual e biológico.

A teoria de Vygotsky é particularmente relevante para a educação porque enfatiza como o conhecimento é construído através de interações sociais e linguísticas no ambiente de aprendizagem. Seus conceitos desafiam os educadores a pensar além dos métodos tradicionais de ensino, incentivando uma abordagem mais colaborativa e dialógica na sala de aula. Vygotsky introduziu vários conceitos-chave que têm implicações significativas para a educação:

Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é um conceito central na teoria do desenvolvimento cognitivo de Lev Vygotsky. Ele define a ZDP como a distância entre o nível atual de desenvolvimento determinado pela capacidade de resolver um problema independentemente, e o nível de desenvolvimento potencial, como determinado através da resolução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com colegas mais capazes, como afirma Souza:

A zona de desenvolvimento proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real, constituído por funções já consolidadas pelo sujeito, que lhe permitem realizar tarefas com autonomia, e o nível de desenvolvimento potencial, caracterizado pelas funções que, segundo Vygotsky, estariam em estágio embrionário e não amadurecidas (SOUZA, 2011, p.5897).

Este conceito sugere que o aprendizado ocorre mais eficazmente quando o material de ensino está situado dentro da ZDP do aluno, pois isso oferece um equilíbrio ideal de dificuldade não sendo tão fácil a ponto de ser trivial, nem tão difícil que se torne inacessível.

A ideia é que, ao trabalhar dentro desta ZDP, os alunos enfrentem desafios que são capazes de superar com o apoio adequado, promovendo assim uma aprendizagem efetiva e o desenvolvimento de novas habilidades. Este suporte, é relevante porque ajuda a guiar os alunos através de suas dificuldades, facilitando a transição de habilidades e conhecimentos do nível de assistência ao domínio independente.

Ao aplicar a ZDP na prática educativa, os educadores devem ajustar suas estratégias de ensino e intervenção para alinhar com as necessidades e capacidades atuais dos alunos,

incrementando a complexidade das tarefas gradualmente à medida que as competências dos alunos se expandem. Esta abordagem não só otimiza o processo de aprendizagem, mas também ajuda a manter os alunos engajados e motivados, ao desafiá-los constantemente dentro de um quadro de suporte bem estruturado.

Aprendizado Sociocultural para Vygotsky, enfoca a premissa de que o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo é profundamente influenciado pelo contexto social e cultural no qual está inserido. Segundo Vygotsky, o processo de aprendizagem não ocorre de maneira isolada ou autônoma, mas é mediado pelas relações sociais e pelas ferramentas culturais disponíveis ao indivíduo. Ele sustentava que a aprendizagem acontece inicialmente em um nível social, através da interação entre pessoas, e só mais tarde é internalizada e transformada em um processo individual.

Vygotsky argumentava que cada função no desenvolvimento cultural do indivíduo aparece duas vezes: primeiro, no nível social, e mais tarde, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e depois, dentro do próprio indivíduo (intrapsicológica). Isso enfatiza a importância das interações sociais na construção do conhecimento, onde o diálogo e a colaboração com outros são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo.

Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapsicológica). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos (VYGOTSKY, 1994, p. 75).

A teoria destaca o papel fundamental da "mediação", que se refere ao papel que os elementos culturais, como a linguagem, símbolos, ferramentas e métodos, desempenham na facilitação do aprendizado e do desenvolvimento cognitivo. Os adultos e pares mais capazes ajudam a criança a compreender e a interagir com o mundo, fornecendo estruturas de apoio, que permitem à criança realizar tarefas que não conseguiria realizar sozinha.

Essa abordagem ressalta a necessidade de um ambiente de aprendizado que promova interações ricas e significativas, onde o ensino é adaptado ao contexto cultural do aluno e integrado às suas experiências prévias. Ela também apoia o uso de estratégias educacionais que encorajam a discussão, o questionamento crítico e a resolução colaborativa de problemas, considerando que o conhecimento é construído socialmente e é melhor adquirido através da participação ativa e do engajamento social.

Vygotsky atribuiu à linguagem um papel vital em sua teoria de aprendizagem. Concebeu a linguagem não apenas como um canal para comunicação, mas fundamentalmente como uma

ferramenta essencial para o pensamento e a aprendizagem. Segundo Vygotsky, a linguagem desempenha um papel duplo: sendo a primeira função da linguagem a comunicação entre as pessoas. Oliveira, (2002, p. 42). ao tratar da aprendizagem em Vygotsky, afirma: "[...] a principal função da linguagem é a de intercâmbio social: é para se comunicar com seus semelhantes que o homem cria e utiliza os sistemas de linguagens". A segunda função denominada por Vygotsky como pensamento generalizante, ocorre quando a linguagem se molda ao pensamento, estabelecendo uma conexão intrínseca entre pensamento e linguagem. Conforme Oliveira (2002) discute, a íntima ligação entre o significado das palavras, o pensamento e a linguagem torna difícil determinar se estamos diante de um fenômeno da fala ou do pensamento. A psicologia propõe que o significado de cada palavra representa uma generalização ou um conceito. Considerando que tanto generalizações quanto conceitos são manifestações do pensamento, o significado pode ser visto como um fenômeno do pensamento.

Esta perspectiva de Vygotsky é particularmente relevante no contexto educacional, especialmente ao abordar temas como a física dos semicondutores. Os princípios vygotkianos sugerem que os professores devem criar ambientes de aprendizagem que fomentem o uso ativo da linguagem através de diálogos e discussões estruturadas. Esta abordagem promove não apenas a transmissão de conhecimento, mas também estimula o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, permitindo-lhes construir significados e desenvolver uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos estudados.

Ao valorizar a interação social e o intercâmbio de ideias, os educadores podem transformar a sala de aula em um laboratório de aprendizagem ativa. Em disciplinas desafiadoras, como a física dos semicondutores, onde os conceitos são abstratos e as aplicações técnicas são complexas, a aplicação de métodos dialógicos pode ser particularmente eficaz. Tais métodos ajudam os alunos a visualizarem conceitos abstratos e a aplicar o conhecimento de maneira prática.

A adoção das teorias de Vygotsky no ambiente educacional pode revolucionar a maneira como o ensino é conduzido. Ao integrar a linguagem como uma ferramenta central de aprendizagem e enfatizar o papel do diálogo, os educadores podem oferecer uma educação mais engajadora e eficaz. Essa abordagem não apenas equipa os alunos com o conhecimento necessário, mas também os prepara para serem pensadores críticos e aprendizes autônomos capazes de enfrentar as complexidades do mundo contemporâneo.

4.2 Vygotsky no contexto da Educação em Física

O ensino de física, especialmente em tópicos complexos como semicondutores, apresenta desafios únicos que podem ser abordados através da teoria de Vygotsky. A física é frequentemente percebida pelos alunos como abstrata e desafiadora, o que pode ser mitigado utilizando a aprendizagem sociocultural de Vygotsky. Esta abordagem enfatiza a importância de interações sociais e discussões colaborativas, facilitando a compreensão e o engajamento dos alunos com o material.

Construção Social do Conhecimento, de acordo com Vygotsky, o conhecimento é construído socialmente, “é na troca com outros sujeitos e consigo próprio que nele se internalizam conhecimentos, papéis e funções sociais, o que permite a construção de conhecimentos e da própria consciência” (VYGOTSKY, 1994). Assim, na prática, os docentes podem organizar as aulas de física de modo que as atividades didáticas sejam centradas no aluno, promovendo a interação e a discussão. Por exemplo, ao explorar os conceitos de semicondutores, os professores podem facilitar discussões em grupo que incentivem os estudantes a compartilharem suas ideias e hipóteses sobre como os semicondutores funcionam e são aplicados em dispositivos eletrônicos. Durante essas discussões, os alunos têm a oportunidade de questionar e refinar seu entendimento, ajudando uns aos outros a construir um conhecimento mais profundo e robusto.

Além disso, essas atividades colaborativas podem incluir projetos práticos onde os alunos, trabalhando em pequenos grupos, montam circuitos simples usando semicondutores. Este tipo de atividade prática não apenas reforça o conhecimento teórico adquirido, mas também desenvolve habilidades essenciais como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a capacidade de comunicação.

A eficácia deste método é amplificada pela natureza intrinsecamente social do aprendizado, conforme descrito por Vygotsky. O teórico enfatizava que o conhecimento é construído mais efetivamente quando os alunos são agentes ativos em sua jornada educacional, interagindo constantemente com seus pares. Assim, ao aplicar esses princípios vygotkianos, os professores não apenas mediam o conhecimento, mas também facilitam a criação de um ambiente educativo onde os alunos são agentes ativos de seu aprendizado.

Segundo Lev Vygotsky, a linguagem desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem. Inspirados por essa perspectiva, suas ideias são utilizadas para compreender como a linguagem pode facilitar o aprendizado de conceitos em Física, tornando-os mais acessíveis aos estudantes. Ele defendia que a linguagem é uma ferramenta fundamental não apenas para a comunicação, mas também para o desenvolvimento do pensamento crítico e a construção do

conhecimento. Essa perspectiva é especialmente relevante no ensino de disciplinas complexas como a física, onde a compreensão profunda dos conceitos exige uma articulação clara e precisa do pensamento.

No contexto específico do ensino de semicondutores, uma área marcada por sua abstração e complexidade técnica, os professores podem utilizar a linguagem como uma ferramenta pedagógica poderosa.

Encorajar os alunos a verbalizarem seus processos de pensamento, raciocínios e perguntas não só ajuda na assimilação dos conceitos fundamentais, mas também no desenvolvimento de habilidades de comunicação científica. Essa prática pode ser implementada através de várias estratégias didáticas:

- **Diálogos Guiados:** professores podem organizar sessões onde os alunos são convidados a explicar conceitos de semicondutores em suas próprias palavras, facilitando discussões que permitem esclarecer dúvidas e explorar novas ideias em conjunto.
- **Apresentações em Grupo:** essa atividade incentiva os alunos a prepararem apresentações sobre temas específicos relacionados aos semicondutores. Essa prática não apenas reforça o conhecimento técnico, mas também melhora as habilidades de oratória e a capacidade de argumentação científica.
- **Escrita Científica:** os professores podem solicitar que os alunos redijam relatórios ou ensaios sobre experimentos e projetos envolvendo semicondutores. A escrita científica é uma forma excelente de aprofundar a compreensão dos estudantes, pois exige que eles organizem seus pensamentos de maneira coesa e coerente.

A aplicação dessas técnicas promove um ambiente de aprendizagem onde o uso ativo da linguagem desempenha um papel central. Esse ambiente não apenas facilita a compreensão dos conceitos de semicondutores, mas também cultiva uma série de competências transversais que são essenciais para o sucesso acadêmico e profissional, como a capacidade de pensar criticamente, de se expressar de forma eficaz e de colaborar com os outros.

Em suma, ao integrar a linguagem como uma ferramenta estratégica no ensino de física, os educadores podem proporcionar uma experiência de aprendizado mais rica e dinâmica. Isso não só melhora o entendimento dos alunos sobre conceitos científicos complexos, mas também os prepara de forma abrangente para os desafios futuros em suas carreiras científicas e técnicas.

O ensino de semicondutores no ensino médio pode ser desafiador devido à sua natureza abstrata e à complexidade matemática subjacente. Para superar esses desafios, a teoria de Vygotsky oferece várias estratégias como:

- ✓ **Atividades Próximas à Zona de Desenvolvimento Proximal:** Os professores devem identificar a ZDP dos alunos ao ensinar semicondutores, oferecendo desafios que sejam nem muito fáceis nem muito difíceis. Isso pode ser alcançado através da diferenciação, onde as atividades são ajustadas para atender ao nível de habilidade e compreensão de cada aluno.
- ✓ **Mediação do Professor:** o papel do professor é determinante na mediação do aprendizado dos alunos. Ao introduzir conceitos de semicondutores, o professor deve atuar como um facilitador, guiando os alunos através de questionamentos, demonstrações práticas e fornecendo exemplos concretos que conectam a teoria com aplicações do mundo real.
- ✓ **Diálogo entre os discentes:** o diálogo facilita a construção coletiva do conhecimento. Quando os alunos discutem conceitos de semicondutores entre si, eles têm a oportunidade de reformular e explicar suas ideias, o que pode clarificar seu próprio entendimento e introduzir novas perspectivas. A colaboração entre pares também permite que os estudantes confrontem e testem suas hipóteses em um ambiente seguro, onde o erro se transforma em uma ferramenta de aprendizado.
- ✓ **Integração de Tecnologia e Recursos Visuais:** utilizando recursos tecnológicos e visuais, como simulações de computador e modelos interativos, os professores podem tornar o aprendizado de semicondutores mais tangível e acessível. Essas ferramentas podem ajudar a ilustrar conceitos abstratos e facilitar a compreensão dos alunos.

4.3 Implementação de estratégias de ensino baseadas em Vygotsky

A aplicação da teoria de Vygotsky ao ensino de semicondutores envolve a criação de materiais didáticos que promovam a interação social e o desenvolvimento cognitivo. Estes materiais devem encorajar os alunos a explorarem conceitos de semicondutores de forma colaborativa, permitindo que construam o conhecimento através do diálogo e da experiência prática:

Guias de Discussão em Grupo: preparar guias de discussão que estimulem o debate e a troca de ideias sobre temas relacionados a semicondutores. Estes guias podem incluir perguntas abertas, estudos de caso e problemas práticos para resolver em grupo.

Atividades de Aprendizagem Colaborativa: criar atividades que requeiram trabalho em equipe, como projetos de pesquisa, experimentos práticos ou simulações em grupo. Essas atividades devem ser projetadas para serem desafiadoras, mas alcançáveis, promovendo a aprendizagem dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos.

Implementar estratégias de ensino interativo que refletem a abordagem sociocultural de Vygotsky ao aprendizado, enfatizando a interação e a colaboração na sala de aula como:

Discussões Orientadas pelo Professor: utilizar discussões em sala de aula onde o professor atua como facilitador, guiando os alunos através de um processo de descoberta e compreensão. Essas discussões podem girar em torno de conceitos fundamentais de semicondutores, suas aplicações e implicações tecnológicas.

Feedback Construtivo e Reflexivo: fornecer feedback regular e construtivo aos alunos, incentivando a reflexão sobre seu próprio processo de aprendizagem. Isso pode incluir autoavaliação e discussões reflexivas sobre o que foi aprendido e como foi aprendido.

Capítulo 5: Design Thinking

5.1 Introdução ao Design Thinking

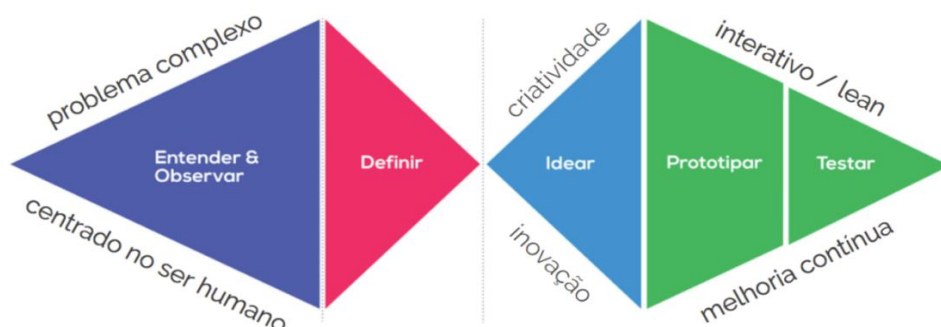
O Design Thinking é uma abordagem inovadora e centrada no ser humano para a resolução de problemas complexos. Surgiu com os estudos de Herbert Alexander Simon, um dos pioneiros no campo do design, que introduziu a ideia de design como uma "ciência do artificial". Segundo Guimarães “o design surge, portanto, como uma forma de solucionar problemas e necessidades humanas de forma que melhore a qualidade de vida das pessoas.” Guimarães (2017, p.41), o design é uma atividade de resolução de problemas que envolve a criação de soluções práticas e eficientes.

Nos anos 1990, a empresa de design IDEO, liderada por David Kelley, popularizou o conceito de Design Thinking ao aplicá-lo a uma ampla gama de problemas em diversos setores. Tim Brown, CEO da IDEO, tornou-se uma figura central nesse movimento, promovendo a ideia de que o Design Thinking pode ser aplicado além do design de produtos, abrangendo processos, serviços e uma gama variedade de problemas e experiências.

“Um dia, eu estava batendo papo com meu amigo David Kelley, professor de Stanford e fundador da IDEO, e ele observou que, sempre que alguém perguntava a ele sobre design, ele se via incluindo a palavra “Thinking” – pensamento – para explicar o que os designers fazem. Daí surgiu o termo “design thinking”. Agora eu o uso como uma forma de descrever um conjunto de princípios que podem ser aplicados por diversas pessoas a uma ampla variedade de problemas.” (BROWN, 2010, p.6)

Em seu livro Brown descreve o Design Thinking como uma abordagem que combina empatia, criatividade e racionalidade para atender às necessidades dos usuários, o Design Thinking é uma abordagem centrada no ser humano para a inovação e solução de problemas. Ele é amplamente utilizado em diversas áreas para desenvolver soluções criativas e eficazes, na Figura 12 temos uma imagem do duplo diamante que é uma representação gráfica das etapas do Design Thinking.

Figura 12 - Imagem do Duplo Diamante



Fonte: CATARINAS, 2024

As principais etapas do Design Thinking são a empatia, definição, ideação, prototipagem e testagem, cada uma delas tem seu próprio objetivo, atividade e relevância, Guimarães (2017, p.58). “Esse processo foi desenvolvido para expandir e refinar a busca por soluções, bem como o pensamento divergente e convergente”.

1. Empatia

- Objetivo: entender profundamente os usuários e suas necessidades.
- Atividades: observação, entrevistas, mapeamento de jornadas do usuário.
- Importância: esta etapa é fundamental para garantir que as soluções desenvolvidas sejam relevantes e eficazes para os usuários.

2. Definição

- Objetivo: sintetizar as descobertas da fase de empatia e definir um problema claro e específico.
- Atividades: análise de dados, criação de personas, formulação de problemas.
- Importância: uma definição precisa do problema orienta o processo criativo e garante que os esforços sejam direcionados para questões que realmente importam.

3. Ideação

- Objetivo: gerar uma ampla gama de ideias e possíveis soluções.
- Atividades: brainstorming, mapas mentais, técnicas de criatividade.
- Importância: a ideação permite explorar diversas possibilidades, promovendo a inovação e a criatividade.

4. Prototipagem

- Objetivo: criar versões simples e tangíveis das melhores ideias.
- Atividades: construção de modelos, simulações, esboços.
- Importância: prototipar permite visualizar e testar ideias rapidamente, identificando pontos fortes e áreas de melhoria.

5. Testagem

- Objetivo: avaliar os protótipos com os usuários, coletando feedback para refinamento.
- Atividades: testes de usabilidade, feedback de usuários, iterações.
- Importância: a testagem garante que as soluções sejam efetivas e bem recebidas pelos usuários finais, permitindo ajustes antes da implementação final.

Essas etapas são iterativas e podem ser revisitadas várias vezes para refinar e melhorar as soluções. O Design Thinking, com sua abordagem colaborativa e centrada no ser humano, é uma poderosa ferramenta para enfrentar desafios complexos e criar soluções inovadoras.

5.2 Aplicação do Design Thinking no Ensino

No contexto educacional, o Design Thinking pode ser uma poderosa ferramenta para inovar e melhorar o ensino. Ele incentiva os educadores a adotarem uma abordagem centrada no aluno, desenvolvendo soluções pedagógicas que atendam às necessidades e aos interesses dos estudantes. As etapas do Design Thinking podem ser aplicadas para planejar e executar atividades educacionais, criando um ambiente de aprendizado mais dinâmico, engajador e eficaz.

“As metodologias ativas aprofundam os conhecimentos, estimulam a comunicação, ampliam a capacidade de ouvir a outra pessoa a falar, estimulam os trabalhos de equipe, desenvolvem a motivação individual e coletiva, bem como diversificam os estilos individuais de aprendizagem. Nesse sentido, o sucesso do ensino e da aprendizagem por meio de metodologias ativas só se faz com pleno engajamento de professores e alunos nas atividades propostas e os métodos utilizados devem contemplar os diversos estilos de aprendizagem presentes dentro da sala de aula”. (NEVES et al, 2018, p. 13)

O Design Thinking é uma metodologia ativa e centrada no ser humano que pode transformar a maneira como problemas são abordados e resolvidos. No ensino de física, ele oferece uma abordagem prática e inovadora para engajar os alunos e facilitar a compreensão de conceitos complexos. Ao adotar o Design Thinking, os educadores podem criar experiências de aprendizado mais envolventes e eficazes, promovendo a inovação e a melhoria contínua no ensino, alguns benefícios do Design Thinking no Ensino de Física.

- ✓ Aumento do Engajamento: atividades práticas e projetos colaborativos tornam o aprendizado mais dinâmico e envolvente, ajudando a capturar o interesse dos alunos.
- ✓ Melhoria da Compreensão: a abordagem prática e visual facilita a compreensão de conceitos complexos, permitindo que os alunos vejam e experimentem diretamente os princípios da física dos semicondutores.
- ✓ Inovação no Ensino: o Design Thinking estimula a criação de novas metodologias e recursos didáticos, tornando o ensino mais eficaz e interessante.
- ✓ Resolução de Problemas Comuns: abordagens centradas no aluno ajudam a superar a falta de interesse e a dificuldade de compreensão, tornando a física mais acessível e atraente.

Ao adotar o Design Thinking, os educadores podem transformar o ensino da física dos semicondutores, criando experiências de aprendizado mais envolventes e eficazes.

Aplicação do Design Thinking no Ensino de Física dos Semicondutores

O Design Thinking pode ser uma abordagem poderosa para ensinar conceitos complexos como a física dos semicondutores de maneira envolvente e eficaz. Vamos explorar como cada etapa do Design Thinking pode ser aplicada especificamente ao ensino de junções P-N e NPN.

Etapa 1: Empatia

Objetivo dessa etapa é compreender profundamente as dificuldades e necessidades dos alunos no aprendizado de semicondutores.

As ações dessa etapa são:

- Entrevistas e observações: realizar entrevistas individuais e em grupo com os alunos para identificar suas principais dificuldades e interesses relacionados a semicondutores. Perguntar sobre o que eles acham difícil de entender, quais métodos de ensino preferem, e como se sentem ao aprender esses tópicos.
- Jornadas do aluno: mapear as jornadas de aprendizado dos alunos para visualizar como eles interagem com o conteúdo de semicondutores e identificar pontos críticos. Isso pode incluir observar como eles estudam, quais recursos utilizam e onde encontram dificuldades.

Exemplo Prático: entrevistar um grupo de alunos após uma aula sobre junções P-N para entender quais conceitos foram mais desafiadores e o que ajudou na compreensão.

Etapa 2: Definição

Essa etapa tem como objetivo formular uma definição clara do problema com base nas informações coletadas.

As ações dessa etapa são:

- Formulação do problema: com base nas informações coletadas, formular problemas específicos. Por exemplo, "Os alunos têm dificuldade em visualizar o comportamento das cargas em uma junção P-N durante a polarização direta e reversa."
- Persona de aluno: criar personas que representem diferentes tipos de alunos e suas necessidades específicas. Isso ajuda a manter o foco no usuário final durante o desenvolvimento das soluções.

Um exemplo prático é criar uma persona de um aluno que é visualmente orientado e tem dificuldade com conceitos abstratos, como os movimentos de elétrons e lacunas em semicondutores.

Etapa 3: Ideação

O objetivo dessa etapa é gerar uma ampla gama de ideias e possíveis soluções para abordar os problemas definidos.

As ações dessa etapa são:

- Brainstorming: realizar sessões de brainstorming com outros educadores para gerar ideias de atividades e recursos que possam facilitar a compreensão dos semicondutores. Incentivar a geração de ideias sem julgamentos para promover a criatividade.
- Mapas mentais: utilizar mapas mentais para organizar as ideias geradas e explorar novas conexões. Isso ajuda a visualizar diferentes abordagens e combinações de métodos de ensino.

Este é um exemplo prático que pode ser utilizado, brainstorming para criar uma simulação interativa que permita aos alunos manipular os parâmetros de uma junção P-N e observar como isso afeta a distribuição de cargas e a corrente elétrica.

Etapa 4: Prototipagem

Essa etapa tem como objetivo criar protótipos das soluções educacionais para testar com os alunos.

As ações dessa etapa são:

- Prototipagem de aulas: desenvolver versões iniciais de aulas práticas que utilizem software como Tinkercad e Falstad para simular circuitos e junções de semicondutores.
- Recursos didáticos: criar recursos didáticos como vídeos explicativos, guias de experimentos práticos e materiais interativos. Esses recursos devem ser simples, mas funcionais, permitindo testes e refinamentos rápidos.

Criar um protótipo de um módulo de simulação em Tinkercad onde os alunos possam construir e testar circuitos com diodos e transistores, observando o comportamento das junções P-N e NPN é um exemplo prático para utilizar a prototipagem.

Etapa 5: Testagem

O objetivo dessa etapa é avaliar a eficácia dos protótipos e coletar feedback dos alunos.

As ações dessa etapa são:

- Implementação piloto: realizar aulas piloto utilizando os protótipos desenvolvidos. Observar como os alunos interagem com os novos recursos e atividades.
- Feedback e refinamento: coletar feedback dos alunos através de questionários, discussões em grupo e observações. Usar esse feedback para ajustar os materiais e abordagens conforme necessário.

Um exemplo prático que pode ser feito é após uma aula piloto usando simulações de junções P-N, pedir aos alunos para preencher um questionário sobre sua experiência, identificando o que acharam útil e onde ainda têm dúvidas.

5.3 Ferramentas e Recursos Recomendados para o Ensino de Física dos Semicondutores

Os Softwares Educacionais são ótimas ferramentas que ajudam o docente a mostrar de forma mais fácil a aplicabilidade dos conteúdos ensinados e permite o discente ao ver na prática o conteúdo compreenda melhor a importância de aprendê-los, conforme afirma Bernardi, (2010, p. 6), “[...] o aluno pode usufruir dessa tecnologia para melhor aprender, ou seja, para que o processo de ensino e aprendizagem se torne, além de atraente, moderno e interativo, significativo e realmente pedagógico”.

Para aplicar o Design Thinking no ensino de física dos semicondutores, é necessário utilizar ferramentas e recursos que facilitem a compreensão dos conceitos e promovam o engajamento dos alunos, estas são algumas recomendações, softwares educacionais, materiais didáticos digitais, atividades prática e colaboração online.

Softwares Educacionais

Softwares de simulação permite utilizar ferramentas como Tinkercad e Falstad para simular circuitos e junções de semicondutores de forma interativa. Essas ferramentas permitem que os alunos visualizem e experimentem com os conceitos em tempo real.

- Tinkercad é uma ferramenta de design e simulação online fácil de usar, ideal para iniciantes. Seu uso no ensino, permite a criação e simulação de circuitos eletrônicos, incluindo componentes como diodos e transistores. Os alunos podem montar circuitos virtuais e observar como eles funcionam. Um exemplo de atividade prática é simular o

comportamento de diodos em polarização direta e reversa, ajudando os alunos a visualizarem a barreira de potencial e a corrente de saturação.

- Falstad é um simulador de circuitos online que oferece uma interface interativa e uma ampla gama de componentes eletrônicos. O uso no ensino permite aos alunos simularem e visualizarem circuitos em tempo real, fornecendo insights imediatos sobre o comportamento dos semicondutores. Um exemplo de atividade prática, os alunos podem criar simulações de junções P-N e NPN, modificando parâmetros como voltagem e observando os efeitos na corrente elétrica e na distribuição de cargas.

Materiais Didáticos Digitais

Materiais didáticos digitais ajuda a desenvolver vídeos, animações e apresentações interativas que ilustrem conceitos complexos de forma visual. Recursos como Khan Academy e YouTube podem ser úteis, alguns exemplos de materiais didáticos digitais são:

- Vídeos e Animações são recursos visuais que explicam conceitos complexos de maneira simplificada e visualmente atraente. O uso no ensino como vídeos curtos que explicam o funcionamento de junções P-N e NPN, mostrando animações do movimento de elétrons e lacunas. Algumas plataformas recomendadas são o YouTube, e o Khan Academy. Um exemplo de atividade prática, após assistir a um vídeo, os alunos podem discutir em grupo o que aprenderam e como isso se relaciona com os experimentos que realizarão.
- Apresentações Interativas são apresentações que incluem animações, quizzes interativos e simulações embutidas. Sua utilização no ensino permitem uma abordagem dinâmica durante as aulas, facilitando a explicação de processos e fenômenos complexos. Plataformas Recomendadas como Prezi, Google Slides. Uma atividade prática é criar uma apresentação interativa que os alunos possam explorar individualmente ou em grupo, com perguntas e desafios ao longo do conteúdo.

Atividades Práticas

Implementar atividades práticas que permitam aos alunos construir e testar seus próprios circuitos, como kits de eletrônica básica. Fornecer componentes simples, como LEDs, resistores e transistores, para experimentos em sala de aula.

- Kits de Eletrônica Básica são conjuntos de componentes eletrônicos que os alunos podem usar para construir e testar circuitos reais. Seu uso no ensino permitem aos

alunos experimentarem na prática os conceitos teóricos aprendidos. Alguns componentes recomendados para esse kit básico são LEDs, resistores, transistores, diodos, capacitores, protoboards. Um exemplo de atividade prática é construir um circuito simples com diodos e LEDs para observar o comportamento em diferentes polarizações, relacionando com as simulações feitas online.

- Projetos Colaborativos são atividades em grupo que incentivam a colaboração e a aplicação prática do conhecimento. Sua utilização no ensino permite que os alunos trabalhem juntos para resolver problemas, construir protótipos e apresentar seus resultados. Uma atividade prática é fazer um desafio para criar um protótipo de um dispositivo eletrônico utilizando conhecimentos de semicondutores, como um sensor de luz com LDR (Light Dependent Resistor) e transistores.

Colaboração Online

A Colaboração Online permite usar plataformas colaborativas como Google Classroom ou Microsoft Teams para promover a interação entre alunos e professores, facilitando a troca de ideias e feedback. Algumas plataformas colaborativas que podem ser utilizadas.

- Google Classroom é uma ferramenta de gerenciamento de turmas que permite a distribuição de tarefas, compartilhamento de recursos e comunicação entre alunos e professores.
- Microsoft Teams é uma plataforma que oferece chat, videoconferência e compartilhamento de arquivos, facilitando a colaboração e o trabalho em grupo.

O uso dessas ferramentas no ensino permitem o acompanhamento contínuo do progresso dos alunos, facilitam a comunicação e promovem a colaboração em projetos e atividades. Um exemplo prático para utilizar essas ferramentas é o projeto de pesquisa colaborativa, onde utilizando Google Classroom ou Microsoft Teams, os alunos podem colaborar em um projeto de pesquisa sobre diferentes tipos de semicondutores, suas aplicações e o impacto na tecnologia moderna. Os discentes podem compartilhar recursos, discutir ideias e apresentar seus resultados de forma colaborativa

5.4 Benefícios do Design Thinking no Ensino de Física

A aplicação do Design Thinking no ensino de física, especialmente em tópicos complexos como a física dos semicondutores, oferece uma série de benefícios que podem transformar a experiência de aprendizado dos alunos, alguns dos principais benefícios são aumento do engajamento e da motivação, melhoria da compreensão, desenvolvimento de

habilidades práticas, estímulo a criatividade e inovação e resolução de problemas comuns no ensino de física.

Aumento do Engajamento e da Motivação

Ferramentas interativas e atividades práticas tornam o aprendizado mais atraente e envolvente para os alunos aumentando assim o engajamento e a motivação. O Design Thinking coloca os discentes no centro do processo de aprendizado, criando um ambiente que incentiva a participação ativa e a colaboração. Essas atividades práticas e projetos colaborativos envolve o engajamento e os motivam a elaborar, aplicações de conceitos teóricos em situações reais. Por exemplo, construir e testar circuitos com componentes eletrônicos.

Aprendizado baseado em desafios, ao propor desafios que incentivem os alunos a resolverem problemas e pensar de forma criativa. Um exemplo prático é permitir que os alunos trabalhem em grupos para projetar e simular um circuito que controle a luminosidade de um LED com base na intensidade da luz ambiente, utilizando conhecimentos de junções P-N e NPN.

Melhoria da Compreensão

Para ter uma compreensão profunda é importante fazer simulações e materiais visuais que ajudam a clarear conceitos abstratos, facilitando a compreensão e retenção de conhecimento. O Design Thinking facilita a compreensão de conceitos abstratos através de uma abordagem prática e visual, criando simulações interativas utilizando softwares como Tinkercad e Falstad para simular o comportamento de semicondutores em tempo real, permitindo que os alunos visualizem fenômenos que são difíceis de observar diretamente.

A utilização de materiais didáticos visuais, como empregar vídeos, animações e apresentações interativas que explicam os conceitos de forma clara e atraente ajuda os discentes a ter uma melhor compreensão dos conteúdos. Um exemplo prático, os alunos usam o Falstad para observar como a corrente elétrica muda em uma junção P-N quando é aplicada uma voltagem direta versus uma voltagem reversa.

Desenvolvimento de Habilidades Práticas

O Design Thinking promove a aplicação prática do conhecimento teórico, preparando os alunos para resolver problemas reais. Incentivar os alunos a construírem protótipos de dispositivos eletrônicos e testá-los, permite que eles possa conectar a teoria com a prática. Envolver os alunos em projetos colaborativos que exigem a combinação de diferentes habilidades e conhecimentos, como por exemplo os alunos trabalham em grupos para criar um

protótipo de um sensor de toque simples usando transistores, e depois testam e refinam seus designs com base nos resultados obtidos, este é apenas um exemplo que permite que com que trabalhem as suas habilidades práticas.

Estímulo à Criatividade e Inovação

O Design Thinking promove um ambiente de aprendizado onde a criatividade é incentivada e valorizada, como realizar sessões de brainstorming para gerar ideias e soluções criativas para problemas específicos. Propor desafios que incentivem os alunos a pensarem fora da caixa e desenvolver soluções inovadoras, um exemplo prático é fazer com que os alunos participem de um desafio onde precisem criar um dispositivo inovador que utilize semicondutores para resolver um problema cotidiano, como um alarme de segurança sensível à luz.

Resolução de Problemas Comuns no Ensino de Física

A disciplina de física é frequentemente vista como uma das mais desafiadoras, enfrentando problemas de falta de interesse e dificuldades de compreensão dos conceitos complexos por parte dos alunos. A abordagem tradicional de ensino, focada na memorização de fórmulas, muitas vezes torna as aulas monótonas e desmotivadoras. Além disso, a conexão insuficiente entre a física e a vida cotidiana dos alunos reduz a percepção de relevância da disciplina.

Um dos motivos da falta de interesse na disciplina é porque muitos alunos acham a física desinteressante pois não conseguem ver a relevância prática dos conceitos. Uma das soluções para acabar com essa falta de interesse é utilizando o Design Thinking, isso porque ele conecta os conceitos teóricos com aplicações práticas, tornando o aprendizado mais relevante e interessante.

É notório ver a dificuldade de compreensão dos conceitos complexos, fazendo com que os discentes não se motivem a aprender, isso porque conceitos como o comportamento dos semicondutores podem ser abstratos e difíceis de entender. Ao utilizar simulações, atividades práticas e materiais visuais para tornar esses conceitos mais acessíveis e compreensíveis, permitindo assim que aprendam e se estimulem a gostar da disciplina. Um exemplo prático é ao aprender sobre junções P-N, os alunos utilizam simulações para visualizar o movimento das cargas e realizam experimentos práticos para observar o comportamento dos diodos em diferentes condições.

Para melhorar o ensino de física, é eficaz adotar metodologias ativas que envolvam os alunos de maneira mais participativa. Conectar os conceitos físicos ao cotidiano dos alunos e usar tecnologia para visualizar e experimentar fenômenos físicos são estratégias eficazes que pode ajudar a superar as dificuldades e melhorar o desempenho na disciplina. A facilidade de acesso e uso de várias ferramentas recomendadas são gratuitas ou de baixo custo, acessíveis online e fáceis de usar, o que facilita a sua implementação no ambiente educacional.

Capítulo 6: Softwares Educacionais Tinkercad e Falstad

6.1 O uso de Softwares Educacionais

O ensino de Física principalmente no Ensino Médio enfrenta diversos desafios que afetam o interesse e a aprendizagem dos discentes. Entre eles, destacam-se a complexidade dos conceitos, muitas vezes abstratos e com forte linguagem matemática, a falta de recursos laboratoriais e a dificuldade de relacionar o conteúdo com o cotidiano dos alunos. Nesse cenário, o uso de tecnologias educacionais ativas surge como uma alternativa eficaz, tornando o aprendizado mais visual, interativo e conectado à realidade dos estudantes.

Softwares educacionais com simulações interativas permitem aos alunos explorarem fenômenos físicos de forma visual e dinâmica, inclusive aqueles invisíveis a olho nu. Além disso, oferecem a possibilidade de aprendizagem personalizada, pois os alunos podem testar hipóteses, errar, ajustar e aprender no seu próprio ritmo.

Este Produto Educacional tem como finalidade disponibilizar aos professores um conjunto de códigos e simulações desenvolvidos nas plataformas Tinkercad e Falstad, funcionando como um guia prático e acessível para o ensino de semicondutores. A proposta é tornar o conteúdo mais claro, dinâmico e envolvente, favorecendo aulas mais interativas e eficazes e para isto são utilizados esses softwares educacionais. Mais do que apenas inserir tecnologia em sala de aula, o uso dessas ferramentas promove uma mudança metodológica, substitui a memorização passiva por uma aprendizagem ativa, investigativa e experimental. Isso aumenta o engajamento dos alunos e desenvolve competências valorizadas pela BNCC, como pensamento crítico, criatividade, resolução de problemas e colaboração.

O Tinkercad se destaca por sua interface intuitiva, ideal para iniciantes. Ele permite a simulação de circuitos elétricos e digitais, além de aplicações com microcontroladores como o Arduino. Os alunos podem montar circuitos, programar placas e observar os resultados em tempo real, de forma segura. Já o Falstad oferece uma visualização gráfica de circuitos e fenômenos elétricos, permitindo acompanhar oscilações, correntes e tensões com precisão. Embora mais técnico, é uma ferramenta potente para ilustrar conceitos complexos.

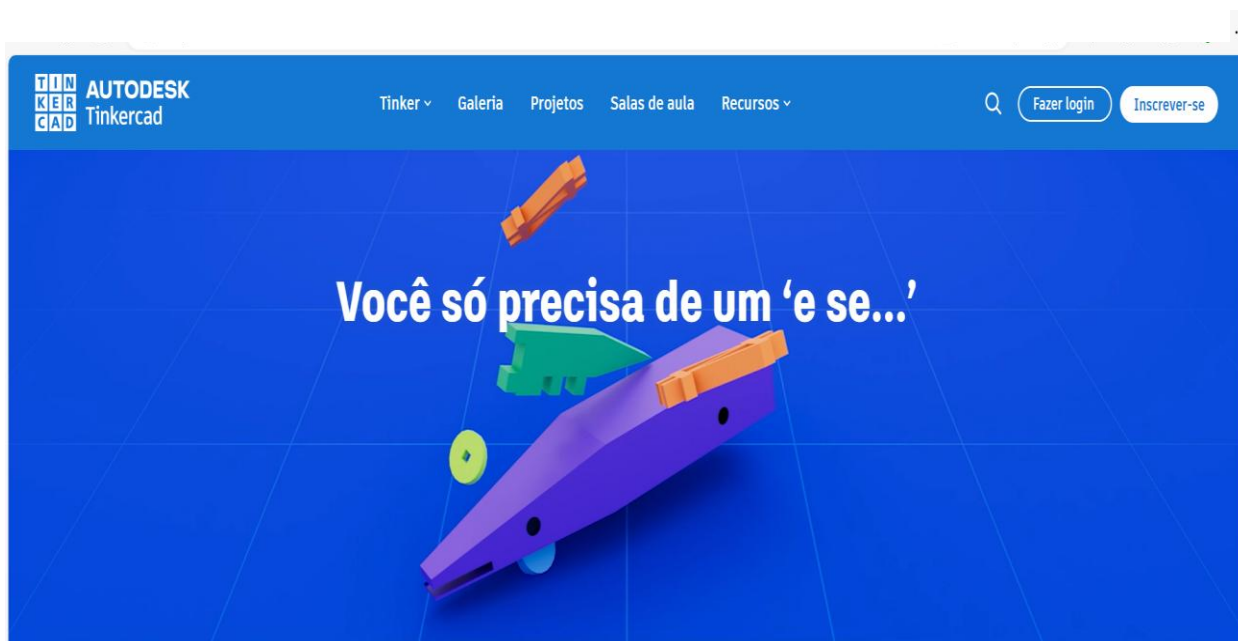
Por serem online, gratuitas e de fácil acesso, essas plataformas também ampliam as possibilidades de inclusão e democratização do conhecimento. Assim, o uso de Tinkercad e Falstad representa uma estratégia pedagógica atual e relevante, que se alinha ao perfil dos alunos da era digital e fortalece o ensino de Física com mais significado e conexão com a realidade.

6.2 Breve descrição do Tinkercad.

O Tinkercad é uma plataforma online amigável e fácil de usar criada pela Autodesk, voltada para o design 3D, eletrônica e simulação de circuitos. Com uma interface amigável e simples de aprender, ela ganhou popularidade entre professores, alunos e entusiastas que estão iniciando no mundo do design e eletrônica.

A ferramenta possui diversas aplicações, desde a rápida prototipagem de ideias até o ensino de conceitos eletrônicos avançados, atendendo a uma ampla variedade de usuários interessados em transformar ideias em realidade virtual ou física. Educadores encontram na plataforma um método eficaz para envolver os alunos com conteúdo interativo, enquanto entusiastas e designers exploram suas funcionalidades para experimentar e criar sem limites. Sua acessibilidade é um ponto forte, já que se trata de uma plataforma baseada na nuvem que pode ser acessada em qualquer dispositivo com conexão à internet, dispensando a necessidade de software especializado ou hardware computacional poderoso. A Figura 13 é a imagem da tela inicial ao navegar no site.

Figura 13 - Imagem da tela inicial do site Tinkercad



Fonte: AUTODESK Tinkercad, 2024

As Características Principais do site são:

Design 3D: que possibilita a criação de modelos tridimensionais complicados a partir de formas simples, facilitando a impressão em 3D e a visualização de projetos.

Simulação de Circuitos: oferece uma variedade de componentes eletrônicos virtuais, como semicondutores, resistores, LEDs e mais, permitindo que os usuários montem e simulem circuitos eletrônicos sem precisar dos componentes físicos.

Educação: que é amplamente utilizado no campo educacional para ensinar princípios de design, eletrônica e programação de maneira prática e interativa, o Tinkercad é uma ferramenta valiosa para introduzir os estudantes às áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

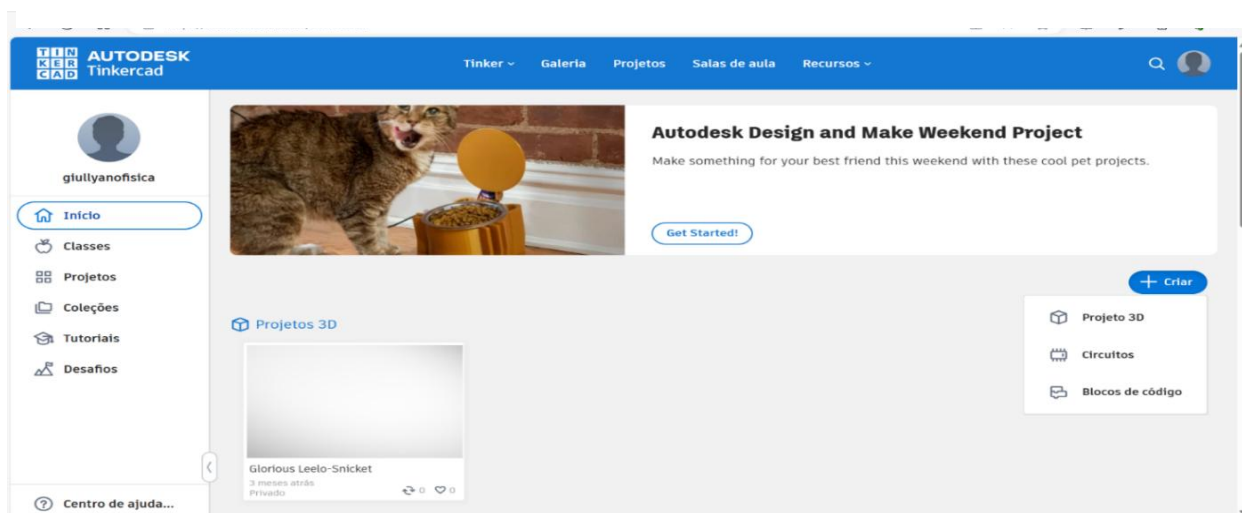
Galeria da comunidade: que abriga uma ampla comunidade de usuários, tutoriais com passo a passo e exemplos de projetos que facilitam o aprendizado e estimulam novas ideias para projetos futuros.

6.3 Visão geral do Tinkercad

Acesso e Criação de Conta, para começar a usar o Tinkercad, é necessário criar uma conta gratuita. O processo é simples e direto, precisando apenas de um endereço de e-mail válido. Depois de se inscrever, os usuários podem acessar imediatamente a área de trabalho do Tinkercad e começar a explorar suas funcionalidades.

Após fazer login, o Tinkercad levará os usuários ao painel principal, onde é possível selecionar entre as opções classes, projetos, coleções, tutoriais e desafios. Para iniciar um novo projeto, basta clicar em (+ criar) e escolher entre Projeto 3D, Circuitos ou Códigos de blocos. Para ensinar sobre semicondutores, a categoria “Circuitos” é a mais relevante. A Figura 14 é a imagem mostrando a janela a janela que aparece após fazer o login.

Figura 14 - Imagem da janela ao fazer login



Fonte: AUTODESK Tinkercad, 2024

O Tinkercad remove os obstáculos iniciais para experimentar e aprender sobre eletrônica, incluindo a manipulação de semicondutores. Ao possibilitar que os usuários criem e testem circuitos eletrônicos em um ambiente virtual, a plataforma oferece uma oportunidade única para explorar as propriedades e aplicações dos semicondutores sem os riscos e custos associados à montagem de circuitos físicos. Além disso, a capacidade de simular o comportamento dos circuitos em tempo real proporciona uma compreensão imediata dos conceitos teóricos, tornando o aprendizado mais interativo e envolvente.

6.4 Navegando na interface

O painel de controle, também conhecido como dashboard, é a primeira tela que você encontrará ao entrar no Tinkercad. Ele atua como um ponto central para seus projetos, permitindo que você elabore novos designs, acesse projetos existentes e explore tutoriais. Para os usuários interessados em circuitos eletrônicos, a seção específica de “Circuitos” é onde grande parte do trabalho com semicondutores serão feitos.

Organização dos Projetos, seus projetos são apresentados em uma grade ou lista para facilitar a visualização e o acesso. Você pode organizar, renomear ou excluir projetos conforme necessário.

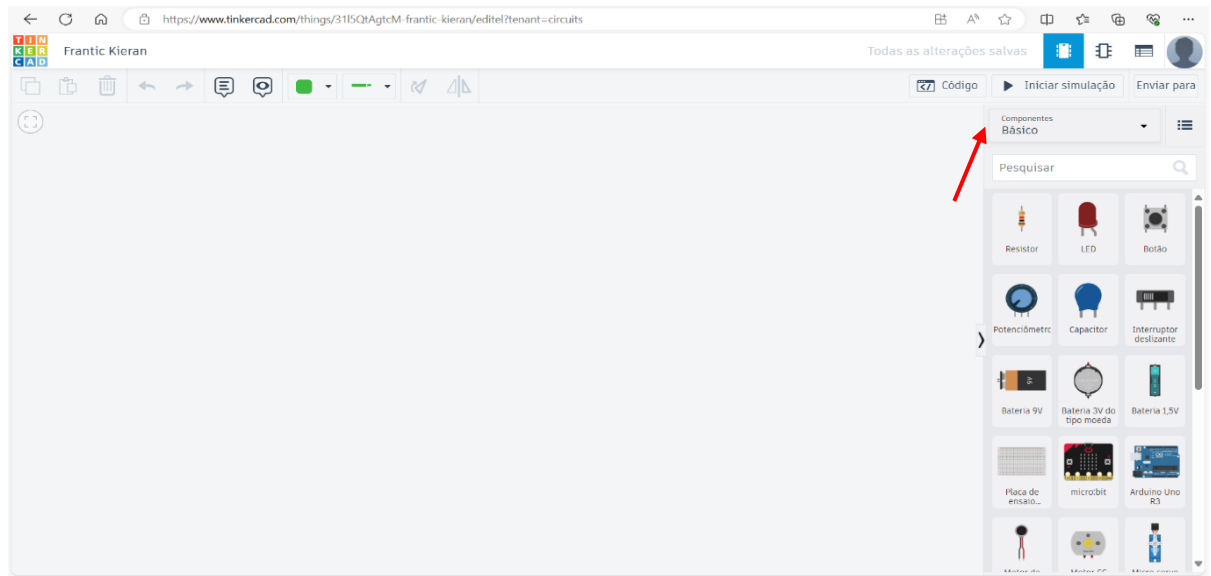
Criação de Novos Projetos, ao iniciar um novo projeto de circuito, basta clicar em “+ criar”. Em seguida, escolha por exemplo circuitos. Isso o levará a uma página em branco pronta para sua exploração.

6.5 Ferramentas e recursos

O ambiente de trabalho do Tinkercad é muito fácil de usar, foi feito para ajudar na montagem de circuitos eletrônicos usando diferentes peças, como semicondutores.

Biblioteca de Componentes: um recurso necessário para criar circuitos, essa biblioteca tem uma grande variedade de peças eletrônicas que você pode procurar e adicionar ao seu projeto. Isso inclui resistores, capacitores, LEDs, diodos, transistores, circuitos integrados e mais. A Figura 15 é a imagem mostrando a localização para encontrar os componentes básicos.

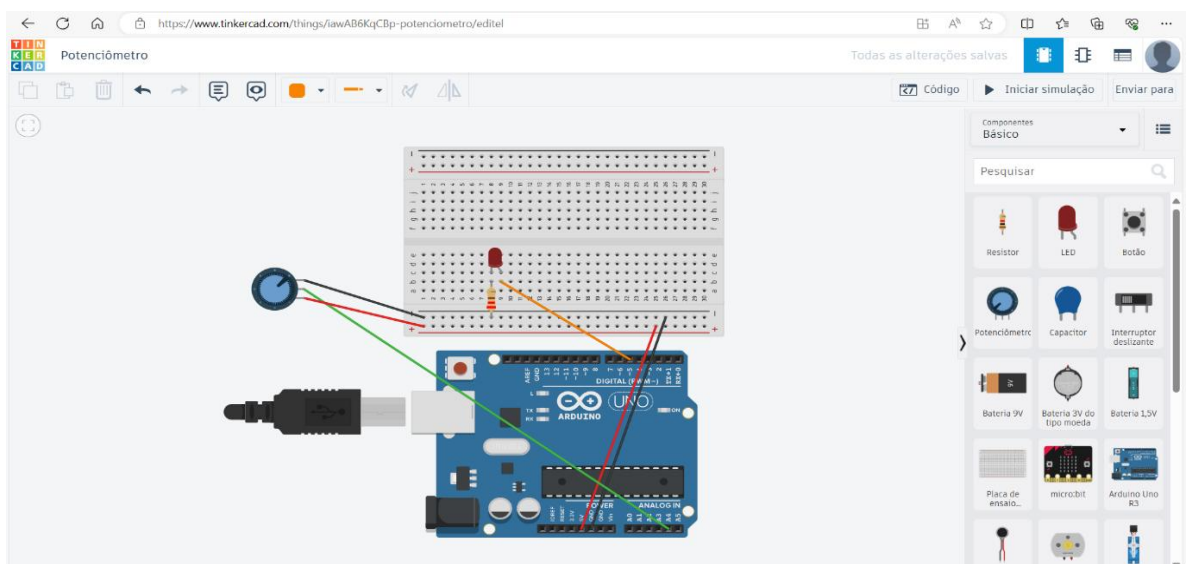
Figura 15 - Imagem mostrando a localização para encontrar os componentes básicos



Fonte: AUTODESK Tinkercad, 2024

Área de Trabalho: o local principal onde você vai montar seu circuito. Você pode arrastar e soltar as peças da biblioteca nessa área, conectá-las com fios virtuais e ajustar suas configurações conforme necessário. A Figura 16 é a imagem mostrando a tela após um circuito ser montado.

Figura 16 - Imagem da tela após um circuito ser montado



Fonte: criada pelo autor, 2024

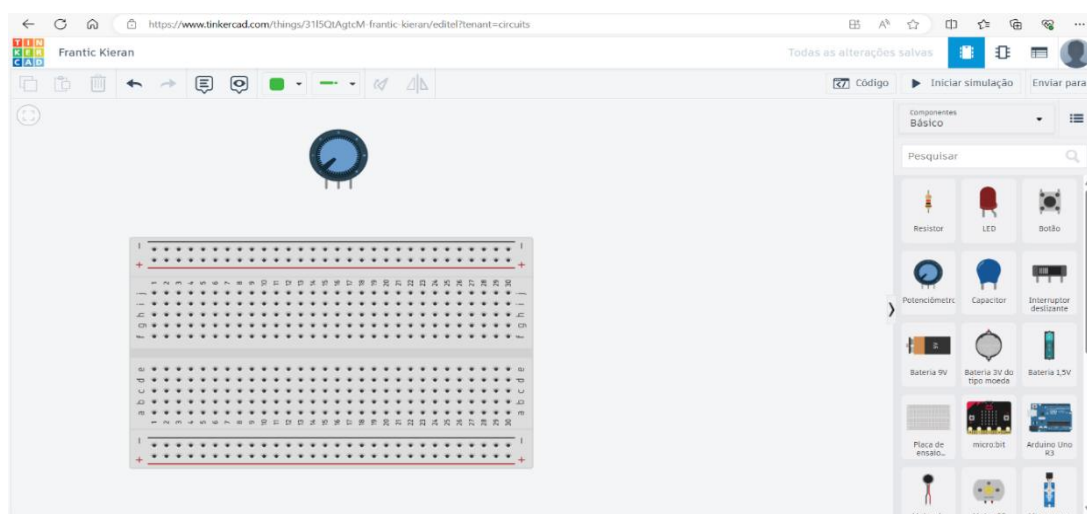
6.6 Simulação

Uma das funcionalidades mais interessantes do Tinkercad é a capacidade de simular em tempo real o comportamento do seu circuito eletrônico. Isso se torna particularmente útil ao lidar

com semicondutores, pois possibilita observar como diferentes configurações afetam o funcionamento do circuito.

Adição ao Circuito: para incluir um componente no seu circuito, basta clicar nele na biblioteca e depois clicar novamente na área de trabalho onde deseja posicioná-lo. Também é possível arrastar e soltar diretamente o componente no local desejado. A Figura 17 é a imagem mostrando elementos adicionados na área de trabalho.

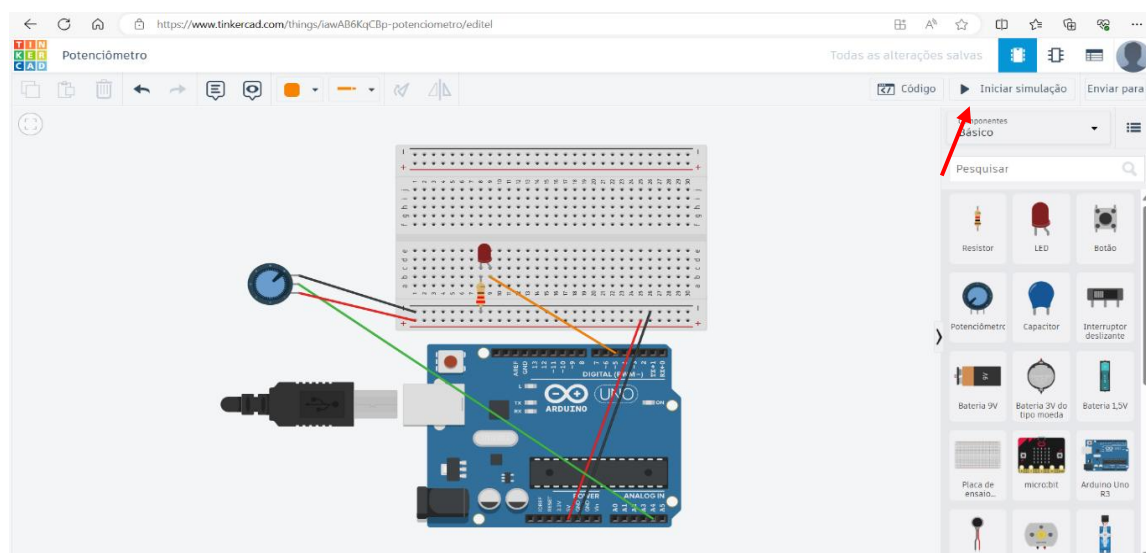
Figura 17 - Imagem mostrando elementos adicionados na área de trabalho



Fonte: criada pelo autor, 2024

Iniciar/Parar Simulação: um botão específico permite iniciar ou interromper a simulação do circuito a qualquer momento, facilitando as experiências e o aprendizado. A Figura 18 é a imagem mostrando o local para iniciar a simulação.

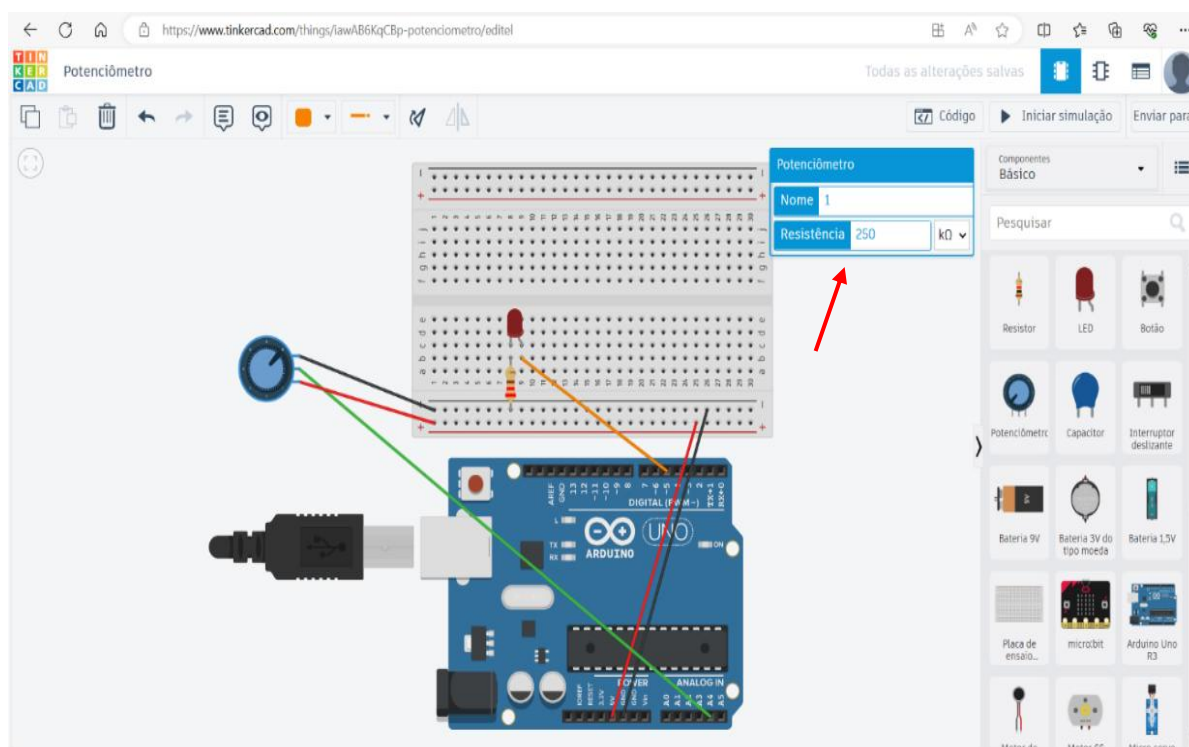
Figura 18 - Imagem mostrando o local para iniciar a simulação



Fonte: criada pelo autor, 2024

Análise e Medição: durante a simulação, é possível utilizar ferramentas de medição para analisar o comportamento do circuito, como a voltagem em pontos específicos, a corrente através dos componentes e outras métricas relevantes. Ao clicar sobre um componente desejado, suas especificações aparecerão na tela; caso queira alterar valores da resistência, unidades de medida, cores ou nomes também é possível fazer ajustes. A Figura 19 é a imagem mostrando como mudar as especificações de um componente.

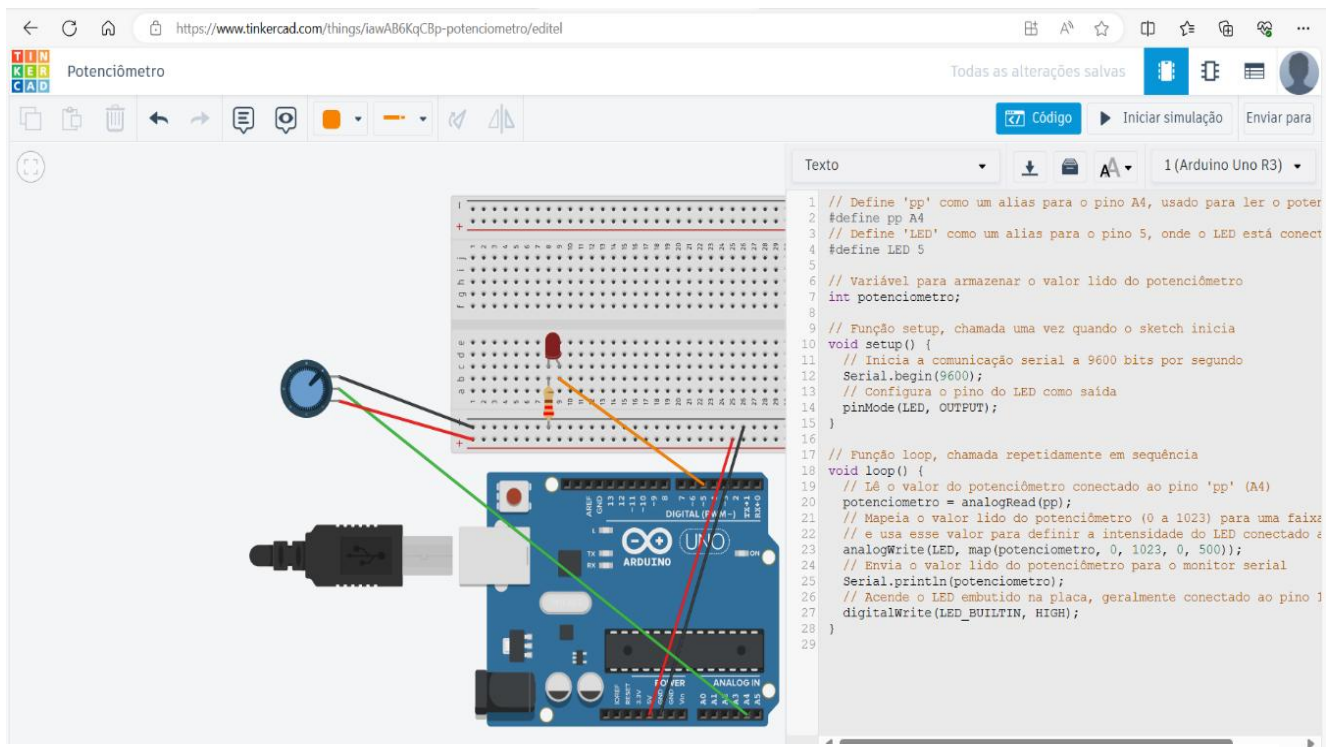
Figura 19 - Imagem mostrando como mudar as especificações de um componente



Fonte: criada pelo autor, 2024

Código: no Tinkercad ainda é possível encontrar uma ferramenta de programação. Além disso, o professor pode ensinar programação, e para visualizar o código do programa, basta clicar na opção “código” para exibir todo o código previamente programado. A Figura 20 é a imagem mostrando como ver o código do programa.

Figura 20 - Imagem mostrando como ver o código do programa



Fonte: criada pelo autor, 2024

6.7 Componentes para simulação

Seleção de Componentes, a plataforma oferece uma ampla variedade de peças eletrônicas que podem ser facilmente inseridas em sua área de trabalho para a montagem de circuitos. Essa coleção inclui resistores, capacitores, LEDs, diodos, transistores e circuitos integrados, entre outros. A biblioteca está localizada na interface do usuário e pode ser acessada por meio de uma barra de pesquisa ou navegando pelas categorias disponíveis. Encontrar componentes específicos é fácil com o uso de palavras-chave.

Descrição dos principais semicondutores

Os semicondutores estão presentes na eletrônica, e o Tinkercad oferece uma variedade desses componentes para simulação. Cada um possui suas próprias características distintas e aplicações específicas em circuitos.

Diodos: são elementos que permitem a passagem de corrente em apenas uma direção. São úteis para proteger circuitos, realizar retificação e outras funções.

Transistores (BJT, MOSFET): utilizados para amplificar sinais ou como interruptores, os transistores desempenham um papel fundamental no controle de circuitos eletrônicos. O Tinkercad disponibiliza tanto transistores de junção bipolar (BJT) quanto transistores de efeito de campo metal-óxido-semicondutor (MOSFET).

Circuitos Integrados (CIs): esses dispositivos contêm vários componentes eletrônicos em um único pacote, executando funções complexas dentro dos circuitos. Exemplos no Tinkercad incluem temporizadores, contadores e microcontroladores.

6.8 Usando componentes em projetos

Ao criar circuitos no Tinkercad, é fundamental compreender a função de cada componente e como ele pode ser empregado para atingir os objetivos do projeto.

Configuração e Propriedades: ao selecionar um componente no circuito, é possível ajustar suas características, como resistência, capacidade, tipo de transistor, e outros mais, de forma a se adequarem ao propósito específico do seu projeto.

Conexões: os componentes são interligados por meio de linhas que simbolizam fios. Essas conexões são imprescindíveis para o correto funcionamento do circuito e devem ser realizadas com atenção à polaridade e ao layout do circuito.

6.9 Aplicações do Tinkercad no ensino de semicondutores

Desenvolvimento de Habilidades Práticas, o Tinkercad, por meio de sua funcionalidade de exploração e experimentação, possibilita que os alunos experimentem a montagem de circuitos de forma segura e acessível, promovendo a curiosidade e a exploração. Isso contribui para o desenvolvimento de habilidades práticas, como raciocínio lógico, resolução de problemas e pensamento crítico.

A simulação de circuitos auxilia na visualização de conceitos abstratos, como o fluxo de corrente, polaridade e operação de semicondutores, tornando o processo educacional mais tangível e compreensível.

Por meio do uso do Tinkercad pode também ser utilizado o aprendizado baseado em projetos para projetos de circuitos, os professores podem criar um ambiente de aprendizado dinâmico, no qual os alunos aplicam conceitos teóricos na prática, aumentando assim a retenção de conhecimento e o envolvimento. Essa plataforma possibilita a colaboração entre os alunos, que podem trabalhar em equipe e compartilhar seus projetos, estimulando a troca de ideias e feedback imediato sobre suas criações.

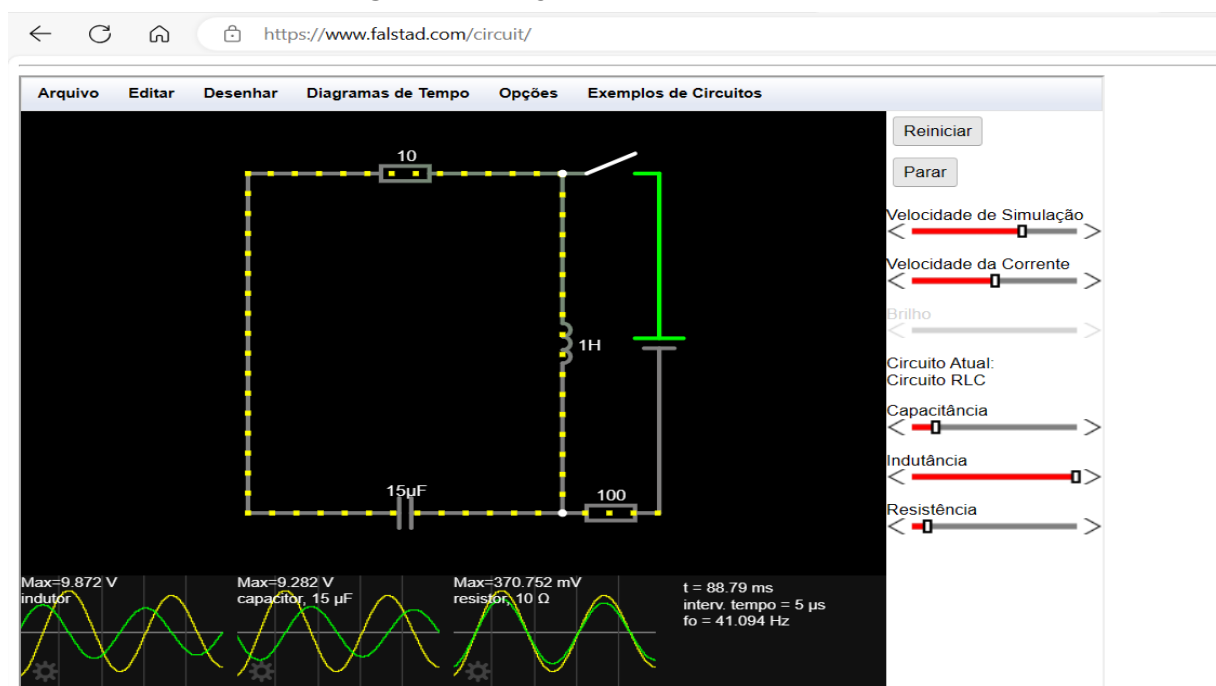
Educadores podem usar projetos no Tinkercad como uma maneira de avaliação prática, onde os alunos demonstram seu entendimento sobre semicondutores e circuitos eletrônicos por meio da criação de circuitos funcionais. A plataforma oferece uma oportunidade para os educadores darem feedback direto e construtivo aos alunos, analisando e comentando sobre os

projetos enviados. Isso não apenas ajuda na correção de erros, mas também estimula o aprimoramento contínuo.

6.10 Introdução ao Falstad

O software Falstad é uma ferramenta de simulação que se destaca no campo da educação e pesquisa em eletrônica, devido à sua capacidade de modelar e visualizar o comportamento de circuitos eletrônicos de forma dinâmica e educativa. Desenvolvido por Paul Falstad, o software é amplamente reconhecido por sua interface gráfica interativa que facilita a compreensão de complexos conceitos eletrônicos e princípios de circuito, tornando-o um recurso valioso tanto para iniciantes quanto para profissionais experientes. A Figura 21 é a imagem da tela inicial ao entrar no site do Falstad.

Figura 21 - Imagem ao entrar no site Falstad



Fonte: Falstad, 2024

Aplicação prática e importância

A importância do software Falstad reside na sua habilidade de tornar o aprendizado de conceitos eletrônicos mais acessível e menos abstrato. Através de simulações visuais, os usuários podem ver em tempo real como diferentes componentes eletrônicos interagem e influenciam o comportamento de um circuito. Isso inclui a visualização de ondas, o fluxo de corrente e as alterações de tensão ao longo do tempo, oferecendo uma compreensão imediata e intuitiva que é difícil de alcançar através de métodos de ensino mais tradicionais.

Além de sua função educativa, o Falstad também serve como uma ferramenta prática para o design e teste de circuitos. Engenheiros e designers podem usar o software para prototipar rapidamente novos circuitos, testar configurações e diagnosticar problemas em um ambiente controlado e seguro, economizando tempo e recursos que seriam gastos em montagens físicas de teste.

6.11 Características principais do software Falstad

- **Simulação de Circuitos Eletrônicos:** o núcleo do software Falstad é sua capacidade de simular uma ampla gama de circuitos eletrônicos. Usuários podem facilmente arrastar e soltar componentes como resistores, capacitores, transistores e LEDs em uma área de trabalho virtual. Cada componente pode ser configurado com valores específicos, permitindo simulações precisas que refletem comportamentos reais de circuitos. Além disso, o software suporta simulações de elementos mais complexos, como filtros, osciladores e amplificadores, proporcionando uma ferramenta abrangente para o estudo e design de circuitos eletrônicos.
- **Interface e Facilidade de Uso:** a interface do Falstad é projetada para ser intuitiva e amigável. Mesmo usuários sem experiência prévia em projeto de circuitos podem começar a usar o software com pouco ou nenhum treinamento. A interface gráfica mostra claramente os componentes e as conexões, e as simulações são executadas em tempo real, mostrando visualmente como os sinais e as correntes se comportam ao longo do circuito. Isso torna o aprendizado muito mais visual e interativo.
- **Variedade de Componentes e Módulos Disponíveis:** Falstad não se limita apenas a componentes eletrônicos básicos. Ele oferece uma vasta biblioteca que inclui fontes de alimentação, dispositivos semicondutores, elementos de circuitos digitais e até mesmo modelos de componentes especializados como transformadores e motores. Esta diversidade permite aos usuários experimentarem e aprenderem sobre uma ampla variedade de dispositivos e tecnologias eletrônicas.
- **Ferramentas de Análise e Visualização:** além de montar e simular circuitos, o Falstad oferece poderosas ferramentas de análise. Os usuários podem visualizar graficamente parâmetros como voltagem, corrente e potência em qualquer ponto do circuito. O software também inclui funcionalidades como análise de Fourier, que são essenciais para estudar o comportamento de sinais em sistemas de comunicação e eletrônica de áudio.

Essas ferramentas são ótimas para entender profundamente os princípios operacionais dos circuitos e para a realização de projetos mais avançados.

Estas características fazem do software Falstad uma ferramenta excepcionalmente valiosa não apenas para aprendizado e ensino, mas também como uma plataforma de prototipagem e teste em engenharia eletrônica. A combinação de facilidade de uso com capacidades de simulação robustas e precisas permite que o software atenda a uma gama variada de necessidades educacionais e profissionais na área de eletrônica.

6.12 Aplicações educacionais do software Falstad

Uso em Ambientes Acadêmicos: Falstad é uma ferramenta muito popular em contextos educacionais, particularmente em cursos de engenharia elétrica, eletrônica e tecnologia da informação. Sua interface interativa e a capacidade de simular complexos circuitos eletrônicos em tempo real o tornam ideal para demonstrações em sala de aula e laboratórios virtuais. Educadores podem usar o software para explicar teorias e conceitos difíceis, como o comportamento de circuitos RLC, a resposta de frequência de filtros eletrônicos, e o funcionamento de circuitos integrados.

Benefícios para Estudantes e Professores: para os estudantes, o Falstad oferece uma maneira prática e imersiva de aprender e experimentar com eletrônica sem o custo de componentes físicos ou o risco de danos associados ao trabalho com eletricidade. Eles podem testar e modificar circuitos inúmeras vezes, o que favorece para um entendimento profundo dos princípios eletrônicos. Para os professores, o software é uma ferramenta versátil que suporta a criação de conteúdo didático adaptado, permitindo a elaboração de exercícios específicos e projetos que reflitam as metas curriculares.

Alguns Exemplos de Experimentos Possíveis que podem serem simulados no Falstad

1. Simulações de Circuitos Básicos: estudantes podem começar com circuitos simples para entender conceitos fundamentais como Lei de Ohm, circuitos série e paralelo, e divisores de tensão.

2. Estudo de Comportamento Dinâmico: usando o Falstad, é possível simular como os circuitos respondem a diferentes frequências e tipos de entrada, como sinais sinusoidais ou pulsos, ajudando a entender melhor a dinâmica dos sistemas eletrônicos.

3. Design de Circuitos Avançados: alunos de níveis mais avançados podem projetar e simular circuitos complexos, como amplificadores operacionais, conversores de potência e

sistemas de comunicação digital, o que facilita a transição para projetos de engenharia real e prática industrial.

6.13 Fomentando a colaboração e a inovação

O software também promove a colaboração entre estudantes e entre instituições de ensino. Projetos e simulações podem ser facilmente compartilhados e modificados, permitindo um ambiente colaborativo e inovador onde ideias podem ser testadas e aperfeiçoadas coletivamente.

O uso do software Falstad em ambientes educacionais representa uma ponte entre a teoria e a prática, oferecendo aos estudantes uma ferramenta de aprendizado visual e interativo que complementa as metodologias tradicionais de ensino. Através de sua capacidade de demonstrar conceitos complexos de maneira simplificada e acessível, Falstad é uma peça-chave na educação moderna em eletrônica.

Capítulo 7: Descrição da aplicação do Produto Educacional

7.1 Metodologia utilizada no Produto Educacional

A metodologia aplicada no Produto Educacional³ propôs uma abordagem integrada para o ensino de semicondutores. A proposta aliou o uso dos simuladores virtuais Tinkercad e Falstad à aplicação da metodologia Design Thinking, favorecendo uma análise mais aprofundada e precisa do progresso na aprendizagem dos estudantes. Sua concepção foi embasada na teoria da aprendizagem de Vygotsky, priorizando uma metodologia que promove a construção do conhecimento por meio da interação ativa entre os alunos, ampliando o engajamento e a compreensão dos conteúdos.

O produto educacional teve como propósito oferecer uma alternativa transformadora ao modelo tradicional de ensino em sala de aula, ampliando as possibilidades de aprendizado e promovendo maior engajamento entre os discentes. Essa abordagem visa estimular a motivação por meio de experiências dinâmicas e interativas, criando um ambiente de aprendizado mais envolvente, participativo e contextualizado. Ao integrar metodologias modernas e ferramentas tecnológicas, o produto educacional não apenas fortalece a construção do conhecimento, mas também desenvolve habilidades essenciais para o pensamento crítico e criativo. Dessa forma, consolida-se um processo de ensino-aprendizagem mais significativo, eficaz e alinhado às demandas do mundo contemporâneo.

7.2 Aplicação do Produto Educacional

O ensino de semicondutores no ensino médio é indispensável não apenas para ampliar o conhecimento dos estudantes sobre tecnologias modernas, mas também para fortalecer o aprendizado na disciplina de Física, que desempenha um papel central na compreensão do funcionamento do mundo natural e tecnológico. Os semicondutores constituem uma aplicação direta de conceitos fundamentais da Física como eletricidade, estrutura atômica e propriedades dos materiais. Com esse conteúdo, os alunos não apenas aprendem a teoria, mas também têm a oportunidade de perceber como os conhecimentos físicos se concretizam na prática, sendo transformados em soluções tecnológicas que respondem a desafios do cotidiano. Por esses motivos, os semicondutores foram escolhidos como tema central para a aplicação do produto educacional.

³ Link do Produto Educacional:

[https://d.docs.live.net/9259cfd5cc6926f/Área%20de%20Trabalho/Tudo/Nova%20pasta%20\(2\)/Dissertação%20e%20Prdotuo%20Educacional/Produto%20Educacional%20de%20Giullyano%20Cordeiro%20dos%20Santos%20-%20versão%20final.pdf](https://d.docs.live.net/9259cfd5cc6926f/Área%20de%20Trabalho/Tudo/Nova%20pasta%20(2)/Dissertação%20e%20Prdotuo%20Educacional/Produto%20Educacional%20de%20Giullyano%20Cordeiro%20dos%20Santos%20-%20versão%20final.pdf)

O produto educacional foi aplicado no Instituto Federal da Bahia (IFBA), na região do Baixo Sul da Bahia, abrangendo três turmas da 2ª série do Ensino Médio, durante um período de cinco semanas. A carga horária semanal foi de 2 horas aula para cada turma, totalizando 30 horas de atividades pedagógicas.

As turmas participantes foram organizadas da seguinte forma: uma do curso de aquicultura, denominada “Turma A”, e duas do curso de turismo, denominadas “Turma B” e “Turma C”. Essas nomenclaturas serão utilizada ao longo da descrição e análise dos dados para facilitar a apresentação e interpretação dos resultados.

Quadro 1 – Datas da aplicação do Produto Educacional

Turma A		Turma B		Turma C	
Encontro	Data	Encontro	Data	Encontro	Data
Primeiro	26/08/2024	Primeiro	28/08/2024	Primeiro	27/08/2024
Segundo	02/09/2024	Segundo	02/09/2024	Segundo	03/09/2024
Terceiro	09/09/2024	Terceiro	09/09/2024	Terceiro	10/09/2024
Quarto	16/09/2024	Quarto	16/09/2024	Quarto	17/09/2024
Quinto	23/09/2024	Quinto	23/09/2024	Quinto	24/09/2024

Fonte: criada pelo autor, 2025

As intervenções ocorreram no laboratório de informática do campus, onde cada estudante contou com o uso exclusivo de um computador, garantindo condições ideais para o desenvolvimento das atividades planejadas.

A organização metodológica incluiu a disponibilização de recursos tecnológicos em um ambiente propício ao aprendizado, promovendo igualdade de acesso às ferramentas necessárias. Essa estrutura possibilitou a condução de atividades diferenciadas e eficazes, além de viabilizar a coleta sistemática de dados para análise.

Tabela 2 – Número de discentes das turmas.

Turma	Número de discentes
A	24
B	26
C	30
Total	80

Fonte: criada pelo autor, 2025

A aplicação do produto educacional foi realizada em cinco semanas, e foi dividida da seguinte forma:

No primeiro encontro, foi a apresentação do produto educacional a todos os participantes, descrevendo em detalhes seu funcionamento, seus principais objetivos e como seria a dinâmica nas próximas aulas. Após essa apresentação foi a introdução do conteúdo semicondutores, abordando os princípios fundamentais desses materiais e suas principais aplicações. Em seguida, foi feita a apresentação da plataforma Tinkercad utilizada para simular circuitos eletrônicos de forma interativa e prática. Ao final da aula foram divididos os grupos para apresentação final do trabalho e a primeira parte do trabalho foi a entrega do mapa da empatia.

No segundo encontro foi abordado os conceitos de junções NPN e PNP, explicando como esses dispositivos semicondutores funcionam e qual é a importância de entender seus princípios básicos para aplicações em circuitos eletrônicos. Como identificar cada tipo de junção e discussão de exemplos práticos de situações em que esses componentes são essenciais. Além disso, foi a apresentação da plataforma Falstad para ilustrar, de maneira interativa, o comportamento das junções em diferentes cenários. Por meio de simulações visuais, foi possível observar como as correntes fluem nos transistores e compreender melhor as características de cada configuração.

Já no terceiro encontro, o conteúdo trabalhado foi sobre LEDs (*Light Emitting Diodes*) - diodo emissor de luz, explicando seus princípios de funcionamento, a importância da polaridade e a necessidade de utilizar resistores para controlar a corrente. Foi abordado também diferentes aplicações práticas dos LEDs no cotidiano, ressaltando como esse componente é versátil em projetos de eletrônica. Após a parte teórica, foi feita a simulação na plataforma Tinkercad, demonstrando passo a passo como montar um circuito simples com um LED e um resistor. Foi possível observar, de maneira interativa, o comportamento do LED ao variar a tensão de alimentação e o valor do resistor, o que ajudou todos a compreenderem de forma mais clara como esse dispositivo funciona na prática.

O tema abordado no quarto encontro foi, o funcionamento dos transistores e realizado simulações no Falstad e no Tinkercad. Primeiramente, foram discutidos os princípios básicos dos transistores, abordando suas características de chaveamento e amplificação de sinal, bem como as diferenças entre os modelos mais comuns, como os transistores bipolares (BJT) e os transistores de efeito de campo (FET). Em seguida, foi a parte prática utilizando as plataformas de simulação Falstad e Tinkercad. No Falstad, os discentes visualizaram em tempo real como a corrente flui através do circuito, alterando valores de resistência e tensão para observar o comportamento dinâmico dos transistores. Já no Tinkercad, além da simulação, aproveitaram sua

interface simples para criar protótipos virtuais de circuitos, testando diferentes configurações e aprendendo como aplicar os transistores em projetos de maneira segura e eficiente.

Esse contato prático com duas ferramentas de simulação permitiu reforçar o entendimento teórico sobre transistores, oferecendo uma base sólida para caso tenham interesse em fazer projetos futuros que envolvam o controle de tensão, corrente e lógica de chaveamento em circuitos eletrônicos.

No quinto encontro, os discentes realizaram as apresentações dos trabalhos desenvolvidos ao longo das últimas semanas. A proposta consistia na seguinte forma: cada grupo deveria criar uma persona, identificar uma problemática enfrentada por essa persona e, em seguida, propor uma solução inovadora utilizando tecnologias baseadas em semicondutores.

Etapas do Trabalho:

1. Criação da persona, os grupos começaram construindo personas realistas, com características como:

- Nome, idade e ocupação;
- Hábitos de consumo de tecnologia;
- Dores ou necessidades específicas relacionadas ao cotidiano.

O objetivo foi desenvolver uma conexão clara entre o contexto da persona e os desafios que ela enfrenta.

2. Identificação da problemática, após definir a persona, os alunos buscaram problemas reais que pudessem ser solucionados. Exemplos questões de saúde, acessibilidade, eficiência energética, automação de processos dentre vários outras.

3. Proposta de solução com semicondutores, no final os grupos apresentaram soluções práticas e inovadoras, demonstrando como os semicondutores poderiam ser aplicados. Foram mencionados dispositivos como sensores, transistores e microchips integrados, evidenciando o potencial das tecnologias na resolução dos problemas apresentados.

7.3 Relato da aplicação do Produto Educacional

7.3.1 Relato do primeiro encontro

Na turma A, os alunos inicialmente ficaram tímidos por conta da gravação. Além disso, muitos não haviam estudado os materiais enviados na pré-aula, o que impactou o início das atividades. Antes de iniciar a explicação, foi questionado aos alunos sobre o que eles compreenderam a respeito de semicondutores, apenas um discente comentou o que entendeu

sobre semicondutores. A resposta do discente A, reflete uma compreensão inicial e parcialmente correta do conceito de semicondutores.

“Que é um tipo que não transmite com tanta facilidade a corrente elétrica.” (Discente A).

A resposta do discente A, mostra que alcançou o que era esperado com os materiais da pré-aula. O objetivo era justamente proporcionar uma base inicial que preparasse os alunos para explorar o tema mais a fundo em sala.

Após o comentário do discente foi explicado o conteúdo, houve certa dificuldade na compreensão inicial do conteúdo, especialmente porque, estando na 2ª série, os alunos ainda não tinham uma base sólida sobre os conceitos de eletricidade. No entanto, com o avanço da aula e o suporte entre os próprios colegas, essa dificuldade foi sendo minimizada.

Durante a parte prática, não foi necessário dividir a atividade no computador em grupos, pois havia máquinas suficientes para cada estudante. É importante ressaltar que o tempo dedicado à apresentação do cadastro na plataforma Tinkercad pode ser reduzido.

Os discentes demonstraram grande interesse pelo software e se mostraram animados para as próximas aulas. Foi observado que, ao ajudarem os colegas tanto no processo de cadastro quanto na construção do experimento, houve uma intensa interação entre eles, o que estava alinhado com as expectativas, uma vez que a abordagem metodológica adotada é baseada nos princípios vygotskyanos.

Na turma B, alguns alunos estudaram o conteúdo da pré-aula, o que contribuiu para uma participação mais ativa em comparação com a turma A. Ao perguntar quem queria comentar o que entenderam, alguns alunos quiseram falar.

“Eu vi que na maioria dos eletrônicos de hoje em dia os semicondutores está presente.” (Discente B).

“É o que me chamou a atenção também, foi essa importância, porque eu não sabia dessa importância toda na área da geopolítica, na área tecnologia mesmo.” (Discente C).

Ao questionar sobre o que pensam o que deve ser um semicondutor, ficaram respondendo de forma alternada: ele equilibra, ele faz o meio termo. O que chamou muito atenção dos alunos para o tema da primeira aula foi a questão da geopolítica e a importância que os semicondutores têm, além disso, os alunos dessa turma demonstraram maior atenção à explicação do conteúdo.

No cadastro dos discentes na plataforma Tinkercad, eles ao navegarem perceberam que poderia ser criada uma sala e sugeriram que o professor criasse uma sala, já que o software oferece essa funcionalidade. A ideia foi interessante e pode ser considerada para ser implementada.

Houve também um momento espontâneo de colaboração entre os alunos, quando um estudante se ofereceu para ajudar os colegas que estavam com dificuldades na confecção do experimento. De maneira geral, os discentes demonstraram bastante interesse na utilização do software e aproveitaram bem a atividade.

Na turma C, alguns alunos participaram ativamente no início da aula, explicando o que entenderam da pré-aula.

“Eu achei muito interessante né do assunto e esse que viu agora sobre a modernidade, sobre o conflito também geopolítico que introduz os semicondutores né Taiwan, China e Estados Unidos que sancionou aquela lei pra tentar agora tanto os semicondutores porque eles agora querem fazer tudo né.” (Discente D).

“Então os semicondutores é uma meta muito importante, né, como foi dito. Hoje em dia é, digamos que é a causa de uma briga mais jogada aqui pra aula da geopolítica né, até porque digamos dois países principais lutam por Taiwan que é uma das maiores reservas de, do semicondutor que é usado hoje pra, pra produzir a maioria das coisas que nós usamos né, principalmente eletrônicos.” (Discente E).

Além de falar sobre as questões geopolíticas, os discentes dessa turma conseguiram responder corretamente sobre o que é um isolante elétrico, um condutor elétrico e o que é um semicondutor. Ao serem perguntado o que é um isolante elétrico, um discente respondeu:

“É um que não produz eletricidade.” (Discente F).

Quando foi perguntado o que é um condutor elétrico o mesmo discente respondeu:

“É aquele que conduz eletricidade.” (Discente F).

Foi perguntado o que vocês acham o que é um semicondutor, outro discente respondeu:

“É quele que pode conduzir e não conduzir.” (Discente G).

Os discentes demonstraram um bom entendimento após assistirem aos materiais da pré-aula. Essa preparação permitiu que participassem ativamente, tornando a aula interativa e produtiva. Nesta turma houve perguntas de alguns discente, durante a explicação do conteúdo, enquanto nas outras turmas não houve.

Na explicação do conteúdo, alguns alunos demonstraram certo desinteresse pelo conteúdo teórico e alguns acabaram jogando no computador. Ao perceber, houve uma intervenção, solicitando que saíssem dos jogos, e eles atenderam prontamente. Porém, quando chegou o momento de criar a conta e realizar o experimento no software, o envolvimento da turma mudou. Demonstraram mais interesse, interagiram melhor e passaram a aproveitar mais a aula. No entanto, como havia computadores suficientes para cada aluno, a interação entre eles foi mais limitada, a parte prática do experimento no software foi realizada de forma individual.

No primeiro encontro com as turmas A, B e C, os objetivos foram alcançados, apesar de alguns desafios. Na turma A, mesmo em meio a timidez inicial devido à gravação e de muitos alunos não terem estudado os materiais da pré-aula, a interação e o entendimento foram melhorando ao longo da aula. A resposta de um aluno sobre semicondutores refletiu uma ótima compreensão inicial, alinhada com as metas do encontro. Na turma B, a participação foi mais ativa, impulsionada por um melhor preparo prévio, e a discussão sobre semicondutores envolveu respostas inovadoras sobre suas funções e a importância geopolítica, fisingando o interesse dos alunos. Na turma C, a interatividade e o interesse aumentaram significativamente durante a parte prática no software Tinkercad, apesar de um começo mais desafiador com desinteresse por parte de alguns alunos durante a teoria.

Nas turmas A, B e C, os discentes acharam o experimento fácil e gostaram bastante da atividade. Em relação ao nível do conteúdo, foi adequado para as turmas apesar de serem 2ª série do nível médio, tiveram um pouco de dificuldade no início, porém conseguiram compreender bem os conceitos abordados. Durante as aulas, eles se envolveram ativamente nas explicações e demonstraram entusiasmo ao utilizar a plataforma Tinkercad. A interação entre os alunos foi ótima, e eles expressaram satisfação ao explorar e utilizar o software, o que contribuiu significativamente para o sucesso da aula.

Foi notável a necessidade de incluir mais conteúdos e experimentos para este encontro, já que a aplicação do experimento ocorreu rapidamente, deixando espaço para aprofundamento. A construção do mapa da empatia não foi tão produtiva, pois a sala não oferecia um ambiente adequado para o trabalho em grupo. Como alternativa, os alunos tiveram que se reunir fora da

sala, alguns no pátio, o que dificultou o acompanhamento por parte do docente. Por isso, foi solicitado que concluíssem a atividade após a aula e a trouxessem pronta na próxima.

7.3.2 Relato do segundo encontro

Na turma A, muitos alunos assistiram ao vídeo e estudaram o material da pré-aula, demonstrando um bom nível de preparação para o encontro. Um discente, em particular, conseguiu compreender intuitivamente o conceito de corrente elétrica, mesmo sem que ele tivesse sido explicitamente abordado na aula anterior, o que indicou um raciocínio bem desenvolvido sobre o tema.

Ao perguntar quem queria compartilhar o que entenderam do conteúdo alguns discentes responderam:

“O diodo é um componente eletrônico que permite o fluxo de corrente elétrica em apenas uma direção, agindo como um interruptor.” (Discente H).

“Os diodos, eles permitem que a corrente flua numa única direção e mudando a posição dele, pode ser um condutor ou um isolante.” (Discente I).

Na segunda parte da aula, dedicada à apresentação do mapa da empatia, os alunos criaram personagens que refletiam sua própria realidade, expressando frustrações e desafios do cotidiano. Eles se envolveram bastante na atividade e demonstraram interesse ao relacioná-la com suas experiências. Ao final de cada apresentação, houve uma contribuição do docente sugerindo possíveis problemas enfrentados por esses personagens que poderiam ser resolvidos com o uso de semicondutores.

Na terceira parte, que foi a aula expositiva, alguns alunos demonstraram desinteresse, o que pode ter sido influenciado pela falta de familiaridade do professor com o conteúdo, já que se tratava de um tema pouco usual em suas aulas. Como resultado, alguns estudantes acabaram jogando no computador durante esse momento.

Já na quarta parte, voltada para a confecção do experimento no simulador Falstad, toda a turma se envolveu ativamente e demonstrou grande interesse. Por ser um experimento simples e de baixa complexidade, praticamente não houve necessidade de ajuda entre os colegas, o que também reduziu a interação entre os alunos durante essa etapa. Ao final da aula, foi reforçada a importância de encontrar um problema que pudesse ser resolvido com semicondutores, baseado na vida dos personagens criados no mapa da empatia.

Na turma B, houve uma mudança no horário das aulas de Física. Inicialmente, as aulas aconteciam às quartas-feiras, mas, devido a uma reorganização na grade causada por uma situação envolvendo outra professora, passaram a ocorrer às segundas-feiras. Essa alteração foi comunicada de forma repentina, o que acabou gerando confusão entre os alunos. Como resultado, ninguém assistiu ao vídeo e nem estudaram os materiais enviados a pré-aula, pois não estavam preparados para essa mudança já entrar em vigor neste encontro.

Durante a atividade do mapa da empatia, os personagens criados pelos alunos refletiram bastante a realidade deles. O professor interveio para sugerir possíveis problemas que poderiam ser resolvidos com o uso de semicondutores, mas também deixou espaço para que cada grupo definisse, de forma autônoma, a problemática que gostaria de trabalhar na próxima aula.

Na aula expositiva, por ser a segunda vez que ministrava o tema naquela semana, estava mais confiante e fluente na explicação. Isso fez com que os alunos demonstrassem mais interesse na aula, reduzindo o desinteresse e a dispersão observados na turma anterior. Na etapa de confecção do experimento no simulador Falstad, enfrentaram um pouco mais de dificuldade no início, mas todos conseguiram realizar a atividade com sucesso. Apesar da baixa interação entre eles, demonstraram muito comprometimento e se envolveram bastante com o experimento.

Ao final da aula, foi reforçada a importância de definir a problemática que será abordada na próxima aula, solicitando que os alunos trouxessem suas escolhas já formuladas.

Na turma C, no início da aula, ao perguntar se haviam assistido ao vídeo e acessado o material da pré-aula, responderam que não, alegando que não receberam a atividade no Class. No entanto, ao verificar, constataram que o material havia sido postado corretamente, e até mesmo um aluno já havia entregado a atividade pela plataforma.

No segundo momento, durante a apresentação do mapa da empatia, houve um problema na abordagem da atividade. Muitos alunos já elaboraram o mapa com base em ideias pré-definidas para a próxima etapa, o que acabou comprometendo a proposta inicial. A intenção do mapa da empatia é justamente gerar insights para a definição do problema, e essa inversão do processo dificultou esse objetivo. Além disso, os mapas foram bastante simplificados, e a maioria dos alunos não responderam todas as perguntas propostas. Durante as apresentações, alguns estudantes estavam dispersos e jogando no computador.

Na aula expositiva, houve mais confiança na explicação, o que contribuiu para uma melhor condução do conteúdo. Diferentemente das outras turmas, surgiram perguntas mais complexas, e foram respondidas adequadamente.

Na etapa de confecção dos experimentos, os alunos não enfrentaram dificuldades para reproduzi-lo, já que foi sendo guiado pelo docente durante as etapas da simulação, demonstraram

grande entusiasmo nessa parte da aula. No entanto, a interação entre eles foi mínima. Alguns participaram mais ativamente, mas preferiram interagir diretamente com o professor em vez de colaborar entre si.

Nas três turmas, o encontro revelou diferentes graus de preparação dos discentes, impactando significativamente a dinâmica das atividades. Na turma A, a efetiva participação na pré-aula possibilitou um engajamento aprofundado nas atividades propostas, com destaque para o mapa da empatia e o experimento no simulador Falstad. Na turma B, a inesperada mudança no horário das aulas desorientou os alunos, afetando o estudo da pré-aula. No entanto, a aula expositiva e o experimento subsequente mostraram uma recuperação no interesse e na participação dos estudantes. Na turma C, a falta de acesso ao material da pré-aula e uma abordagem prematura ao mapa da empatia inicialmente complicaram a atividade. Apesar disso, a aula expositiva e a simulação guiada revelaram um envolvimento eficaz.

Apesar dos desafios enfrentados inicialmente nas turmas B e C por não terem estudados os materiais da pré-aula, os objetivos do encontro foram alcançados com sucesso nas três turmas. Todos os alunos trouxeram a atividade do mapa da empatia, demonstrando envolvimento e preparação. A compreensão do tema da aula foi evidente, refletindo-se no interesse e na participação ativa durante as discussões e explicações. Além disso, no experimento com o simulador Falstad, os alunos não apenas realizaram a atividade proposta, como também demonstraram uma ótima compreensão dos conceitos envolvidos. Esse engajamento e entendimento são indicativos do sucesso do encontro, mostrando que, mesmo diante de obstáculos, o aprendizado desejado foi efetivamente alcançado.

7.3.3 Relato do terceiro encontro

Na primeira parte do encontro na turma A, foi solicitado que explicassem o que entenderam do vídeo enviado na pré-aula, mas ninguém havia assistido. Em seguida, houve a apresentação da aula expositiva sobre o funcionamento do LED. Após essa explicação, os alunos realizaram o primeiro experimento do dia sem dificuldades. No entanto, no segundo experimento, apenas um aluno conseguiu concluir a atividade. Muitos tiveram dificuldades, pois acharam o código extenso e cometeram erros na escrita do programa, o que os impediu de rodá-lo corretamente. Diante desse desafio, decidiu-se que, para as próximas turmas, o código do experimento 2, referente ao LED RGB, seria enviado em um arquivo Word para que os alunos pudessem copiar e colar diretamente, reduzindo erros de digitação e facilitando a execução e otimizando o tempo da aula, já que não estão familiarizados em digitar no computador.

Quando questionados sobre a definição da problemática, apenas um grupo havia pensado parcialmente no tema. Por isso, foi solicitado que todos trouxessem, na próxima semana, uma problemática definida e possíveis ideias para solucioná-la. Foi perceptível que ficaram frustrados por não conseguirem concluir o segundo experimento. Além disso, houve baixa interação entre eles ao longo da aula.

Na turma B, ao perguntar quantos alunos assistiram ao vídeo da pré-aula, poucos responderam que haviam assistido e um discente comentou o que assistiu:

“Assisti um pouquinho e eu vi que tinha um LED vermelho, LED azul, um LED branco, mais tinha alguma coisa lá, tinha como fazer o LED azul sozinho, não lembro muito não, mais foi isso.” (Discente J).

A resposta do Discente J sobre as cores do LED RGB indica que ele compreendeu o conceito básico, demonstrando um bom ponto de partida para aprofundar o conhecimento sobre o tema. No entanto, seria enriquecedor se tivesse explorado mais detalhadamente as funcionalidades e as aplicações práticas dos LEDs RGB no cotidiano, poderia incluir exemplos de como esses LEDs são utilizados em dispositivos eletrônicos, iluminação decorativa e em sinais de trânsito, ilustrando assim sua relevância e versatilidade no uso diário.

Em seguida ao serem questionados sobre a definição da problemática, alguns já tinham uma ideia bem estruturada, enquanto outros ainda estavam com dificuldades para formulá-la de maneira clara.

Na aula expositiva sobre tema foi satisfatória, no entanto, a atenção dos alunos foi apenas razoável, com pouca interação durante essa etapa.

Na parte prática, o primeiro experimento foi realizado com certa facilidade. Já no segundo experimento, mesmo com o código sendo disponibilizado previamente, alguns alunos ainda encontraram dificuldades e não conseguiram simular corretamente, enquanto outros tiveram sucesso. Apesar disso, o envio do código se mostrou uma estratégia eficaz, pois reduziu o nível de frustração dos alunos em comparação com outra turma.

Ao iniciar a simulação eles ficaram modificando o tempo de delay do LED e conversando entre eles sobre qual o valor para ser rápido ou lento, e acharam interessante. No Thinkercad para fazer o circuito do LED RGB Discente K perguntou?

“E esse negócio preto é o quê?” (Discente K).

O outro aluno respondeu dizendo:

“É uma linha.” (Discente L).

Foi explicado que é a representação de um fio, de um jumper, no circuito. Perguntaram se só era preto e como fazia para mudar a cor. Foi respondido que poderia usar a cor que quisesse que não iria interferir no programa, e foi mostrado como modificar a cor do jumper. Perguntaram muito sobre os equipamentos utilizados no circuito. Ficaram com dúvidas sobre o GND, já que viram dois GNDs perto se tinha que ser no mesmo que estava na imagem, foi respondido que poderia ser qualquer um, pois são três portas GNDs no Arduino e têm a mesma função, portanto poderiam usar qualquer uma.

A interação entre eles foi baixa, e, embora demonstrassem algum interesse, a familiaridade com a plataforma fez com que não estivessem tão estimulados quanto em atividades anteriores.

Na turma C, ao perguntar se haviam assistido ao vídeo da pré-aula, apenas dois alunos responderam que sim. Eles tentaram explicar o que entenderam, mas o nível de compreensão foi bastante baixo. Em seguida, foi questionado se já tinham definido a problemática. Todos os grupos haviam pensado em uma, mas ainda não estavam bem estruturadas. Por isso, foi solicitado que, para a próxima aula, trouxessem ideias para a resolução do problema escolhido. Após essa etapa, foi realizada a exposição do conteúdo e, por fim, os alunos foram orientados a reproduzir os experimentos.

No primeiro experimento, toda a turma conseguiu realizar sem dificuldades. Gostaram de trocar o tempo de delay do LED, para acender e apagar, acharam muito interessante. Um discente perguntou:

“Professor se eu colocar 10, acontece o quê? Explode?” (Discente M).

Logo em seguida, outro discente comentou:

“O meu (sic) tá tutututututu.” (Discente N).

Esse comentário foi para expressar que o LED estava acendendo e apagando muito rápido.

Já no segundo, mesmo com o código sendo previamente enviado, apenas metade da sala conseguiu executá-lo corretamente. Apesar dos desafios, os alunos se mantiveram estimulados

durante o processo. No entanto, a interação entre eles e com o professor foi baixa ao longo da aula. Apesar da baixa interação, gostaram muito do conteúdo abordado e dos experimentos que ao acabar a aula, falaram que queriam mais, não queriam que a aula acabasse.

O terceiro encontro com as turmas A, B e C foi muito significativos apesar de alguns desafios enfrentados. Na turma A, a falta de preparação inicial dos alunos com o estudo da pré-aula impactou o começo das atividades, mas o primeiro experimento foi realizado com sucesso. No entanto, o segundo experimento trouxe certa frustração por alguns discentes pela dificuldade que tiveram em digitar o código, acharam que era muito grande, isto resultou em uma decisão de enviar previamente o código para as próximas com o objetivo de otimizar o tempo e reduzir erros.

Na turma B, alguns alunos assistiram e estudaram os materiais da pré-aula, houve uma pequena interação na aula expositiva. No entanto, a definição da problemática ainda era uma dificuldade para alguns. A parte prática mostrou melhorias com a disponibilização prévia do código, e a curiosidade sobre os componentes do circuito enriqueceu a experiência de aprendizado.

Já na turma C, apesar da baixa preparação inicial, os alunos se engajaram nos experimentos, particularmente apreciando a manipulação do tempo de delay dos LEDs. O segundo experimento apresentou desafios, mas a determinação em superá-los foi evidente, e a solicitação de mais atividades como essas ressaltou o entusiasmo pelo aprendizado prático.

Embora cada turma tenha enfrentado seus próprios obstáculos, os objetivos dos encontros foram alcançados. Os alunos não apenas compreenderam bem os conceitos discutidos, mas também expressaram um claro interesse em explorar mais sobre o conteúdo abordado. As aulas ressaltaram a importância de utilizar métodos de ensino para atender às necessidades dos alunos, garantindo um ambiente de aprendizagem produtivo e estimulante.

7.3.4 Relato do quarto encontro

Inicialmente na turma A, foi explicado como será a apresentação da próxima aula. Os alunos deverão apresentar o personagem que criaram, o problema com o qual se identificaram, as diversas ideias sugeridas para solucioná-lo e a solução escolhida. Além disso, dentro da solução proposta, deverão explicar como os semicondutores desempenham um papel importante na resolução do problema.

Após esse momento, foram mostrados os componentes eletrônicos que foram levados para a sala de aula, sendo eles: protoboard, Arduino UNO R3, LEDs, LEDs RGB, diodos, resistores, jumpers e transistores. Os discentes ficaram empolgados ao ver pessoalmente os componentes

que haviam utilizado no Tinkercad, e a experiência foi muito bem recebida por eles. Uma sugestão é apresentar esses materiais já no primeiro encontro, facilitando a compreensão dos componentes utilizados nos experimentos desde o início.

Em seguida, foi perguntado quem tinha assistido e estudado os materiais da pré-aula, apenas um aluno afirmou ter assistido ao vídeo da pré-aula, mas não quis comentar o que compreendeu. Depois foi realizada a exposição do conteúdo, durante essa explicação, a turma demonstrou certa dispersão, e alguns alunos estavam jogando no computador. No entanto, quando chegou o momento do experimento, o interesse aumentou significativamente, e os alunos se mostraram mais engajados na atividade prática. Tiveram dificuldade em montar o circuito no Falstad. Foi necessário apagar o que estava fazendo para começar do início para ver se eles conseguiam, houve muita interação e cooperação entre eles.

Já ao fazerem o circuito no Thinkercad tiveram menos dificuldade e conseguiram mais rápido. Os que terminaram foram ajudar os colegas. No final da aula foi perguntado se eles entenderam o conceito de um LED, de um diodo e de um transistor e em coro responderam que sim.

Na turma B, a aula foi iniciada perguntando se haviam assistido ao vídeo da pré-aula, mas nenhum aluno assistiu. Depois foram apresentados aos alunos os componentes eletrônicos: protoboard, Arduino UNO R3, LEDs, LEDs RGB, diodos, resistores, jumpers e transistores.

A apresentação dos componentes eletrônicos na sala de aula gerou grande entusiasmo entre os alunos. As reações foram imediatamente positivas, com comentários do tipo legal, interessante, refletindo o interesse e a curiosidade despertados pelos materiais.

Quando começaram a manusear os componentes, a curiosidade de um discente se destacou com a pergunta:

"Toma choque?" (Discente O).

Esse momento ilustrou não apenas o fascínio dos estudantes pelos componentes, mas também a oportunidade de ensinar sobre a segurança e o funcionamento básico dos equipamentos eletrônicos. A aula prosseguiu com uma discussão mais detalhada sobre o uso desses componentes em circuitos principalmente os transistores que era o tema da aula, combinando teoria com prática interativa para enriquecer o aprendizado.

No período da tarde, a instituição ficou sem conexão com a internet, o que afetou a realização dos experimentos. Alguns alunos conseguiram realizá-los roteando a internet do celular para o computador, enquanto os que não tinham essa possibilidade acompanharam a

demonstração feita pelo professor. Entre os que conseguiram executar a atividade, a maioria realizou o experimento com facilidade. Diante da dificuldade de acesso à internet, foi solicitado que refizessem o experimento em casa, utilizando o material disponibilizado no slide, e enviassem o link do experimento pelo Classroom. Por fim, foi perguntado aos grupos quais ideias já haviam pensado para solucionar a problemática definida. Apenas um grupo apresentou suas ideias durante a aula. No final da aula foi perguntado se eles entenderam o conceito de um LED, de um diodo e de um transistor e responderam que sim.

Na turma C, no início da aula foram mostrados os componentes eletrônicos Protoboard, Arduino UNO3, LED, LED RGB, Diodo, Resistor, Jumpers, Transistor, ao verem e pegarem nos componentes ficaram muito eufóricos. Um discente ao pegar no diodo comentou:

“É idêntico.” (Discente P).

Estava se referindo ao diodo que viu no Thinkercad. Os alunos gostaram muito de ver os equipamentos pessoalmente.

No segundo momento da aula foi perguntando se haviam assistido ao vídeo da pré-aula. Alguns alunos responderam que sim, outros falaram que não e uma disse que só assistiu o começo. Alguns quiseram compartilhar o que entenderam sobre o conteúdo, como o discente Q:

“Eu botei que eu acho interessante o modo que os transistores funciona como interruptor de energia, podendo controlar o fluxo de corrente. Podendo tanto ser usado para ligar ou desligar, dependendo da configuração que colocou.” (Discente Q).

Outro discente falou o que entendeu sobre os transistores:

“A questão da entrada dos transistores que é do emissor, a base e o coletor, aí dá pra fazer como se tivesse que fazer a regularização pelo pino da base. E aí vou dar o exemplo dos amplificadores.” (Discente R).

Os comentários dos discentes demonstram uma compreensão aprofundada dos transistores e sua funcionalidade em circuitos eletrônicos. Ao *Discente Q* ressaltar que os transistores funcionam como interruptores de energia, controlando o fluxo de corrente e alternando entre estados ligado e desligado conforme a configuração. E o *Discente R*, detalhar a estrutura dos transistores como emissor, base e coletor e explicar como a regulação da corrente é

realizada através do pino da base, destacando sua aplicação em amplificadores. Essas observações indicam que estão efetivamente ligando a teoria às aplicações práticas, evidenciando um engajamento profundo com o conteúdo estudado.

Após os comentários dos discentes, sobre o que compreenderam foi explicado o conteúdo e houve muita interação na hora da explicação, sendo que um aluno perguntou:

“Ei, professor, é, são três negócios: a base, o coletor e o emissor. Aí eu vi um vídeo que tem como esses dois mudarem, como é que a gente sabe qual é a diferença?” (Discente S).

Esse aluno ficou curioso em saber quando é que sabe se um transistor é NPN ou PNP. O seu comentário revela uma curiosidade genuína e um desejo de aprofundar seu entendimento sobre os transistores, especificamente as diferenças entre os tipos NPN e PNP. Ao referir-se a três negócios base, coletor e emissor, ele destaca as partes fundamentais do transistor, mas expressa incerteza sobre como diferenciar entre as configurações NPN e PNP.

A pergunta feita indica que o aluno está engajado e buscando compreender não apenas a teoria básica, mas também as nuances que determinam o comportamento do transistor em diferentes circuitos. Isso mostra que o vídeo assistido pelo aluno serviu como um ponto de partida para sua curiosidade e que ele está motivado a explorar e compreender mais sobre o conteúdo apresentado em sala de aula. A iniciativa de questionar ativamente é um sinal positivo de que o aluno está desenvolvendo habilidades críticas de pensamento e análise, o que é necessário para o estudo aprofundado de componentes eletrônicos.

Depois foi explicado como será a apresentação da próxima semana, detalhando os pontos que deverão abordar. Em seguida, foi feita a exposição do conteúdo.

Para finalizar, os alunos realizaram o experimento. Eles tiveram facilidade para executá-lo e demonstraram grande interesse na atividade. Na simulação do experimento com o Falstad um discente perguntou:

“Nesse caso o pino do meio tá enviando a corrente para qual lado?” (Discente T).

O comentário do *Discente T* sobre o funcionamento dos transistores mostra uma investigação detalhada sobre como esses componentes direcionam a corrente elétrica. Sua pergunta específica sobre o papel do pino do meio geralmente a base em um transistor e para qual lado ele envia a corrente, revela um desejo de entender a dinâmica interna e a operação prática dos transistores em um circuito.

Esta indagação indica que o aluno está pensando criticamente sobre o fluxo de corrente e como os transistores controlam esse fluxo, um conceito fundamental na eletrônica que abrange o entendimento de como os sinais são amplificados. A pergunta também sugere que o aluno está visualizando a estrutura física do transistor e tentando relacionar a teoria com a aplicação prática, um passo preciso para o domínio efetivo da eletrônica e do design de circuitos.

Dando continuidade nos experimentos, ao falar que seria feito o mesmo circuito do transistor no Tinkercad e ao abrir o site do Tinkercad um aluno disse:

“Ah esse aí é muito melhor” (Discente U).

O comentário *Discente U*, reflete uma preferência clara pelo uso do Tinkercad em comparação com o Falstad para a realização de experimentos eletrônicos. Esta afirmação sugere que ele encontra mais vantagens ou facilidades ao utilizar o Tinkercad, o que pode estar relacionado à interface do software, às funcionalidades disponíveis ou à maneira como os experimentos são visualizados e manipulados na plataforma.

Este feedback é valioso, pois indica uma predileção dos alunos por ferramentas que possivelmente oferecem uma experiência de usuário mais intuitiva ou recursos que melhor atendem às suas necessidades durante o aprendizado prático. A preferência pelo Tinkercad sobre o Falstad pode também apontar para aspectos do software que podem ser mais atraentes ou acessíveis para os estudantes, como uma interface mais amigável ou melhores opções de simulação visual. Esse tipo de informação traz uma ótima contribuição para os educadores ajustarem as ferramentas e métodos usados em sala de aula.

Durante a realização dos experimentos, houve uma boa interação entre professor e alunos, com esclarecimento de dúvidas e questionamentos mais aprofundados sobre o conteúdo. Além disso, também houve colaboração entre os alunos, com alguns ajudando os colegas que encontraram dificuldades na realização do experimento.

Nas turmas A, B e C, os encontros foram ricos em interação e aprendizado, apesar de alguns desafios. Na turma A, a maioria não estudou os materiais da pré-aula. A introdução dos componentes eletrônicos gerou entusiasmo, especialmente ao verem fisicamente os itens que tinham utilizado virtualmente no Tinkercad.

A turma B, semelhante à turma A, mostrou grande entusiasmo com os componentes, mas nenhum aluno tinha assistido ao vídeo da pré-aula. A discussão sobre transistores foi especialmente produtiva, com os alunos explorando suas funções em circuitos.

Na turma C, a interação inicial com os componentes também foi muito positiva, com comentários que refletiam reconhecimento e surpresa. A discussão foi enriquecida por contribuições detalhadas dos alunos sobre os transistores, demonstrando uma compreensão sólida dos conceitos. A curiosidade sobre as diferenças entre transistores NPN e PNP mostrou um envolvimento profundo com o conteúdo por parte dos discentes.

Em todas as turmas, a parte prática mostrou ser a mais envolvente. Apesar de alguns desafios técnicos, como a falta de internet, os alunos foram resilientes e utilizaram soluções alternativas para realizar os experimentos. A preferência expressa pelo Tinkercad sobre o Falstad indicou uma melhor receptividade à interface desse software, que pode ser levada em conta para futuras atividades.

A colaboração entre os alunos durante os experimentos e a interação com o professor destacaram a eficácia do ambiente de aprendizagem interativo.

7.3.5 Relato do quinto encontro

No quinto encontro do produto educacional sobre semicondutores, foi voltado para as apresentações dos trabalhos desenvolvidos pelos discentes. Este momento foi importante para o fechamento da aplicação do produto educacional, onde cada grupo teve a chance de trazer à vida a persona que criaram, detalhando suas características, dores e as problemáticas específicas enfrentadas por ela.

A apresentação de cada grupo focou não só em descrever essas personas de forma empática e detalhada, mas também em explicar como os problemas identificados poderiam ser resolvidos ou mitigados através da aplicação prática de conceitos de semicondutores. Os alunos utilizaram os conhecimentos teóricos e práticos adquiridos ao longo dos quatro encontros para propor soluções inovadoras, que demonstraram a habilidade de aplicar a teoria à prática de maneira criativa e eficiente.

Apresentações da turma A

Grupo 1: persona J

J, um streamer de 22 anos cujo sonho é se tornar o maior jogador de Counter-Strike - CS. As frequentes quedas de energia em seu bairro ameaçam esse sonho ao colocar em risco seu equipamento. Para proteger seu equipamento e permitir que ele continue a treinar sem interrupções, os alunos propuseram um circuito avançado para um filtro de linha. Este circuito inclui componentes essenciais como fusíveis, que cortam a corrente elétrica em caso de

sobrecarga, e varistores, que ajustam a resistência para limitar a tensão excessiva e proteger os aparelhos conectados. Capacitores foram adicionados para armazenar energia e filtrar frequências indesejadas, enquanto indutores foram usados para induzir energia e prevenir surtos.

Essa solução robusta do circuito no filtro de linha garante proteção completa contra qualquer irregularidade na tensão, mantendo o equipamento de J seguro e funcional durante suas sessões de jogo e transmissões ao vivo, ajudando-o a perseguir seu sonho sem preocupações.

O grupo conseguiu identificar claramente as dores e problemas de sua persona, J, e elaborou uma solução plausível que utiliza a tecnologia de semicondutores de maneira eficaz para mitigar os riscos associados às quedas de energia. A solução não apenas atende às necessidades específicas de J, mas também oferece uma abordagem que pode beneficiar outros em situações semelhantes. Portanto, o projeto é considerado bem-sucedido tanto em sua concepção quanto em sua aplicabilidade prática.

Grupo 2: persona M

M, uma jovem de 22 anos que trabalha em uma empresa de circuitos para redes de comunicação, enfrenta o desafio de converter energia solar em eletricidade de forma eficiente. Seu objetivo é otimizar essa conversão para melhorar o desempenho das redes de comunicação.

Para resolver seu problema, M explora duas soluções principais: a primeira é a utilização de painéis solares fotovoltaicos que capturam a energia solar e a convertem em corrente contínua, que depois é transformada em corrente alternada por inversores para uso em redes elétricas. A segunda solução envolve o uso de semicondutores em películas finas, essenciais na fabricação de células solares, permitindo a conversão direta da luz solar em eletricidade.

M opta por desenvolver um circuito eletrônico de baixa tensão integrado a um sistema de energia solar fotovoltaica, visando melhorar a eficiência na conversão da energia dos painéis solares. Este circuito permite que a energia gerada seja utilizada de maneira eficaz em dispositivos de comunicação e outros sistemas eletrônicos, promovendo a sustentabilidade e reforçando a posição de sua empresa no mercado.

Especialmente, os semicondutores têm uma contribuição importantes nas células solares, transformando a energia solar em eletricidade através do efeito fotovoltaico, que gera corrente elétrica ao incitar elétrons em semicondutores como o silício. Este princípio físico e a eficiência na condução elétrica dos semicondutores são fundamentais para otimizar a performance dos dispositivos, como os painéis solares, considerando também os aspectos da termodinâmica para minimizar perdas de energia.

O grupo fez um excelente trabalho ao identificar e entender as dores de sua persona, M, propondo uma solução viável e tecnologicamente avançada que utiliza semicondutores de forma eficaz. A implementação de semicondutores em células solares e inversores para melhorar a conversão de energia solar em eletricidade oferece uma solução concreta para os desafios enfrentados por M, resultando em um projeto eficiente e tecnicamente sólido em termos de sua aplicabilidade e impacto no setor de energia.

Grupo 3: persona Q

Q, uma mulher de 27 anos que trabalha de manhã e fica em casa à tarde e à noite, enfrenta o problema de contas de luz crescentes e o uso contínuo de aparelhos eletrônicos. Para resolver essas questões, foram consideradas várias soluções baseadas em semicondutores.

A solução escolhida para Q foi a instalação de um sistema de iluminação LED. Os LEDs são diodos semicondutores que emitem luz quando uma corrente elétrica atravessa a junção de dois materiais com características elétricas opostas (tipo P e tipo N). A eficiência dos LEDs é significativamente maior do que as lâmpadas incandescentes, pois convertem quase toda a energia elétrica em luz, reduzindo o desperdício de energia em forma de calor.

Além disso, o sistema de iluminação pode ser otimizado com sensores de presença que automaticamente ligam e desligam as luzes, detectando movimento ou variações térmicas no ambiente através de transistores ou fotodiodos. Isso contribui para um menor consumo de energia, aumenta a durabilidade dos LEDs e mantém a casa de Q mais eficiente e econômica.

O grupo identificou com sucesso as dores e desafios enfrentados por Q, propondo uma solução inovadora e tecnicamente embasada que utiliza semicondutores para maximizar a eficiência energética em sua casa. A adoção de iluminação LED e o monitoramento inteligente de energia representam uma abordagem prática e eficaz para resolver os problemas de Q, tornando o projeto eficiente e tecnicamente sólido em termos de sua aplicabilidade e impacto significativo na redução dos custos de energia.

Grupo 4: persona K

K, um estudante de 16 anos, enfrenta o desafio de preparar uma feira de circuito de última hora devido ao esquecimento causado por sua preparação para outra atividade acadêmica. Com poucos recursos disponíveis em casa, K decide montar um circuito simples usando LEDs.

Para o seu projeto, ele utiliza materiais como dois LEDs, uma bateria, uma placa de ensaio (protoboard), um transistor NPN e dois resistores. No circuito proposto, os LEDs, que são diodos emissores de luz conhecidos por sua eficiência energética, são conectados à placa de

ensaio. Os resistores são usados para limitar o fluxo de corrente elétrica, protegendo os LEDs de receberem corrente excessiva. O transistor NPN, que opera com uma tensão positiva no coletor, permite a passagem de corrente quando ativado por uma corrente de base suficiente.

Para montar o circuito, K posiciona os LEDs na protoboard, conecta cada anodo a um resistor de 330 ohms, e liga o outro lado dos resistores ao coletor do transistor NPN. O cátodo de cada LED é conectado ao emissor do transistor. A bateria de 9V fornece a energia necessária, e um pequeno fio é utilizado para conectar a base do transistor ao positivo da bateria, controlando assim quando os LEDs acendem. Este projeto permite a K demonstrar uma aplicação prática de semicondutores e componentes eletrônicos básicos de forma eficiente e acessível.

O grupo conseguiu identificar as necessidades imediatas de K e desenvolveu uma solução que não apenas atendia aos requisitos da feira de ciências, mas também proporcionava uma oportunidade de aprendizado prático. A utilização de semicondutores no projeto permitiu demonstrar de forma eficaz o funcionamento básico de circuitos eletrônicos, garantindo que o projeto fosse educativo, tecnicamente sólido e perfeitamente alinhado com os objetivos de aprendizado de K.

Grupo 5: persona F

F, um jovem de 16 anos com uma paixão pela arte e uma deficiência visual que limita sua percepção visual, desenvolveu uma técnica única de pintura que utiliza cor e textura para expressar suas emoções e percepções do mundo. Apesar de sua deficiência, ele sonha em ter uma exposição individual em uma galeria de prestígio.

O principal desafio de F é sua incapacidade de ver cores e detalhes finos, o que o obriga a confiar em outras sensações, como o toque e a intuição, para criar suas obras. A solução proposta para ajudar F é um óculos adaptativo equipado com tecnologia avançada, incluindo câmeras e sensores que melhoram sua percepção de cores e formas. Este dispositivo utiliza semicondutores em seus sensores de imagem, como CCD (*charge-coupled device*) ou CMOS (*complementary metal-oxide-semiconductor*), que capturam luz e a transformam em sinais elétricos, permitindo uma representação visual melhorada.

Além disso, o óculos oferece recursos como lentes de contraste, filtros de cor e feedback auditivo, tudo integrado por meio de um aplicativo. Embora o dispositivo não cure sua deficiência visual, ele enriquece significativamente a experiência artística de F, permitindo que ele se expresse de maneira mais completa em suas pinturas. Este uso de tecnologia assistiva não só melhora sua habilidade artística, mas também apoia sua aspiração de ganhar reconhecimento no mundo da arte.

O grupo identificou com sucesso as necessidades de F e desenvolveu uma solução inovadora que não apenas atende aos requisitos de sua condição específica, mas também promove uma maior independência. O uso de semicondutores para processar entradas sensoriais e gerar feedback útil mostra uma compreensão profunda das possibilidades da tecnologia assistiva. A solução proposta não apenas melhora a mobilidade de F, mas também oferece uma abordagem prática e eficaz que poderia ser expandida para ajudar outros indivíduos enfrentando desafios similares.

Apresentações da turma B

Grupo 1: persona R

R é um pai de família que sonha em melhorar suas condições financeiras, mas enfrenta dificuldades para pagar contas, sustentar a casa e ainda juntar dinheiro para a faculdade da filha. Para resolver esse problema, foi proposta uma conta bancária integrada a um sistema baseado em semicondutores: um circuito com sensores, LEDs, resistores, botões, uma placa de ensaio, um Arduino UNO R3 e um pendrive. Esse conjunto monitora o saldo e emite alertas quando o valor fica muito baixo, ajudando R a gerenciar melhor seu dinheiro e a criar mais estabilidade financeira para sua família.

O grupo atendeu parte do objetivo ao criar uma persona consistente, com dores e problemática bem delineadas. A solução em si mostra criatividade ao empregar semicondutores para alertas eletrônicos, embora tenham mencionado LEDs, resistores e Arduino (todos semicondutores ou relacionados a eles), seria importante explicar como eles seriam conectados e programados para funcionar de maneira autônoma ou sincronizada com as movimentações bancárias. A solução ainda demanda mais detalhes e validação técnica para se tornar efetivamente plausível no mundo real, principalmente na questão de integração bancária e segurança.

Grupo 2: persona B

B, 43 anos, divorciada e morando sozinha, sente-se insegura em casa e precisa de um sistema de proteção eficiente. Foram apresentadas três opções de segurança: detecção de intrusão, monitoramento de portas e janelas e detecção de vazamento de gás. Ela escolheu o primeiro, que utiliza um circuito com Arduino UNO R3, LED, resistores, placa de ensaio, sensor PIR, PIEZO e fios de conexão. Esse sistema, baseado em semicondutores, detecta a presença de intrusos e emite alertas imediatos, oferecendo a B a tranquilidade de que precisa.

O grupo apresentou três opções de segurança, sistema de detecção de intrusão, monitoramento de portas e janelas e detecção de vazamento de gás. Porém, ao optar pelo sistema de detecção de intrusão, eles explicaram apenas quais componentes seriam utilizados, deixando em aberto a forma como o projeto seria efetivamente aplicado para atender às necessidades de segurança e conforto da persona. Não forneceram detalhes sobre o funcionamento dos semicondutores envolvidos nem como cada peça se integra para detectar intrusos de maneira eficiente.

Grupo 3: persona H

H, um jovem universitário, enfrenta problemas ao conciliar estudos matutinos e vespertinos, sofrendo atrasos, noites mal dormidas e dores na coluna. Para resolver esses desafios, foi proposto um conjunto de soluções baseadas em semicondutores: uma cama de massagem dotada de sensor (que, na prática, poderia ser um acelerômetro ou giroscópio) para detectar postura incorreta e aquecer água, além de um despertador que emite alertas visuais (LED) e sonoros (buzzer) por meio de um microcontrolador Arduino UNO. Esse circuito inclui resistores para proteção dos componentes, fios de conexão para distribuição de energia e um potenciômetro que ajusta a intensidade dos alertas. Assim, H consegue aliviar dores nas costas, melhorar a qualidade do sono e receber lembretes diários para enviar trabalhos e cumprir suas tarefas sem atrasos.

O grupo apresentou um projeto que emprega componentes eletrônicos e sensores para melhorar a qualidade de vida, o que demonstra alinhamento com a proposta do trabalho. Houve preocupação em integrar diferentes recursos, como um sistema de alerta e monitoramento, indicando que compreenderam a importância dos semicondutores na solução. Entretanto faltou detalhamento técnico sobre a implementação e a comunicação entre os dispositivos. Ainda assim, a ideia tem potencial e mostra que o objetivo principal de propor uma solução voltada à melhoria do bem-estar, com base em tecnologia, foi parcialmente atingido.

Grupo 4: persona I

I, de 17 anos, enfrenta problemas familiares, baixa autoestima, dores na coluna e dificuldades de memória. Para auxiliá-la, foi desenvolvido um anel inteligente baseado em semicondutores e sensores, que monitora sinais fisiológicos (como frequência cardíaca e temperatura) e detecta variações de humor. Quando isso ocorre, o dispositivo emite alertas visuais por meio de LEDs e vibrações leves, ajudando I a perceber mudanças emocionais e a manter seus compromissos em dia. Além disso, o anel se conecta a um aplicativo que envia

mensagens motivacionais e lembretes personalizados, contribuindo para melhorar a saúde mental e física de forma discreta.

Outras soluções também foram propostas, como uma pulseira inteligente para acompanhar sinais vitais e um fone de ouvido com biofeedback que ajusta a música conforme o estado emocional do usuário. Além disso, há a opção de um chaveiro inteligente que, ao conectar-se ao smartphone, auxilia na localização de objetos e oferece sinais vibratórios ou luminosos. Essas alternativas, todas baseadas em semicondutores, reforçam a ideia de criar ferramentas práticas e personalizadas para quem enfrenta problemas semelhantes aos de I.

O grupo apresentou uma proposta centrada em um dispositivo eletrônico voltado ao bem-estar e, de maneira geral, atendeu aos objetivos principais do trabalho. Eles demonstraram compreender a problemática que motivou o projeto e ofereceram uma solução que utiliza componentes semicondutores de forma criativa. No entanto, ainda carecem de explicações mais aprofundadas sobre aspectos técnicos e de implementação prática, o que impede uma avaliação completa da viabilidade do dispositivo. Apesar disso, o conceito tem potencial, pois mostra alinhamento com a ideia de empregar tecnologia para melhorar a qualidade de vida.

Apresentações da turma C

Grupo 1: persona C

C, uma estudante de engenharia de 25 anos com insuficiência cardíaca, enfrenta desafios para manter um estilo de vida ativo devido a sua condição. Para ajudá-la a gerenciar sua saúde enquanto permanece ativa, foi proposta a solução de um sensor vestível integrado a um relógio inteligente.

Este sensor vestível é fundamental para monitorar constantemente os batimentos cardíacos de C, a pressão arterial, a frequência cardíaca e os níveis de fadiga. Sua principal função é alertar C sobre os limites seguros de atividade física, garantindo que ela não ultrapasse os níveis que sua condição permite.

No que diz respeito à tecnologia empregada, o dispositivo utiliza semicondutores em várias formas. Microcontroladores no sensor convertem sinais analógicos dos batimentos cardíacos em digitais. Diodos asseguram que a corrente elétrica flua em apenas uma direção, protegendo o circuito de possíveis danos por reversão de fluxo. Transistores são usados para controlar e amplificar o fluxo de correntes elétricas, atuando como interruptores para diferentes partes do circuito. Adicionalmente, LEDs no dispositivo fornecem indicações visuais do status de monitoramento, como a medição da pulsação.

Essa solução tecnológica não só permite a C monitorar sua condição em tempo real, mas também ajuda a manter sua segurança enquanto segue um estilo de vida ativo, alinhado com suas preferências e necessidades.

O grupo identificou com sucesso as necessidades e desafios de C e desenvolveu uma solução inovadora e tecnicamente embasada que utiliza semicondutores para melhorar significativamente sua gestão de saúde. A implementação de um dispositivo vestível que monitora sinais vitais com precisão reflete um entendimento profundo das possibilidades oferecidas pela tecnologia moderna. Essa solução não apenas melhora a autonomia e segurança de C, mas também serve como um modelo para futuras inovações em dispositivos de saúde portáteis.

Grupo 2: persona B

B, um adulto de 39 anos que perdeu a visão em um acidente, enfrenta desafios significativos de locomoção tanto em ambientes internos quanto externos, como em casa, shoppings e ruas. Esse problema não só complica seu dia a dia, mas também aumenta o risco de acidentes ao se chocar com objetos.

Para melhorar sua mobilidade e segurança, foi proposto um projeto inovador usando semicondutores que envolve a criação de dispositivos assistivos inteligentes. A principal solução desenvolvida é um sapato inteligente equipado com sensores de proximidade que permitem a B detectar e evitar obstáculos. Esses sensores são incorporados nos sapatos para maximizar o contato com o chão e fornecer indicações precisas sobre a localização dos objetos, guiando-o por vibrações e sinais sonoros.

Além do sapato inteligente, outras ideias incluem óculos inteligentes que escaneiam periodicamente o ambiente e um guiador robótico que oferece rotas seguras em ambientes internos. Também foi considerado um guia eletrônico portátil em forma de pulseira ou braçadeira que alerta sobre objetos próximos através de vibrações.

Os componentes essenciais do sistema incluem um molde de detector de objetos, buzzer para emitir sinais sonoros, resistores para limitar a corrente elétrica, pilhas de 9V para fornecimento de energia, e um protoboard que serve como a base para montar todos os componentes. Essa tecnologia não só permite a B desviar de obstáculos, evitando acidentes, como também facilita a realização de atividades diárias, melhorando significativamente sua qualidade de vida e promovendo maior independência e bem-estar.

O grupo identificou efetivamente as necessidades e desafios enfrentados por B e desenvolveu uma solução que utiliza semicondutores de maneira inovadora para melhorar sua

mobilidade e segurança. O uso de semicondutores permite que o dispositivo seja responsivo e confiável, oferecendo a B a assistência necessária para navegar em diferentes ambientes com mais confiança. Esta solução não só melhora a qualidade de vida de B, mas também tem potencial para ser adaptada e utilizada por outras pessoas que enfrentam desafios semelhantes, mostrando uma aplicação prática e eficaz da tecnologia de semicondutores em dispositivos de assistência à mobilidade.

Grupo 3: persona W

W, um homem de 70 anos com problemas de locomoção e dor de coluna, enfrenta desafios para gerenciar suas terras devido à sua condição física. Para facilitar essa gestão sem exigir esforço físico direto, foram propostas várias soluções tecnológicas utilizando semicondutores.

A principal solução é o uso de drones equipados com câmeras e sensores de movimento e umidade. Esses drones permitem que W monitore sua propriedade remotamente, identificando pragas e outros problemas ambientais diretamente de sua casa ou carro. Eles são especialmente úteis para combater pragas noturnas e animais que possam danificar as plantações.

Além dos drones, foram considerados sensores de solo que monitoram a umidade, temperatura e presença de pragas, enviando dados em tempo real para um aplicativo no celular de W. Isso permite uma resposta rápida a qualquer anomalia detectada no solo.

Outras tecnologias incluem armadilhas automatizadas para roedores e um sistema de irrigação inteligente que pode aplicar inseticidas automaticamente quando detecta a presença de pragas. A tecnologia de câmera equipada com inteligência artificial também foi sugerida para detectar pragas durante o dia e a noite, com a capacidade de informar W sobre qualquer atividade suspeita através de seu celular.

Por fim, a ideia de implementar robôs agrícolas que podem patrulhar as terras e aplicar pesticidas foi considerada. Estes robôs podem ser programados para operar de forma semiautônoma, reduzindo a necessidade de intervenção direta de W.

Essas soluções combinam tecnologias reativas e proativas para maximizar a eficiência na gestão das terras de W, melhorando sua qualidade de vida e permitindo que ele continue a administrar suas propriedades com menos esforço físico.

O grupo abordou com sucesso as necessidades e limitações de W ao propor uma solução tecnológica que utiliza semicondutores de maneira inovadora para superar os desafios de mobilidade e gestão agrícola. A implementação de drones para a gestão de terras não só melhora a capacidade de monitoramento de W, mas também serve como um exemplo de como a

tecnologia pode ser usada para melhorar a qualidade de vida de indivíduos com limitações físicas, proporcionando-lhes mais autonomia e eficácia na gestão de suas propriedades.

Grupo 4: persona Y

Y, uma senhora de 65 anos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), enfrentou crises severas de falta de oxigênio, complicadas pela ineficiência dos monitores de oxigenação em uma unidade de emergência. Os monitores existentes não detectavam rapidamente as variações dos níveis de oxigênio, o que era decisivo para o manejo adequado de sua condição.

Para resolver esse problema, foram propostas várias soluções envolvendo semicondutores:

1. Implementação de Semicondutores Avançados: a melhoria dos monitores de oxigênio existentes com a implementação de semicondutores avançados permitiria leituras mais precisas e em tempo real. Isso daria à equipe médica a capacidade de monitorar os níveis de oxigenação de Y com maior precisão, detectando até as menores variações e permitindo intervenções mais rápidas para prevenir complicações graves.

2. Monitores Portáteis com Conectividade Sem Fio: a solução final escolhida foi o desenvolvimento de monitores portáteis com conectividade sem fio (Wi-Fi e Bluetooth). Esses dispositivos permitem a monitoração contínua e remota do nível de oxigenação no sangue, enviando dados automaticamente para a rede hospitalar. Este sistema não apenas garante a captura de variações rápidas nos níveis de oxigênio, mas também oferece mobilidade ao paciente, que pode se movimentar sem estar fisicamente ligado a um monitor estacionário.

Estes monitores utilizam microprocessadores para processar dados capturados por sensores de oxigenação que funcionam com semicondutores e emitem sinais por meio de LEDs, também semicondutores. A tecnologia empregada assegura que os laudos sejam precisos e que qualquer alteração crítica nos níveis de oxigênio seja prontamente comunicada à equipe médica, melhorando significativamente a segurança e a eficácia do tratamento de pacientes como Y.

O grupo abordou com sucesso as necessidades críticas de Y ao desenvolver uma solução que utiliza semicondutores para melhorar o monitoramento de sua condição pulmonar. Esta solução tecnológica não apenas atende às exigências médicas de monitoramento constante e preciso, mas também proporciona uma ferramenta vital para o manejo proativo da saúde de Y. Ao fazer isso, o projeto não só melhora a segurança e o bem-estar de Y como também destaca a importância dos semicondutores em aplicações médicas, onde precisão e confiabilidade são fundamentais.

Grupo 5: persona P

P, um senhor aposentado de 65 anos com deficiência auditiva, enfrenta dificuldades para se locomover com segurança, especialmente em ambientes barulhentos, devido à sua incapacidade de detectar sons perigosos. Para ajudá-lo, foi proposto um dispositivo portátil que aumenta sua segurança ao emitir alertas visuais e táteis em resposta a sons potencialmente perigosos.

A solução final escolhida foi uma pulseira que combina alertas visuais, através de LEDs, e táteis, por meio de vibrações. Este dispositivo utiliza diversos componentes baseados em semicondutores:

1. Microfone MEMS: capta sons do ambiente e é ideal para aplicações portáteis devido ao seu tamanho compacto e baixo consumo de energia. Um exemplo específico é o Knowles SPH0645LM4H.

2. Microcontroladores MCU: processam os dados do microfone utilizando algoritmos de reconhecimento para identificar sons perigosos. O ESP32 é um exemplo de microcontrolador escolhido por suas capacidades de processamento e integração com Wi-Fi e Bluetooth.

3. Matriz de LEDs RGB: emite luzes em diferentes cores e padrões para sinalizar alertas visuais. A WS2812B foi escolhida por permitir controle individual de cada LED.

4. Motor Vibrador: fornece feedback tátil ao usuário, indicando a detecção de sons perigosos. Um motor vibrador de 10mm é usado pela sua eficiência e adequação a dispositivos portáteis.

5. Bateria de Lítio Recarregável: alimenta o dispositivo, garantindo autonomia e longa duração de uso sem recargas frequentes. Um exemplo é a bateria Lipo de 3.7V e 1000 mAh.

6. Botões Físicos e Táteis: facilitam a configuração do dispositivo, permitindo ao usuário ajustar a intensidade da vibração e outras configurações.

Este dispositivo foi desenvolvido para permitir que P se movimente livremente e com segurança, proporcionando independência e aumentando sua capacidade de realizar atividades ao ar livre sem o risco de acidentes causados por não ouvir alertas sonoros.

O grupo abordou de maneira eficiente as necessidades e desafios enfrentados por P ao desenvolver uma solução que utiliza semicondutores para melhorar sua percepção ambiental. Este dispositivo não apenas aumenta a segurança de P durante suas atividades diárias, mas também oferece uma abordagem prática e inovadora para ajudar pessoas com deficiências auditivas a navegar pelo mundo com maior confiança. O projeto exemplifica o potencial dos semicondutores em aplicações assistivas, mostrando como podem ser usados para criar soluções que melhoram a qualidade de vida de indivíduos com necessidades especiais.

Grupo 6: persona N

N, um senhor idoso que perdeu a visão devido a problemas de saúde, enfrenta desafios na leitura e outras atividades cotidianas devido à sua deficiência visual. Para ajudá-lo, nosso grupo propõe o desenvolvimento de óculos com inteligência artificial.

Este óculos especial será equipado com uma câmera e um fone de ouvido para converter texto visual em áudio. Isso permitirá que N "leia" materiais impressos e identifique sinais e placas ao seu redor. A câmera capturará as imagens, que serão traduzidas em áudio, guiando N através de suas atividades diárias com maior independência.

Os semicondutores são importantes na funcionalidade deste dispositivo. Eles são usados na câmera para captura de imagem e nos circuitos integrados que processam essas imagens. Os transistores nos óculos funcionarão como amplificadores, controlando o fluxo de corrente elétrica necessária para operar a câmera e outros componentes eletrônicos, basicamente transformando os óculos em um minicomputador portátil.

Esta solução não apenas melhora significativamente a qualidade de vida de N, permitindo-lhe continuar suas atividades preferidas com maior segurança e independência, mas também mostra a aplicação prática de semicondutores em tecnologias assistivas avançadas.

O grupo abordou com sucesso as necessidades de N ao desenvolver uma solução que utiliza semicondutores para converter informações visuais em áudio, permitindo que ele supere as limitações impostas pela perda de visão. Este dispositivo inovador não apenas melhora significativamente a autonomia e a qualidade de vida de N, mas também exemplifica o uso potencial de semicondutores em dispositivos de assistência tecnológica. A implementação desta solução não só beneficia N, mas também pode ser adaptada para ajudar outras pessoas com deficiências visuais, demonstrando um impacto amplo e positivo.

7.3.6 Análise das apresentações das turmas

Ao concluir a análise das apresentações das turmas A, B e C, podemos observar o impacto significativo e as abordagens variadas na utilização de semicondutores para solucionar problemas reais. Cada turma mostrou um entendimento notável das capacidades dos semicondutores, embora com diferentes níveis de profundidade técnica e prática.

Turma A: as apresentações dos grupos demonstraram um uso inovador e eficaz de semicondutores para resolver problemas específicos enfrentados pelas suas respectivas personas. Cada grupo aplicou os semicondutores de forma criativa, desde a proteção de equipamentos eletrônicos contra instabilidades energéticas até a melhoria da autonomia e segurança de indivíduos com deficiências. As soluções propostas refletiram uma compreensão profunda das

necessidades de cada persona e destacaram a versatilidade dos semicondutores em uma variedade de aplicações práticas.

Turma B: cada equipe buscou mostrar soluções para as dores identificadas em suas personas, sempre com foco em recursos que envolvessem semicondutores e tecnologias relacionadas. Em geral, foi possível perceber um avanço na compreensão dos problemas e na proposta de dispositivos ou sistemas para solucioná-los, como alarmes de intrusão, anéis inteligentes e sistemas de alerta bancário. Contudo, em alguns casos, faltaram detalhes técnicos mais aprofundados sobre o funcionamento exato dos semicondutores, a forma de integração dos circuitos e a clareza em demonstrar como essas soluções poderiam ser aplicadas de modo prático. Dessa forma, pode-se dizer que o objetivo do trabalho foi parcialmente alcançado: embora a identificação dos problemas e a criação de protótipos tenham sido bem apresentadas, ainda há espaço para aperfeiçoar a explicação técnica e demonstrar de maneira mais clara como essas ideias poderiam ser implementadas na prática.

Turma C: os projetos apresentados mostraram um excelente aproveitamento dos semicondutores em aplicações que vão desde o monitoramento de saúde e assistência agrícola até a facilitação da mobilidade e acessibilidade. Cada solução foi cuidadosamente pensada para não apenas resolver problemas específicos de cada persona, mas também para oferecer uma abordagem que poderia ser adaptada para uso mais amplo. Estes projetos ilustram como a integração de semicondutores em dispositivos pode revolucionar a maneira como lidamos com desafios de saúde, segurança e gerenciamento diário, enfatizando a relevância da tecnologia na melhoria da qualidade de vida em várias dimensões.

Os trabalhos apresentados em todas as turmas, não apenas atenderam às necessidades imediatas das personas, mas também mostraram potencial para aplicação mais ampla, sugerindo que tais inovações poderiam ser adaptadas para beneficiar um público maior. O sucesso das soluções reforça o papel vital dos semicondutores na tecnologia moderna e na resolução de desafios cotidianos, demonstrando seu impacto transformador em múltiplos aspectos da vida contemporânea.

Capítulo 8: Análise de dados

8.1 Análise do questionário avaliativo

Durante o processo de avaliação, foram selecionadas duas questões de cada turma para cada pergunta, permitindo uma análise detalhada sobre a correção ou incorreção das respostas. Além disso, foi feita uma verificação mais aprofundada do nível de aprendizagem dos estudantes, identificando possíveis dificuldades e pontos de melhoria.

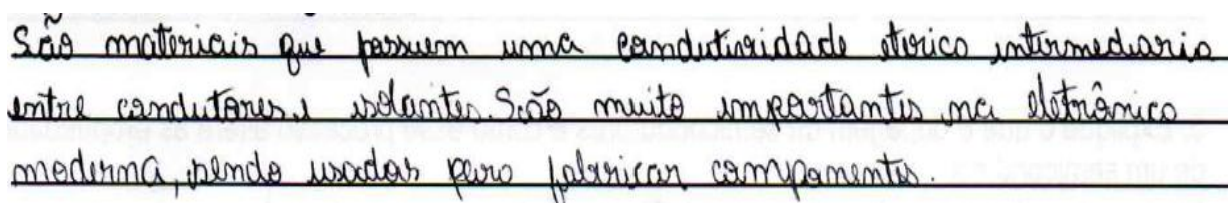
Para preservar a privacidade dos alunos, cada um foi designado como “discente” acompanhado de um número, de modo que não houvesse identificação pessoal durante o processo de análise, garantindo o sigilo dos participantes.

Análise das respostas do questionário avaliativo

Questão 1: Explique com suas palavras o que você entende por semicondutores e qual é a sua importância na tecnologia atual.

Resposta discente 1

Figura 22 – Resposta discente 1 (Turma A)



São materiais que possuem uma condutividade intermedia entre condutores e isolantes. São muito importantes na eletrônica moderna, sendo usadas para fabricar componentes.

Fonte: criada pelo autor, 2025

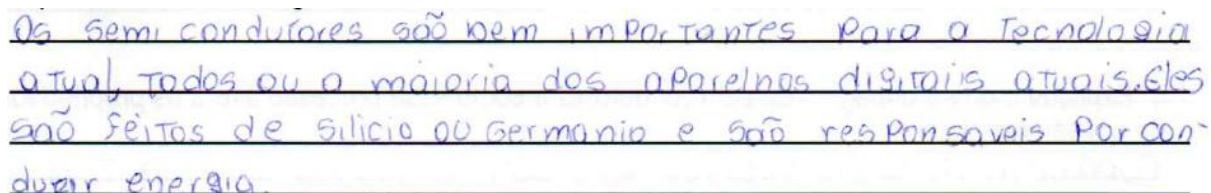
A resposta está basicamente certa. O discente identificou corretamente que os semicondutores possuem condutividade intermediária entre condutores e isolantes e reconheceu a importância deles na fabricação de componentes eletrônicos. Embora não tenha detalhado outros aspectos como o papel da dopagem, por exemplo, o conteúdo principal da resposta atende ao que foi solicitado pela pergunta.

O nível da resposta é considerado básico, pois a compreensão demonstrada pelo aluno sobre o conceito fundamental de semicondutores (condutividade intermediária) e a importância geral na tecnologia atual. No entanto, a explicação ainda é bastante resumida e não aprofunda

aspectos como dopagem, aplicações específicas (transistores, diodos) ou funcionamento em dispositivos modernos.

Resposta discente 2

Figura 23 – Resposta discente 2 (Turma A)



Os semicondutores são bem importantes para a tecnologia atual, todos ou a maioria dos aparelhos digitais atuais. Eles são feitos de silício ou germânio e são responsáveis por conduzir energia.

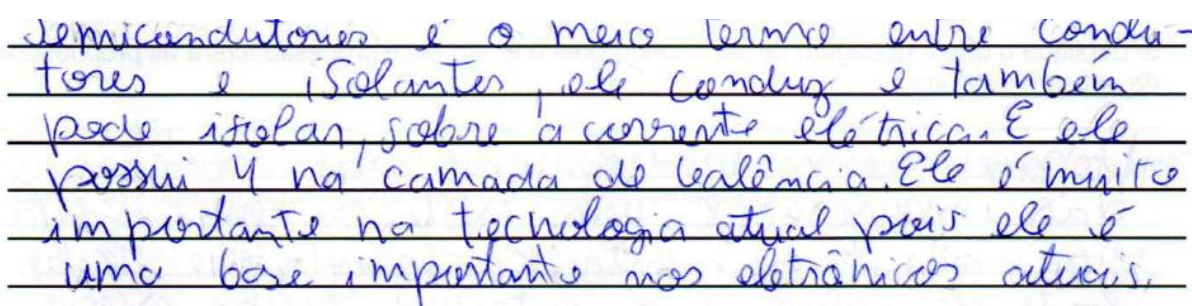
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta reconhece a relevância dos semicondutores na tecnologia moderna e cita materiais muito usados como silício e germânio. No entanto, discente não explica de forma clara o que torna esses materiais semicondutores, ou seja, sua condutividade elétrica intermediária entre condutores e isolantes. Ao dizer que “são responsáveis por conduzir energia”, não fica evidente a natureza especial desses materiais que podem conduzir ou isolar dependendo de condições específicas, como a dopagem. Ainda assim, a resposta está parcialmente correta no que diz respeito à importância dos semicondutores e aos principais materiais utilizados.

O nível da resposta é considerado básico, pois o aluno mostra entendimento superficial de que os semicondutores são importantes e largamente utilizados em dispositivos digitais, mas não desenvolve o conceito fundamental de semicondutividade nem menciona como essas propriedades são controladas.

Resposta discente 3

Figura 24 – Resposta discente 3 (Turma B)



Semicondutores é o meio termo entre condutores e isolantes, ele conduz e também pode isolar, sobre a corrente elétrica. E ele possui 4 na camada de valência. Ele é muito importante na tecnologia atual pois ele é uma base importante nos eletrônicos atuais.

Fonte: criada pelo autor, 2025

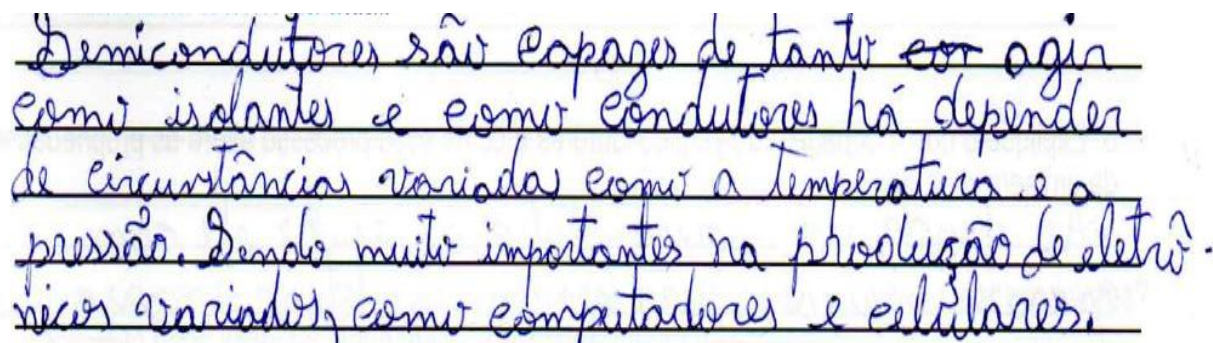
O aluno descreve corretamente que os semicondutores ficam entre condutores e isolantes em termos de condutividade elétrica, podendo apresentar tanto características de condução

quanto de isolamento, dependendo das condições. Ao mencionar que “possui 4 na camada de valência”, faz alusão ao fato de que elementos semicondutores clássicos, como o silício e o germânio, têm quatro elétrons na camada de valência. A importância desses materiais para a tecnologia moderna também é destacada. Embora a resposta esteja conceitualmente correta em linhas gerais, faltou detalhes sobre como a condutividade é controlada por meio de dopagem, por exemplo e sobre aplicações práticas específicas transistores, diodos, chips, dentre outros.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstra um nível de conhecimento que vai além do básico, ao mencionar a camada de valência e reconhecer as propriedades elétricas ambíguas dos semicondutores. Porém, ainda não aprofunda detalhes como dopagem, tipos de semicondutores (P e N) ou funcionamento de dispositivos específicos.

Resposta discente 4

Figura 25 – Resposta discente 4 (Turma B)



Semicondutores são capazes de tanto agir como isolantes e como condutores há dependência de circunstâncias variadas como a temperatura e a pressão. Sendo muito importantes na produção de eletrônicos variados, como computadores e celulares.

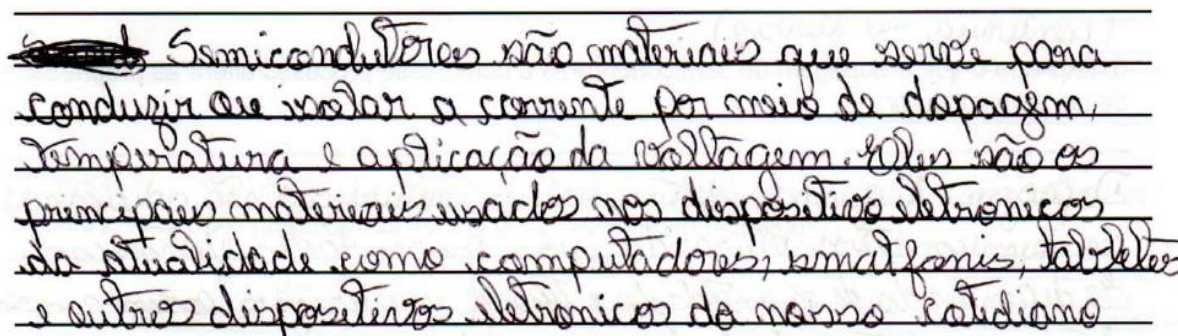
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta explica corretamente que a condutividade dos semicondutores pode variar de acordo com certas condições, como temperatura e pressão, e reconhece sua importância na fabricação de dispositivos eletrônicos. Embora a menção à temperatura como fator de variação seja válida, faltaram detalhes sobre o papel central da dopagem (adição de impurezas) no controle da condutividade e outras aplicações específicas como transistores e diodos. Ainda assim, o fundamental está correto.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstra conhecimento de que a capacidade de conduzir ou isolar corrente pode mudar conforme as condições externas e relaciona os semicondutores à produção de dispositivos eletrônicos modernos. Porém, a resposta não aprofunda conceitos como dopagem ou exemplos concretos de componentes semicondutores.

Resposta discente 5

Figura 26 – Resposta discente 5 (Turma C)



~~Semicondutores~~ Semicondutores são materiais que servem para conduzir ou isolar a corrente por meio de dopagem, temperatura e aplicação da voltagem. Eles são os principais materiais usados nos dispositivos eletrônicos da atualidade, como computadores, smartphones, tablets e outros dispositivos eletrônicos da nossa rotina.

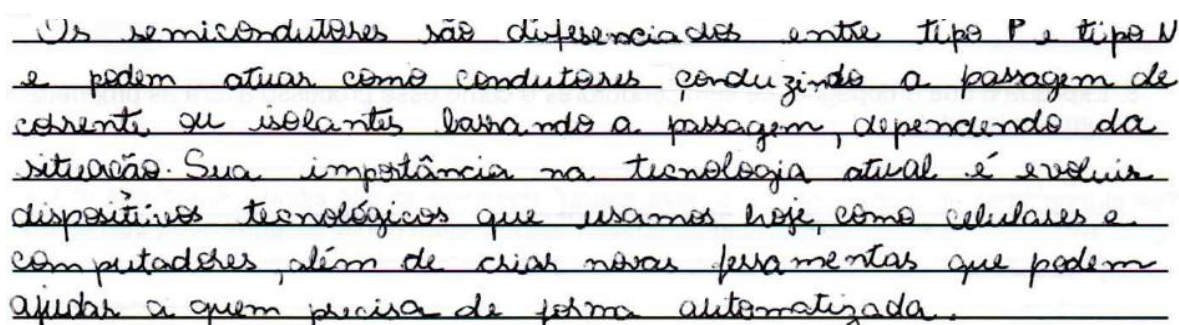
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno explica de forma correta que semicondutores podem ter sua condutividade controlada por fatores como dopagem (adição de impurezas), temperatura e voltagem, demonstrando boa compreensão do tema. Também identifica adequadamente a importância desses materiais na fabricação de dispositivos eletrônicos atuais. A resposta está bem encaminhada, embora não aprofunde detalhes como a distinção entre semicondutores do tipo P e tipo N, nem explique exatamente como o processo de dopagem altera a estrutura eletrônica.

O nível da resposta é considerado avançado, a menção à dopagem e a compreensão de que fatores externos (temperatura e voltagem) podem interferir na condutividade elétrica mostram um conhecimento além do básico ou intermediário. A resposta indica boa familiaridade com o tema e relaciona semicondutores a aplicações práticas na tecnologia atual.

Resposta discente 6

Figura 27 – Resposta discente 6 (Turma C)



Os semicondutores são diferenciados entre tipo P e tipo N e podem atuar como condutores conduzindo a passagem de corrente ou isolantes barrando a passagem, dependendo da situação. Sua importância na tecnologia atual é evoluir dispositivos tecnológicos que usamos hoje, como celulares e computadores, além de criar novas ferramentas que podem ajudar a quem precisa de forma automatizada.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta ao mencionar a existência dos semicondutores tipo P e tipo N, reconhecendo que eles podem se comportar tanto como condutores quanto como isolantes em

diferentes situações. O aluno também aponta corretamente a relevância desses materiais na produção de dispositivos tecnológicos. Para ser ainda mais completa, a resposta poderia explicar como a dopagem (adição de impurezas) cria esses tipos (P e N) e como isso afeta a condutividade elétrica.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstra um bom entendimento da ideia de semicondutores (tipos P e N) e de sua importância para a eletrônica moderna. Contudo, não aprofunda conceitos como o mecanismo de dopagem em si, a estrutura de bandas ou exemplos específicos de componentes semicondutores como diodos, transistores, dentre outros.

Ao analisar as respostas da questão 1 de todas as avaliações das três turmas, foi possível identificar diversos pontos em comum. Muitos destacaram a passagem de corrente elétrica como fator relevante, ressaltando a boa condutividade e o fato de serem materiais amplamente utilizados na tecnologia e na eletrônica. Observou-se ainda que, por apresentarem uma condutividade elétrica intermediária, esses materiais são importantes não só na indústria, mas também em áreas como medicina e segurança, além de estarem presentes em diferentes tipos de máquinas.

Questão 2: Qual é a principal diferença entre condutores, isolantes e semicondutores em relação à passagem de corrente elétrica?

Resposta discente 7

Figura 28 – Resposta discente 7 (Turma A)

Os condutores eles tem a capacidade de conduzir a energia elétrica, diferente dos isolantes que isolam. Já os semicondutores podem tanto isolar quanto conduzir.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A ideia geral sobre as diferenças entre condutores, isolantes e semicondutores está parcialmente correta, o aluno aponta que os condutores permitem a passagem de corrente, os isolantes não, e os semicondutores podem se comportar de ambas as formas. No entanto, faltou explicar que a principal razão para essas diferenças está na estrutura eletrônica (banda de valência, banda de condução e largura da banda proibida).

O nível da resposta é considerado básico, o aluno demonstra ter uma noção inicial das funções de cada tipo de material (condutor, isolante e semicondutor), mas não apresenta detalhes ou fundamentação mais sólida sobre como essas diferenças ocorrem em termos de níveis de energia ou mecanismos de condução.

Resposta discente 8

Figura 29 – Resposta discente 8 (Turma A)

~~isto é~~ A principal diferença é a capacidade que co-
 nce um item de permitir fluxo de eletricidade.
 Condutores são materiais que permitem a passagem fo-
 cil de corrente elétrica devido a sua estrutura atômica.
 Isolantes e eles não permitem a passagem de corrente
 elétrica. Semicondutores têm uma condutividade inter-
 mediária entre os condutores e isolantes. A diferença
 está na facilidade com que cada tipo de material permi-
 te ou impede a passagem da corrente elétrica e isso influencia
 suas aplicações na tecnologia.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta em linhas gerais. O aluno reconhece que a diferença básica entre condutores, isolantes e semicondutores está na capacidade de conduzir corrente, relacionando isso à estrutura eletrônica de cada material. Ele acerta ao dizer que os semicondutores possuem uma condutividade intermediária. Para ser mais completa, seria desejável mencionar de forma explícita o conceito de banda de valência, banda de condução e largura da banda proibida, pois esses aspectos são fundamentais para explicar por que condutores têm muitos elétrons livres, isolantes praticamente não têm e semicondutores podem variar sua condutividade.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno apresenta boa clareza ao distinguir as três categorias de materiais e compreende o necessário do tema. No entanto, ainda não aprofunda conceito mais específico como efeito de dopagem, que embasaria uma compreensão mais avançada de semicondutores.

Resposta discente 9

Figura 30 – Resposta discente 9 (Turma B)

condutores conduzem uma corrente elétrica, isolantes não permitem a circulação da passagem elétrica e os semicondutores ficam no meio termo. temos exemplos de materiais.
condutores: prata e cobre
Silício e Germânio: semicondutores
isolantes: PET e madeira.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está fundamentalmente correta em relação ao que se pede: os condutores permitem a passagem de corrente elétrica, os isolantes a dificultam ou impedem e os semicondutores ocupam uma posição intermediária. O aluno ainda cita exemplos adequados para cada categoria, o que demonstra bom entendimento prático. Entretanto, faltam detalhes sobre como e por que cada um desses materiais conduz ou não a eletricidade. Uma explicação mais aprofundada sobre a banda de valência, banda de condução e a largura da banda proibida tornaria a resposta mais completa e precisa.

O nível da resposta é considerado básico, pois o aluno demonstra conhecimento fundamental sobre a capacidade de condução elétrica dos diferentes materiais e sabe relacionar exemplos concretos, mas não aprofunda nos conceitos de estrutura eletrônica ou mecanismos de condução.

Resposta discente 10

Figura 31 – Resposta discente 10 (Turma B)

os condutores são materiais que permitem a passagem de corrente elétrica, já os isolantes não permitem a passagem de corrente elétrica impedindo a passagem de corrente elétrica. Já os semicondutores ficam no meio termo

Fonte: criada pelo autor, 2025

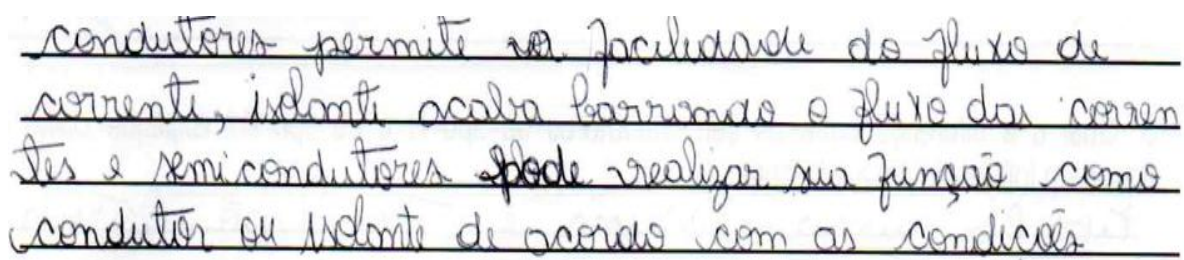
A resposta apresenta a ideia geral de forma correta, condutores permitem a passagem de corrente elétrica, isolantes não permitem e os semicondutores ficam em uma posição intermediária. No entanto, falta detalhar porque isso acontece por exemplo, mencionar a

estrutura eletrônica ou a largura da banda proibida. Ainda assim, para o objetivo da questão, o que é necessário está presente.

A resposta é considerado de nível básico, o aluno demonstra conhecimento do conceito fundamental de cada categoria de material, mas não aprofunda nos aspectos que explicam as diferenças de condutividade como níveis de energia, dopagem e banda de condução.

Resposta discente 11

Figura 32 – Resposta discente 11 (Turma C)



condutores permite a focalização do fluxo de corrente, isolantes acaba bloqueando o fluxo das correntes e semicondutores pode realizar sua função como condutor ou isolante de acordo com as condições

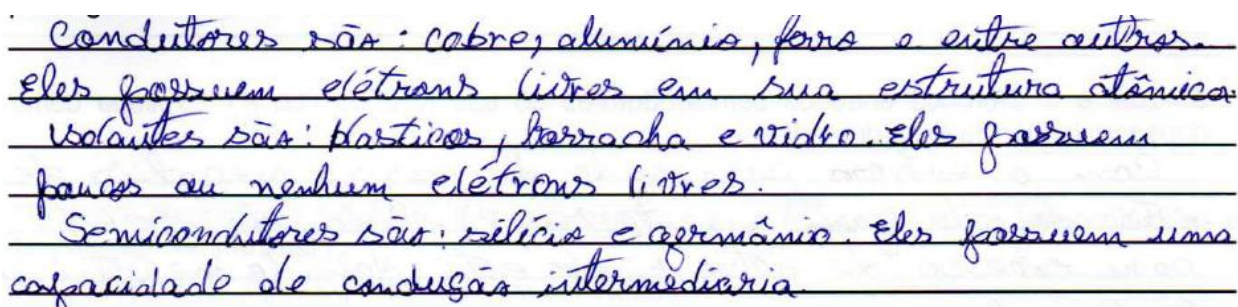
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta, condutores permitem o fluxo de corrente, isolantes bloqueiam, e semicondutores podem se comportar de formas diferentes dependendo de determinadas condições por exemplo, temperatura ou presença de dopantes. Porém, o aluno não explora o porquê, deixando de mencionar conceitos de estrutura de bandas como banda de valência, banda de condução e largura da banda proibida.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno compreende que semicondutores podem funcionar tanto como condutores quanto como isolantes em condições específicas, mas não aprofunda os conceitos teóricos banda de energia, dopagem etc. Esse conhecimento adicional seria necessário para atingir um nível intermediário ou avançado de compreensão.

Resposta discente 12

Figura 33 – Resposta discente 12 (Turma C)



Condutores são: cobre, alumínio, ferro e entre outros. Eles possuem elétrons livres em sua estrutura atômica. Isolantes são: plástico, borracha e vidro. Eles possuem poucos ou nenhum elétrons livres. Semicondutores são: silício e germânio. Eles possuem uma capacidade de condução intermediária

Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno descreve corretamente as categorias de materiais (condutores, isolantes e semicondutores), fornece exemplos adequados e menciona o papel dos elétrons livres na condução. A resposta está correta em linhas gerais. Poderia ser mais completa abordando a estrutura de bandas (banda de valência, banda de condução e a largura da banda proibida) para explicar de forma mais precisa o motivo de alguns materiais apresentarem maior ou menor condutividade.

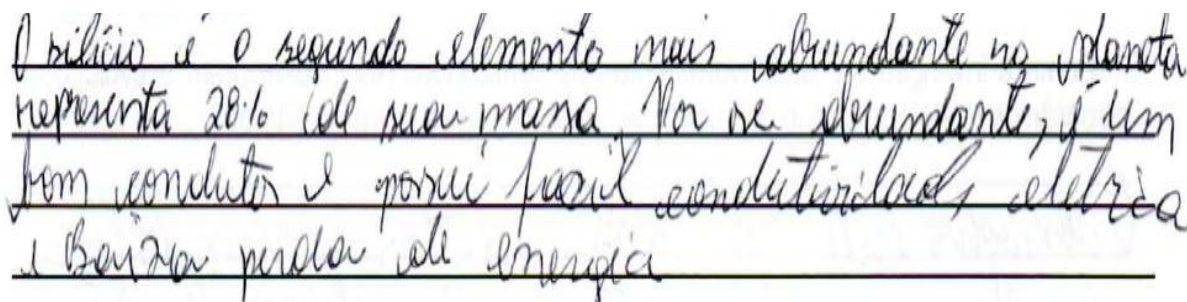
O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstra boa compreensão ao citar a presença ou ausência de elétrons livres nos materiais e conhece exemplos clássicos de cada tipo. Para atingir um nível mais avançado, seria importante aprofundar o entendimento dos mecanismos de condução em semicondutores (dopagem, band gap etc.).

Ao analisar as respostas fornecidas, observou-se que um número significativo de discentes resumiu suas conclusões a conceitos básicos: o condutor conduz, o isolante isola e o semicondutor tanto isola quanto conduz. Embora essas definições reflitam, de forma simples, a natureza de cada tipo de material, a análise sugere a necessidade de aprofundar a compreensão sobre o funcionamento, as aplicações e as características específicas de cada um desses elementos, especialmente no que se refere às propriedades dos semicondutores em diferentes condições de uso.

Questão 3: O silício é um dos materiais semicondutores mais utilizados. Por que o silício é tão importante na indústria de eletrônicos? Quais são suas principais características que o tornam um bom semicondutor?

Resposta discente 13

Figura 34 – Resposta discente 13 (Turma A)



O silício é o segundo elemento mais abundante no planeta representa 28% de sua massa. Por ser abundante, é um bom condutor e possui fácil condutibilidade elétrica e baixa perda de energia.

Fonte: criada pelo autor, 2025

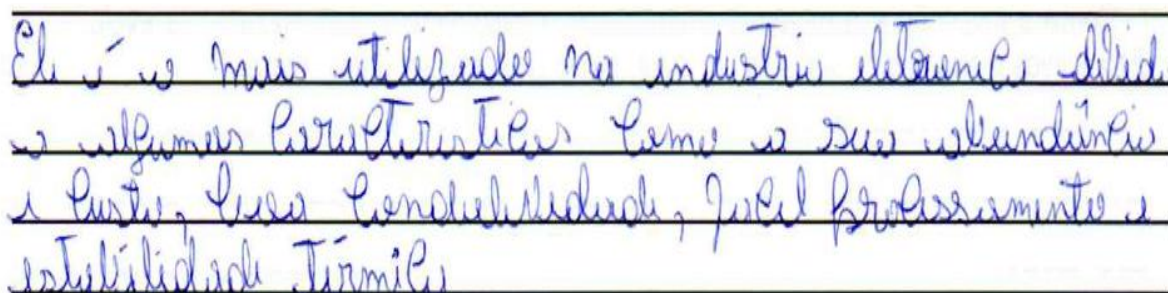
O aluno começa corretamente ao mencionar a abundância do silício na crosta terrestre (de fato, o silício é o segundo elemento mais abundante). Porém, ao afirmar que o silício é “um bom

condutor”, há imprecisão: o silício é um semicondutor, não um condutor metálico. Sua importância na indústria eletrônica deve-se, entre outros fatores, à capacidade de formar óxido de silício (SiO_2) de alta qualidade, à possibilidade de ser dopado (alterando sua condutividade de forma controlada) e ao valor adequado da sua banda de energia ($\sim 1,1$ eV), que permite sua utilização em dispositivos semicondutores (como transistores e diodos). Assim, a resposta acerta ao destacar a abundância, mas não aborda os pontos técnicos mais relevantes que fazem do silício um excelente semicondutor (como a facilidade de dopagem, a estabilidade térmica e a formação de óxido de silício de boa qualidade).

O nível da resposta é considerado básico, o aluno demonstrou conhecimento sobre a abundância do silício, mas não apresentou detalhes fundamentais que explicam por que o silício se destaca como semicondutor na indústria eletrônica. Falta abordar, por exemplo, a questão da banda de energia, da dopagem e das propriedades químicas que tornam o silício tão versátil.

Resposta discente 14

Figura 35 – Resposta discente 14 (Turma A)



Ele é o mais utilizado na indústria eletrônica devido a algumas características como a sua abundância e custo, boa condutividade, fácil processamento e estabilidade térmica.

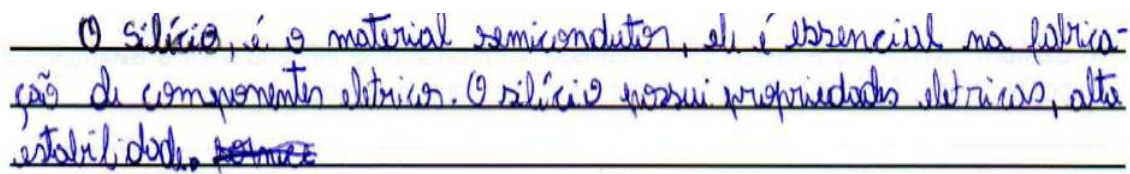
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno cita pontos corretos e importantes sobre o silício: abundância e custo relativamente baixo, processamento facilitado e estabilidade térmica. A menção a “boa condutividade” indica alguma compreensão de que o silício se situa entre isolantes e condutores. Porém, faltou abordar outros aspectos fundamentais que fazem do silício um semicondutor tão utilizado. Assim, embora a resposta contenha elementos corretos, ela poderia ser mais completa.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno já relacionou algumas características-chave como abundância, baixo custo, estabilidade e processamento, mas não mencionou detalhes mais específicos, como dopagem e a importância do óxido de silício.

Resposta discente 15

Figura 36 – Resposta discente 15 (Turma B)



O silício, é o material semicondutor, ele é essencial na fabricação de componentes eletrônicos. O silício possui propriedades elétricas, alta estabilidade, semicondutor

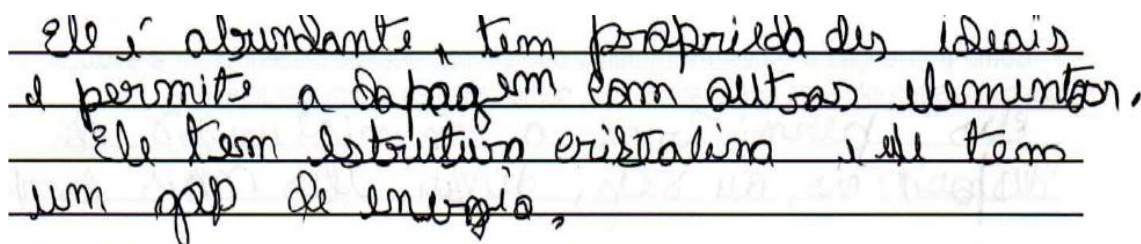
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno mostra ter um entendimento geral de que o silício é um semicondutor amplamente utilizado na indústria de componentes eletrônicos, devido às suas propriedades elétricas e estabilidade. Porém, a resposta é bastante genérica e não aprofunda as características específicas que tornam o silício um bom semicondutor.

O nível da resposta é considerado básico, a resposta reconhece o silício como um importante semicondutor e menciona propriedades genéricas, mas não aprofunda os motivos técnicos que justificam sua ampla aplicação na indústria.

Resposta discente 16

Figura 37 – Resposta discente 16 (Turma B)



Ele é abundante, tem propriedades ideais e permite a dopagem com outros elementos. Ele tem estrutura cristalina e ele tem um gap de energia

Fonte: criada pelo autor, 2025

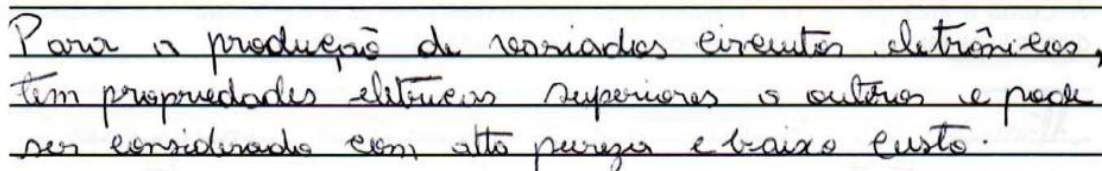
A resposta apresenta pontos importantes sobre o silício como semicondutor: abundância, fator que contribui para o baixo custo de produção. Dopagem, permite o controle preciso das propriedades elétricas do material. Estrutura cristalina, relevante para a formação de dispositivos semicondutores de alta qualidade e gap de energia fundamental para a operação de transistores e diodos. Em linhas gerais o que o aluno destacou está correto e mostra boa compreensão dos conceitos principais.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstrou conhecimento dos aspectos técnicos mais relevantes (dopagem e band gap), indo além do básico. Entretanto, falta

aprofundar detalhes adicionais, como a importância da camada de óxido, a estabilidade térmica e outras vantagens de se trabalhar com silício em larga escala.

Resposta discente 17

Figura 38 – Resposta discente 17 (Turma C)



Para a produção de variados circuitos eletrônicos, tem propriedades elétricas superiores a outros e pode ser considerado com alta pureza e baixo custo.

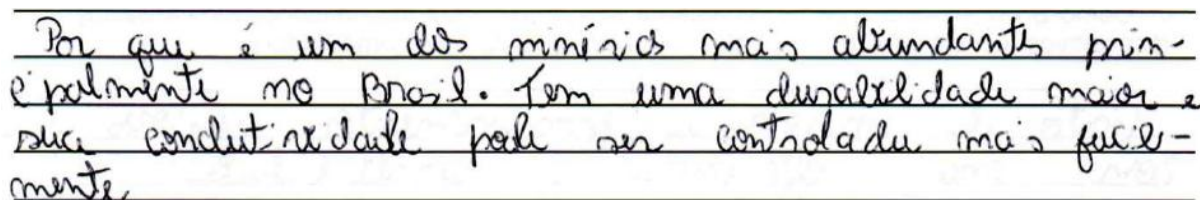
Fonte: criada pelo autor, 2025

O discente destaca que o silício é fundamental para a produção de diversos circuitos eletrônicos e que ele apresenta baixo custo e pode ser purificado com facilidade, o que é correto. No entanto, a resposta é genérica ao dizer que o silício tem “propriedades elétricas superiores”; não está claro quais propriedades diferenciam o silício de outros semicondutores, nem se menciona a possibilidade de dopagem, o crescimento de óxido (SiO_2), ou a lacuna de energia (band gap) apropriada. Portanto, embora não haja erros conceituais graves, faltam detalhes importantes que explicam por que o silício é o semicondutor dominante na indústria eletrônica.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno mostra saber que o silício é barato, puro e utilizado em muitos dispositivos, mas não aprofunda as razões técnicas essenciais (dopagem, band gap, óxido de silício).

Resposta discente 18

Figura 39 – Resposta discente 18 (Turma C)



Por que é um dos minérios mais abundantes principalmente no Brasil. Tem uma durabilidade maior e sua condutividade pode ser controlada mais facilmente.

Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno ressalta a abundância do silício e menciona que ele tem maior “durabilidade” embora esse termo seja vago, pode-se interpretar como estabilidade ou resistência química. Também diz que a condutividade “pode ser controlada mais facilmente”, o que sugere algum conhecimento sobre dopagem ou controle de propriedades elétricas. Faltam, novamente, pontos

técnicos mais aprofundados, como a formação de óxido de silício, o valor do band gap e porque isso é importante, bem como a aplicação prática dessa “durabilidade”.

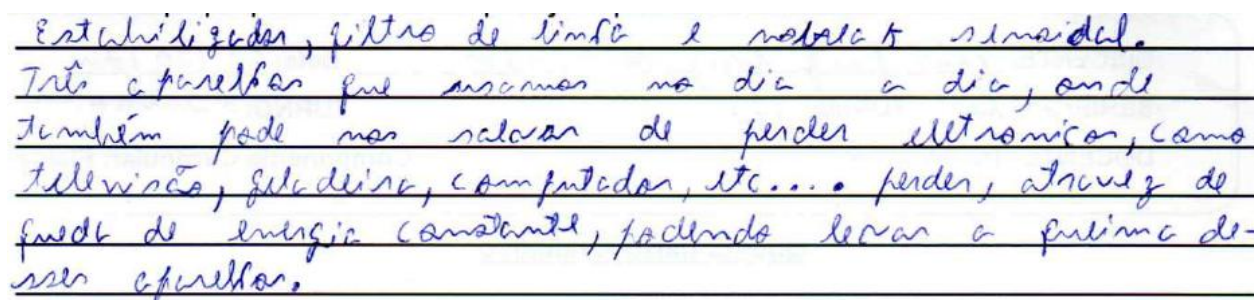
O nível da resposta é considerado básico, a resposta é correta no básico (silício é abundante e sua condutividade pode ser controlada), mas não aprofunda nas características fundamentais que fazem do silício um bom semiconductor em dispositivos eletrônicos modernos.

Ao analisar as respostas fornecidas, observou-se que muitos discentes justificaram suas escolhas enfatizando fatores como a abundância do material, seu custo-benefício, o fato de estar presente na areia, além da facilidade de processamento, baixa perda de energia e estabilidade. Embora esses pontos sejam pertinentes e reflitam um conhecimento inicial sobre as vantagens do uso de determinados materiais, a análise sugere a necessidade de aprofundar o estudo acerca das propriedades físico-químicas envolvidas, bem como dos contextos de aplicação em que essas características se tornam realmente relevantes.

Questão 4: Cite e explique pelo menos três aplicações práticas dos semicondutores no nosso cotidiano.

Resposta discente 19

Figura 40 – Resposta discente 19 (Turma A)



Estabilizadores, filtro de linha e nobreak sensível.
Três aparelhos que usamos no dia a dia, onde também pode nos salvar de perder eletrônicos, como televisões, geladeiras, computadores, etc... perder, através de queda de energia constante, podendo levar a prejuízo de ser aparelhos.

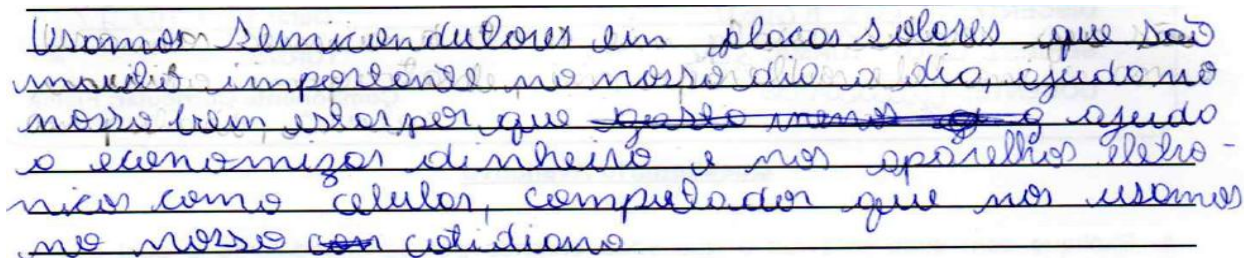
Fonte: criada pelo autor, 2025

O discente cita alguns dispositivos relacionados à estabilização de energia (como estabilizadores e filtros) e menciona televisões, geladeiras e computadores. Embora esses aparelhos de fato contenham semicondutores como transistores, diodos, circuitos integrados, a resposta não está muito clara quanto às aplicações específicas dos semicondutores nesses dispositivos. Faltou também explicar como os semicondutores atuam nos estabilizadores ou nos componentes eletrônicos internos. Ainda assim, há uma compreensão de que semicondutores estão presentes em equipamentos do cotidiano.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno demonstrou reconhecer que semicondutores são usados em diversos aparelhos do dia a dia, mas não explicou com profundidade o papel desses componentes nos dispositivos citados.

Resposta discente 8

Figura 41 – Resposta discente 8 (Turma A)



Usamos semicondutores em placas solares que são muito importante no nosso dia a dia, ajuda no nosso bem estar por que ~~isso~~ ajuda a economizar dinheiro e nos aparelhos eletrônicos como celular, computador que nós usamos no nosso cotidiano

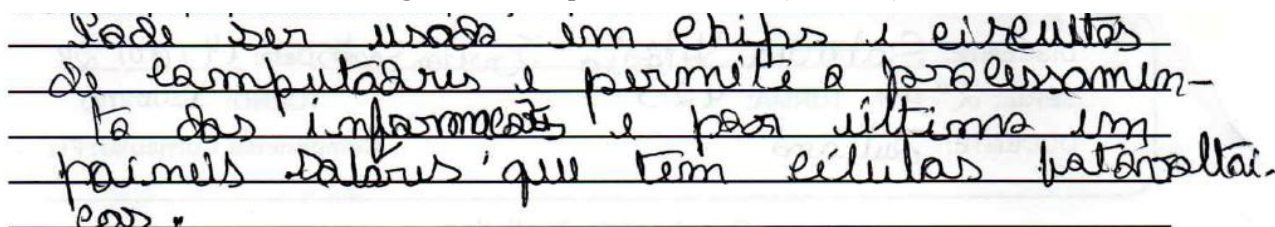
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno cita corretamente a aplicação em placas solares (células fotovoltaicas) e em dispositivos eletrônicos como celulares e computadores. Entretanto, a explicação sobre como e por que os semicondutores são relevantes poderia ser mais detalhada.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno mostrou saber identificar usos práticos (painéis solares, celulares e computadores), mas não desenvolveu a explicação sobre o funcionamento ou a importância dos semicondutores em cada caso.

Resposta discente 16

Figura 42 – Resposta discente 16 (Turma B)



Pode ser usado em chips e circuitos de computadores e permite a processamento das informações e por último em painéis solares que tem células fotovoltaicas

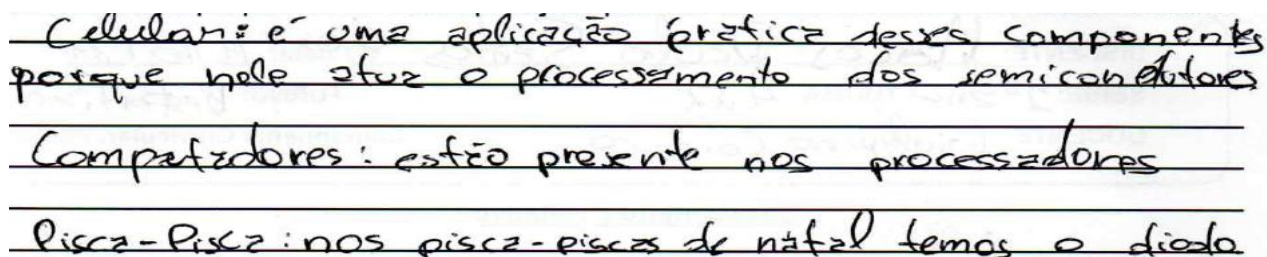
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno citou duas ou três aplicações principais chips e circuitos de computadores (processadores e componentes internos) e painéis solares (células fotovoltaicas). A resposta está tecnicamente correta, mas poderia ter trazido mais um exemplo, já que a pergunta pedia “pelo menos três aplicações” e uma explicação mais aprofundada sobre cada uma.

O nível da resposta é considerado básico, acertou no essencial (semicondutores em chips e em células fotovoltaicas), mas não desenvolveu como cada aplicação funciona.

Resposta discente 20

Figura 43 – Resposta discente 20 (Turma B)



Celular: é uma aplicação prática desses componentes porque nele atua o processamento dos semicondutores

Computadores: estão presente nos processadores

Pisca-Pisca: nos piscas-piscas de natal temos o diodo

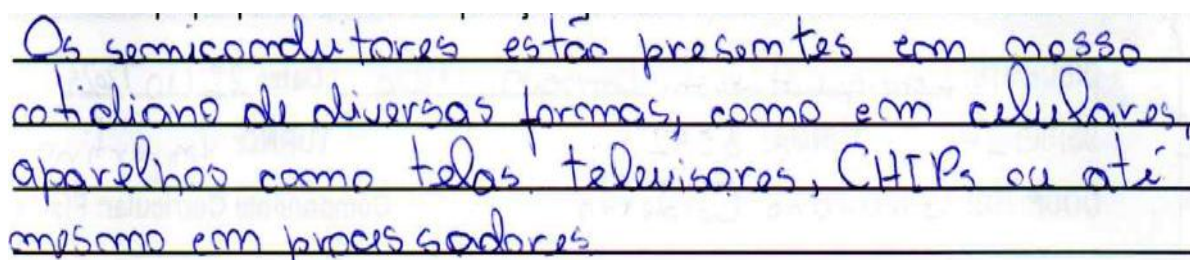
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno apresenta três exemplos distintos e corretos como celulares, computadores (processadores) e pisca-piscas (LEDs). Cada exemplo mostra um uso real de semicondutores.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstrou que sabe identificar aplicações variadas, incluindo uma aplicação simples, como as luzes de Natal e associar o componente semiconductor diodo, processador etc. ao dispositivo. Faltou apenas maior aprofundamento sobre o funcionamento.

Resposta discente 21

Figura 44 – Resposta discente 21 (Turma C)



Os semicondutores estão presentes em nosso cotidiano de diversas formas, como em celulares, aparelhos como telas, televisores, CHIPS ou até mesmo em processadores

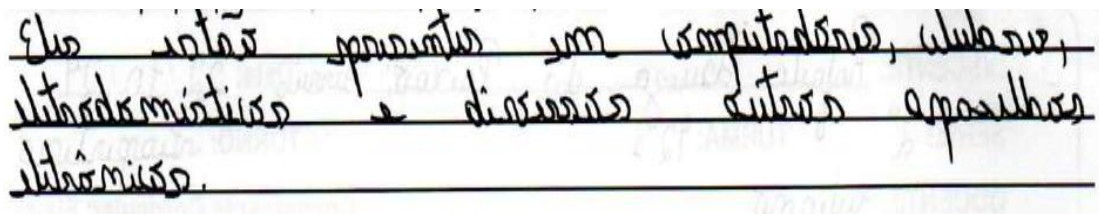
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno lista corretamente vários dispositivos que utilizam semicondutores (celulares, televisores, chips, processadores). Contudo, não há explicação de como se dão essas aplicações na prática.

O nível da resposta é considerado básico, há identificação correta de diversos equipamentos, mas não há detalhamento.

Resposta discente 22

Figura 45 – Resposta discente 22 (Turma C)



Eles estão presentes em computadores, celulares, eletrodomésticos e diversos outros aparelhos eletrônicos.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta, mas muito breve. Reconhece que semicondutores compõem praticamente todos os dispositivos eletrônicos modernos, porém não traz exemplos concretos nem explicações.

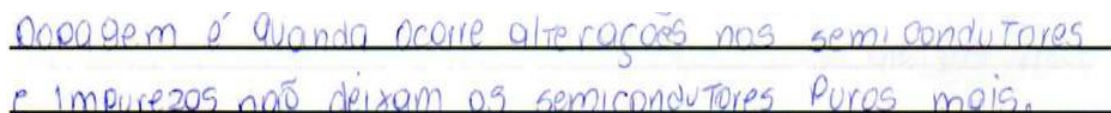
O nível da resposta é considerado básico, a resposta é muito geral e não atende plenamente ao pedido de “citar e explicar três aplicações”.

Ao analisar as respostas dos discentes sobre as aplicações dos semicondutores, constatou-se que as menções mais frequentes focaram no uso desses materiais em diversos aparelhos eletrônicos que fazem parte do cotidiano moderno. Entre as aplicações mais citadas estão os celulares e computadores, fundamentais para a comunicação e acesso à informação. Microfones, que são essenciais em sistemas de som e comunicação audiovisual, também foram destacados, assim como estabilizadores e nobreaks, que são cruciais para a proteção e manutenção da energia em equipamentos sensíveis. Além disso, painéis solares e ar-condicionado foram apontados, evidenciando a importância dos semicondutores em soluções de energia sustentável e sistemas de climatização, respectivamente. Essas menções reforçam como os semicondutores são peças-chave na tecnologia que impulsiona várias facetas da vida moderna.

Questão 5: Explique o que é dopagem de semicondutores e como esse processo altera as propriedades de um semicondutor.

Resposta discente 2

Figura 46 – Resposta discente 2 (Turma A)



Dopagem é quando ocorre alterações nos semicondutores e impurezas não deixam os semicondutores puros mais.

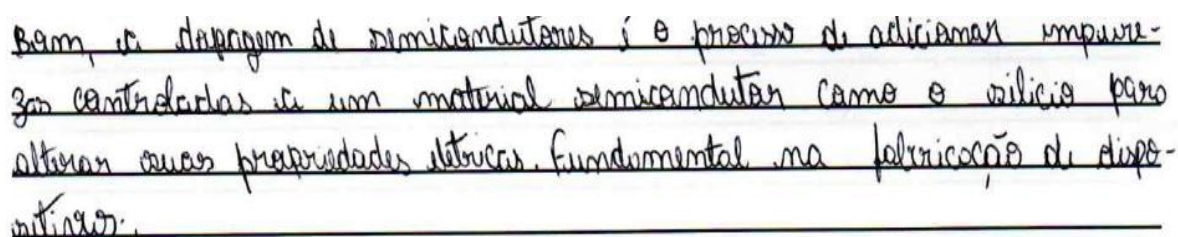
Fonte: criada pelo autor, 2025

A ideia central, a adição de impurezas em um semicondutor puro está correta. No entanto, o aluno não explica de que forma essas impurezas modificam as propriedades elétricas, por exemplo, aumento de elétrons ou lacunas. Apenas diz que “não são puros mais”. Falta relacionar a dopagem à mudança de condutividade ou às cargas em excesso/escassez que tornam o semicondutor do tipo N ou P.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno demonstra entender que se trata de adicionar algo ao semicondutor, mas a resposta é muito superficial e não aborda o efeito no comportamento elétrico.

Resposta discente 1

Figura 47 – Resposta discente 1 (Turma A)



Bem, a dopagem de semicondutores é o processo de adicionar impurezas controladas a um material semicondutor como o silício para alterar suas propriedades elétricas. Fundamental na fabricação de dispositivos.

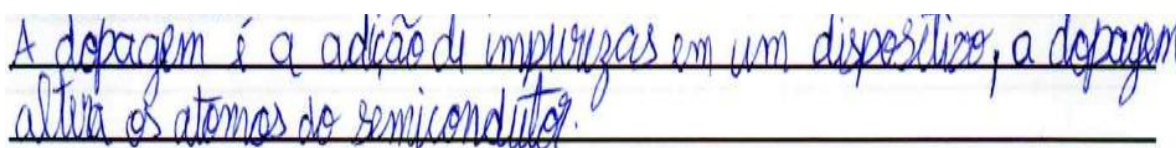
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta, o aluno explica claramente que dopagem é a adição controlada de impurezas em semicondutores para alterar propriedades elétricas, reconhecendo sua importância tecnológica.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstra compreensão adequada do conceito e de sua relevância. Porém, poderia aprofundar descrevendo como essas impurezas afetam a condutividade (excesso de elétrons ou lacunas).

Resposta discente 23

Figura 48 – Resposta discente 23 (Turma B)



A dopagem é a adição de impurezas em um dispositivo, a dopagem altera os átomos do semicondutor.

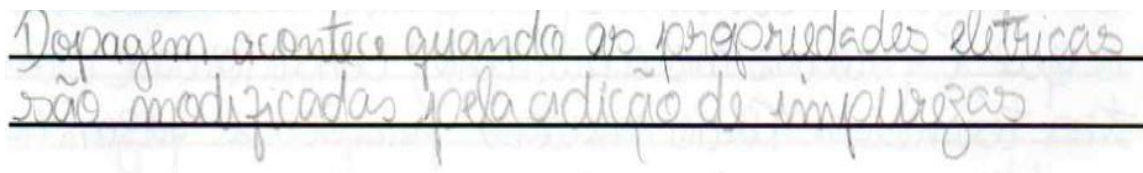
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta ao mencionar que dopagem é adicionar impurezas. No entanto, falta explicar por que e como essas impurezas alteram as propriedades elétricas do semicondutor.

O nível da resposta é considerado básico, há uma compreensão elementar: o aluno sabe que se adiciona algo ao semicondutor e que isso modifica o material, mas não apresenta detalhes sobre o mecanismo de alteração das propriedades.

Resposta discente 24

Figura 49 – Resposta discente 24 (Turma B)



Dopagem acontece quando as propriedades elétricas são modificadas pela adição de impurezas

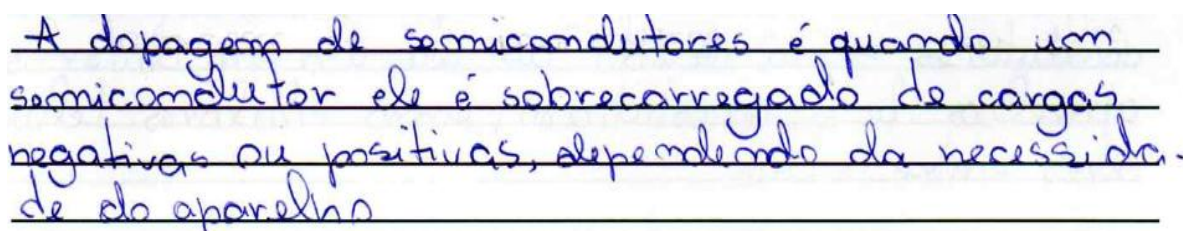
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta de forma resumida. O aluno identifica a ideia central: propriedades elétricas do semicondutor são alteradas pela dopagem.

O nível da resposta é considerado básico, assim como o anterior, é correto, mas pouco desenvolvido. Falta explicar o que essas impurezas fazem e quais efeitos são observados, (tipo N ou P, aumento de condutividade).

Resposta discente 21

Figura 50 – Resposta discente 21 (Turma C)



A dopagem de semicondutores é quando um semicondutor ele é sobrecarregado de cargas negativas ou positivas, dependendo da necessidade do aparelho

Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno relaciona a dopagem à criação de cargas negativas ou positivas, o que está correto em linhas gerais. Porém, não menciona explicitamente que isso se faz pela adição de impurezas.

O nível da resposta é considerado básico, ainda que o estudante chegue perto do conceito de tipos de dopagem (N e P), não há clareza sobre como a dopagem é feita nem menção ao tipo de impureza usada.

Resposta discente 5

Figura 51 – Resposta discente 5 (Turma C)

Dopagem: é quando determinadas impurezas são adicionadas no semicondutor alterando suas propriedades eletrônicas. É dependendo da quantidade e tipo de impurezas podem aumentar a condutividade do semicondutor.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta e relativamente completa, o aluno explica que impurezas são adicionadas, alteram propriedades eletrônicas e menciona a relação entre quantidade/tipo de impurezas e condutividade.

O nível da resposta é considerado intermediário, a resposta demonstra boa compreensão, abordando a noção de que diferentes impurezas podem afetar de modo distinto o comportamento elétrico.

Ao analisar as respostas fornecidas, observou-se que diversos discentes destacaram a importância de introduzir impurezas em um material, pois essa prática modifica as propriedades de um semicondutor ao alterar sua estrutura atômica. Essa percepção inicial aponta para o processo de dopagem, no qual a adição de pequenas quantidades de outros elementos pode interferir na condutividade elétrica e, por consequência, influenciar o desempenho de dispositivos eletrônicos. Contudo, a análise indica a necessidade de aprofundar o estudo desse processo, investigando quais tipos de impurezas são utilizados, bem como o impacto específico que cada uma pode exercer sobre o material.

Questão 6: Qual é a diferença entre os semicondutores do tipo N e do tipo P? Explique como a dopagem influencia essa diferença.

Resposta discente 25

Figura 52 – Resposta discente 25 (Turma A)

dopagem influencia essa diferença.
Um é positivo e o outro é negativo
N= negativo, P= positivo

Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno traz a ideia de que semicondutores tipo N estão associados a cargas negativas e semicondutores tipo P a cargas positivas. Entretanto, faltou esclarecer como a dopagem gera esses portadores majoritários e por que um semicondutor resulta em excesso de elétrons (N) ou em excesso de lacunas (P). Embora a distinção “N = negativo” e “P = positivo” seja conceitualmente básica e verdadeira em termos de portadores de carga predominantes, a resposta não aborda o papel dos materiais dopantes.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno identificou corretamente a polaridade dos semicondutores, mas não explicou o processo de dopagem em detalhes nem aprofundou o conceito.

Resposta discente 26

Figura 53 – Resposta discente 26 (Turma A)

*dopagem influencia essa diferença.
Tipo N são negativos e Tipo P positivos. A dependes do material utilizado
ele pode ocasionar uma sobra de elétrons ocasionando no tipo N ou uma falta
de elétrons ocasionando no tipo P.*

Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno descreve corretamente que, dependendo do átomo dopante, pode haver “sobra” de elétrons (tipo N) ou “falta” de elétrons (tipo P). A resposta mostra compreensão de que a dopagem é o fator determinante para a criação de excesso ou carência de elétrons (lacunas), relacionando isso à natureza “negativa” ou “positiva” do semicondutor.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstra conhecimento do conceito básico de dopagem (doadores → excesso de elétrons; aceptores → falta de elétrons). No entanto, poderia detalhar melhor a terminologia e aprofundar um pouco mais em como esses átomos modificam a estrutura eletrônica.

Resposta discente 24

Figura 54 – Resposta discente 24 (Turma B)

*Semicondutores do tipo P têm lacunas (falta de
elétrons livres). Semicondutores do tipo N têm
excesso de elétrons.
A dopagem influencia quando é compartilhados os
elétrons da camada de valência.*

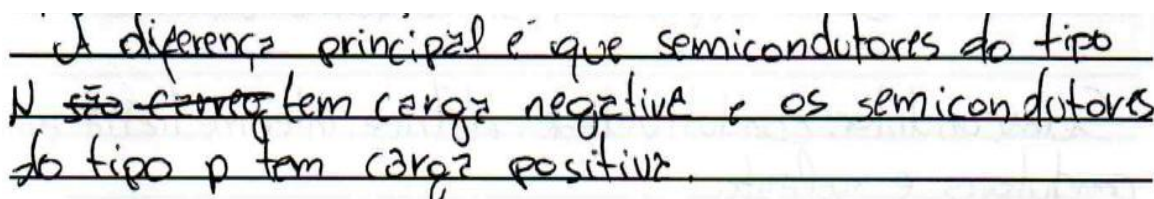
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno apontou corretamente que o tipo P se caracteriza pela presença de lacunas (portadores positivos) e o tipo N pelo excesso de elétrons. Menciona brevemente que a dopagem está relacionada ao compartilhamento de elétrons de valência, mas não aprofunda muito o porquê de haver excesso ou falta de elétrons.

O nível da resposta é considerado intermediário, a resposta está correta e utiliza a terminologia certa (lacunas e elétrons). Falta apenas maior detalhamento sobre a origem desses portadores e o tipo de impureza (doadores/aceptores).

Resposta discente 20

Figura 55 – Resposta discente 20 (Turma B)



A diferença principal é que semicondutores do tipo N são carregados com carga negativa e os semicondutores do tipo p tem carga positiva.

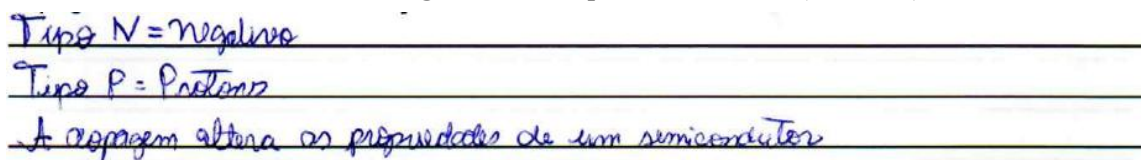
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno acerta na definição geral de que tipo N e tipo P se referem a portadores de carga predominantes (elétrons ou lacunas). Falta mencionar a dopagem e como essa diferença surge, de modo que a resposta fica um pouco incompleta.

O nível da resposta é considerado básico, demonstra apenas o entendimento mais elementar (N - negativo, P - positivo). Não explica como a dopagem influencia.

Resposta discente 27

Figura 56 – Resposta discente 27 (Turma C)



Tipo N = Negativo
Tipo P = Positivo
A dopagem altera as propriedades de um semicondutor

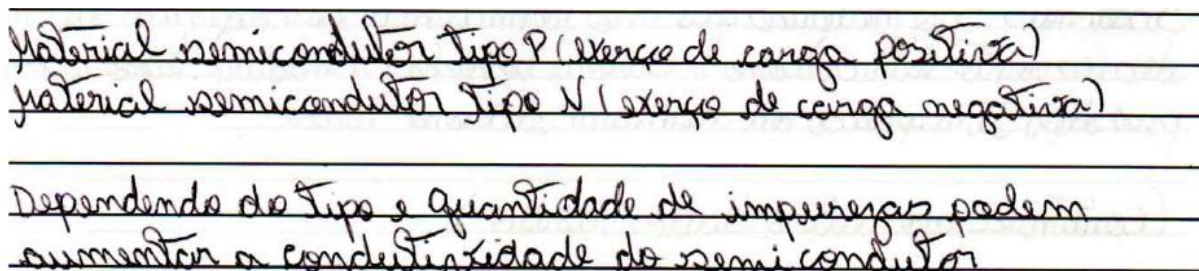
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta é muito resumida. Está correta ao indicar que o tipo N se relaciona a cargas negativas (elétrons) e o tipo P a cargas positivas (lacunas), porém não desenvolve o conceito de como a dopagem altera essas propriedades.

O nível da resposta é considerado básico, reconhece a diferença fundamental, mas a justificativa sobre como a dopagem atua não foi apresentada em detalhe.

Resposta discente 5

Figura 57 – Resposta discente 5 (Turma C)



Material semicondutor tipo P (excesso de carga positiva)
 Material semicondutor tipo N (excesso de carga negativa)
 Dependendo do tipo e quantidade de impurezas podem
 aumentar a condutividade do semicondutor

Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno utiliza a terminologia “presença de carga positiva” (lacunas) e “excesso de carga negativa” (elétrons), o que corresponde às características de P e N, respectivamente. Menciona a dopagem como fator para aumentar a condutividade, mostrando a compreensão de que a quantidade de impurezas também é importante.

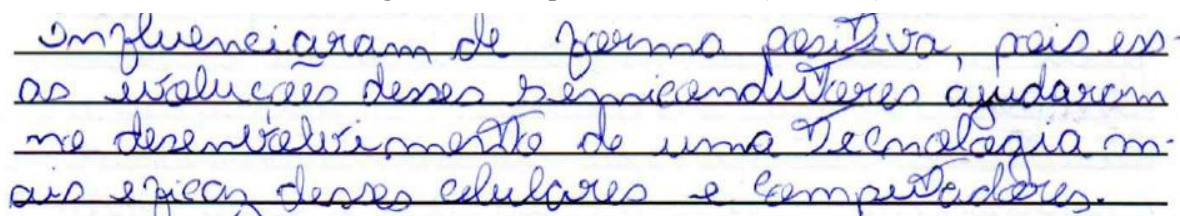
O nível da resposta é considerado intermediário, está correto e levemente mais completo ao mencionar que a quantidade de impurezas influencia a condutividade, embora não tenha detalhado muito sobre a origem da dopagem ou os exemplos de dopantes.

Ao analisar as respostas, observou-se que muitos discentes afirmaram que o tipo N é negativo, possuindo um elétron a mais, e o tipo P é positivo, com um elétron a menos. Embora essas definições estejam corretas em sua essência, a análise revela uma compreensão superficial do processo de dopagem e das interações eletrônicas. É necessário aprofundar o estudo sobre como impurezas específicas alteram as propriedades dos semicondutores e como essas cargas interagem nas junções PN, essenciais para dispositivos eletrônicos. Esse aprofundamento fortalecerá o nível de aprendizagem e a aplicação prática dos conceitos na tecnologia moderna.

Questão 7: Como a invenção e o desenvolvimento dos semicondutores influenciaram a evolução dos dispositivos tecnológicos que usamos hoje, como celulares e computadores?

Resposta discente 28

Figura 58 – Resposta discente 28 (Turma A)



Influenciaram de forma positiva, pois as evoluções desses semicondutores ajudaram no desenvolvimento de uma tecnologia mais eficaz desses celulares e computadores.

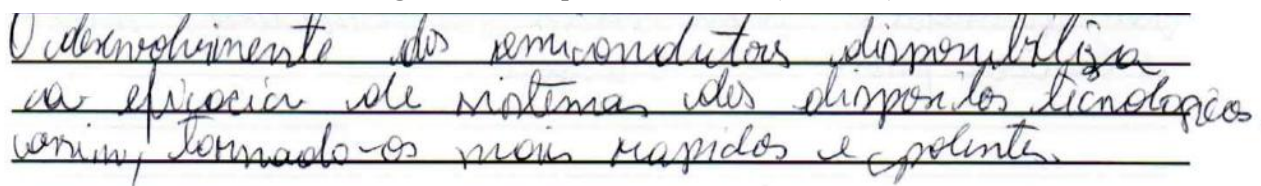
Fonte: criada pelo autor, 2025

A afirmação está correta no sentido geral, a evolução dos semicondutores de fato tornou computadores e celulares mais eficientes. Porém, a resposta é bastante breve e poderia trazer mais detalhes sobre como esses materiais possibilitam melhorias como a miniaturização e o aumento de velocidade de processamento.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno demonstra uma compreensão básica de que semicondutores são importantes para o avanço tecnológico, mas não aprofunda nos mecanismos ou exemplos específicos.

Resposta discente 13

Figura 59 – Resposta discente 13 (Turma A)



O desenvolvimento dos semicondutores disponibiliza a eficiência de sistemas dos dispositivos tecnológicos, tornando-os mais rápidos e potentes.

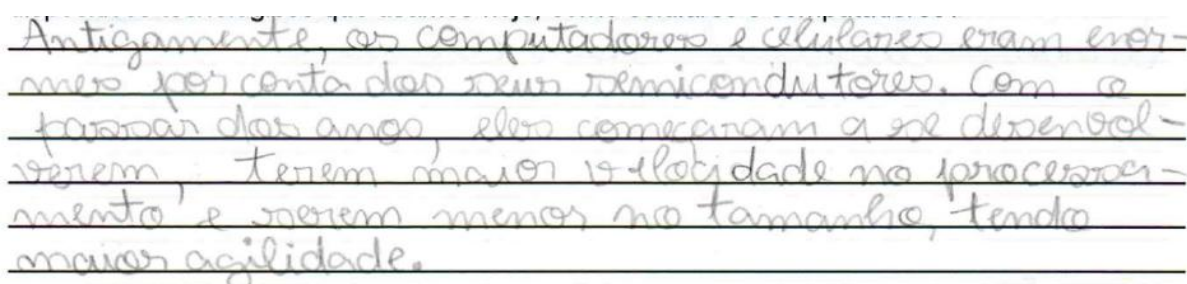
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta, mas permanece muito resumida. Reconhece-se que semicondutores tornaram os dispositivos mais rápidos e eficientes, o que é verdadeiro, mas faltam exemplos ou maior aprofundamento.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno tem noção de que semicondutores melhoram a eficiência e a velocidade dos dispositivos, mas não desenvolve a explicação nem cita aplicações concretas.

Resposta discente 24

Figura 60 – Resposta discente 24 (Turma B)



Antigamente, os computadores e celulares eram enormes por conta dos seus semicondutores. Com o passar dos anos, eles começaram a se desenvolverem, terem maior velocidade no processamento e serem menores no tamanho, tendo maior agilidade.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta em mencionar a miniaturização e o aumento de velocidade de processamento como consequência do desenvolvimento de semicondutores, é uma observação pertinente ao tema.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno mostra entendimento de que o aperfeiçoamento dos semicondutores levou à redução do tamanho e ao aumento de velocidade dos dispositivos, porém a explicação ainda é superficial.

Resposta discente 4

Figura 61 – Resposta discente 4 (Turma B)

Travessa para nós uma aceleração, otimização e logramento da produção industrial de aparelhos tecnológicos, aumentando tanto a qualidade dos dispositivos, quanto facilitando o seu acesso no mercado.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta e demonstra boa compreensão dos impactos econômicos e industriais associados aos semicondutores. Aponta não só para desempenho, mas também para questões de custo e acessibilidade.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno mostra um entendimento mais abrangente do tema, relacionando o avanço da tecnologia de semicondutores à produção em massa e ao barateamento dos dispositivos.

Resposta discente 29

Figura 62 – Resposta discente 29 (Turma C)

Os semicondutores influencia no tamanho desses aparelhos, tornando eles menores. Além de deixar mais rápido e eficiente.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta, porém muito resumida. É verdadeiro que semicondutores permitiram reduzir o tamanho dos dispositivos e aumentar sua eficiência.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno apresenta a ideia principal miniaturização e eficiência, mas não aprofunda conceitos ou dá exemplos adicionais.

Resposta discente 30

Figura 63 – Resposta discente 30 (Turma C)

sem os semicondutores grande parte da evolução dos dispositivos eletrônicos / tecnológicas não seria possível. Os semicondutores influenciam na evolução de massa da humanidade sendo muito utilizados na condução de eletricidade, informações de Tais eletrônicas.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta expressa corretamente a importância fundamental dos semicondutores no avanço dos dispositivos eletrônicos, embora de forma geral. Reconhece seu papel na condução de eletricidade e transmissão de informações, o que é coerente com a função desses materiais.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno compreende a relevância histórica e prática dos semicondutores, embora não detalhe os mecanismos exatos (como dopagem e uso em transistores) que levam a esse avanço.

Ao analisar as respostas fornecidas, observou-se que muitos discentes destacaram aspectos como maior praticidade, melhoria na facilidade e rapidez dos dispositivos, maior compactação e maior eficiência. Essas respostas refletem uma compreensão clara dos benefícios associados às inovações tecnológicas, evidenciando que os alunos reconhecem a importância de dispositivos mais acessíveis e funcionais no cotidiano. No entanto, a análise também indica a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre os fatores técnicos que possibilitam essas melhorias, incentivando uma compreensão mais detalhada dos processos que levam ao desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e compactas. Esse aprofundamento contribuirá para um nível de aprendizagem mais robusto e para a formação de profissionais capacitados a inovar e otimizar dispositivos tecnológicos.

Questão 8: O transistor é uma das invenções mais importantes da eletrônica. Explique a relação entre transistores e semicondutores e como os transistores funcionam.

Resposta discente 31

Figura 64 – Resposta discente 31 (Turma A)

Os transistores são dispositivos semicondutores que possibilitam o controle do fluxo de corrente elétrica.

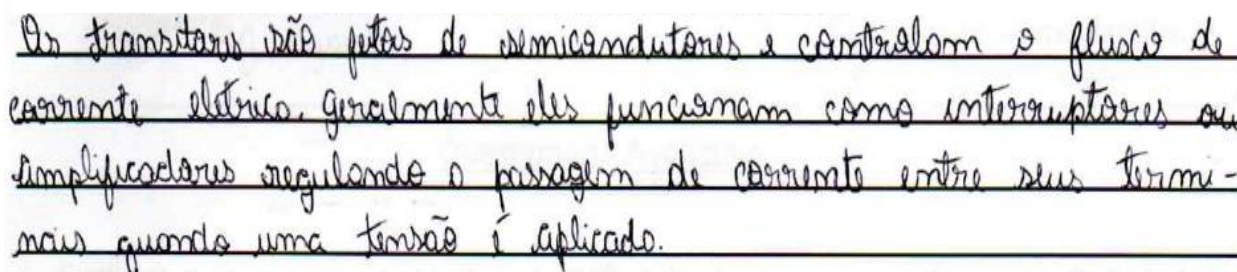
Fonte: criada pelo autor, 2025

A afirmação está correta em linhas gerais de fato, o transistor é um dispositivo semicondutor que permite controlar a corrente elétrica. Contudo, a resposta é bastante sucinta e não explica em detalhes como ocorre esse controle nem aborda explicitamente a relação entre transistores e semicondutores, além de citar o conceito de amplificação ou chaveamento de forma mais aprofundada, conteúdo correto, mas incompleto.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno reconhece corretamente o fato de o transistor ser um dispositivo semicondutor e que ele controla o fluxo de corrente, mas não aprofunda na explicação de funcionamento (como chave ou amplificador) nem na importância do semicondutor em si.

Resposta discente 1

Figura 65 – Resposta discente 1 (Turma A)



Os transistores são feitos de semicondutores e controlam o fluxo de corrente elétrica. Geralmente eles funcionam como interruptores ou amplificadores regulando a passagem de corrente entre seus terminais quando uma tensão é aplicada.

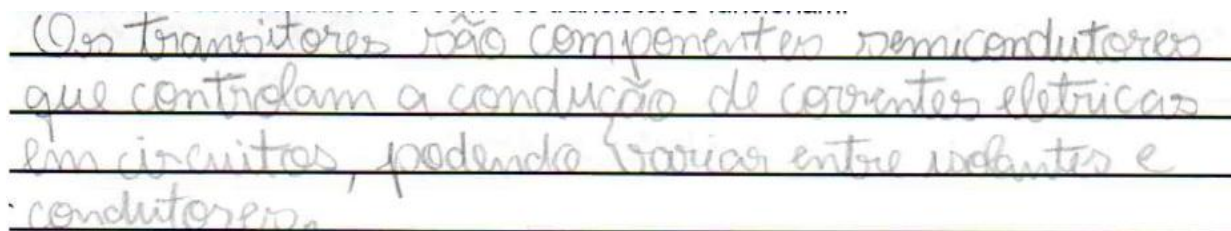
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta e bem estruturada. O aluno aponta a natureza semicondutora do transistor, destaca suas principais funções (interruptor e amplificador) e menciona o controle de corrente entre os terminais sob a aplicação de uma tensão.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstrou boa compreensão tanto sobre o fato de o transistor ser um semicondutor quanto sobre suas funções principais no circuito (chaveamento e amplificação), ainda que não tenha entrado em detalhes mais profundos como tipos de transistor ou processos de dopagem.

Resposta discente 24

Figura 66 – Resposta discente 24 (Turma B)



Os transistores são componentes semicondutores que controlam a condução de correntes elétricas em circuitos, podendo variar entre isolantes e condutores.

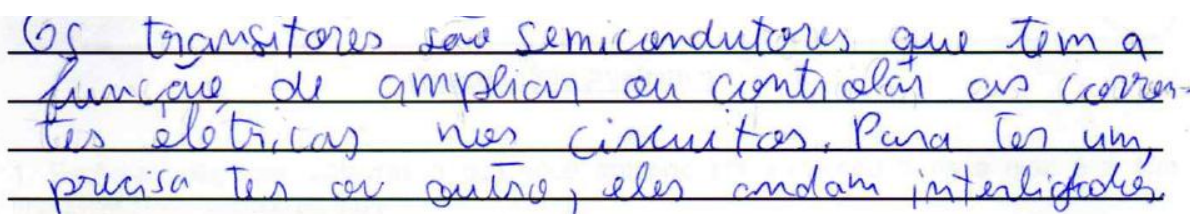
Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno acerta ao dizer que transistores são componentes semicondutores que controlam a condução de corrente.

O nível da resposta é considerado básico, reconhece a base do transistor (dispositivo semicondutor) e sua função de controle, mas não apresenta maiores explicações ou exemplos.

Resposta discente 3

Figura 67 – Resposta discente 3 (Turma B)



Os transistores são semicondutores que tem a função de amplificar ou controlar as correntes elétricas nos circuitos. Para ter um, precisa ter os outros, eles andam interligados.

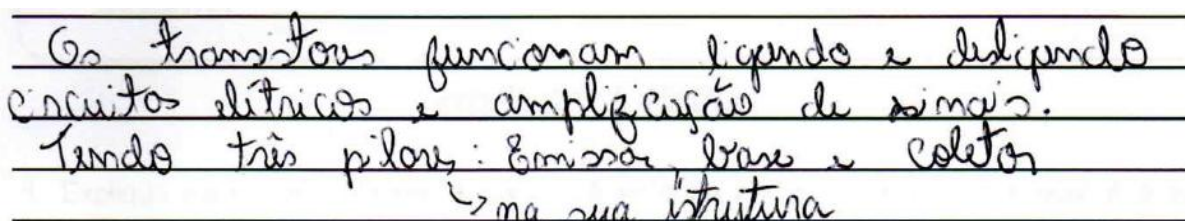
Fonte: criada pelo autor, 2025

A primeira frase sobre o transistor amplificar ou controlar correntes elétricas está correta. A segunda parte ficou confusa, possivelmente indicando que os transistores funcionam em conjunto com outros componentes ou que em circuitos reais existem vários transistores. Falta clareza e um detalhamento maior do princípio de funcionamento. Conteúdo correto, mas com uma explicação final confusa e pouco aprofundada.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno entende que o transistor é um semicondutor e que pode controlar/amplificar correntes, mas não desenvolve bem o raciocínio sobre como isso acontece.

Resposta discente 32

Figura 68 – Resposta discente 32 (Turma C)



Os transistores funcionam ligando e desligando circuitos elétricos e amplificação de sinais. Tendo três pilares: Emissor, base e coletor. na sua estrutura

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta menciona as duas principais aplicações (chaveamento e amplificação) e cita corretamente os três terminais do transistor (emissor, base e coletor). No entanto, o aluno não citou explicitamente que são feitos de material semicondutor, nem como isso se relaciona ao

funcionamento. O necessário sobre função de amplificador e terminais está correto; falta detalhar a parte de semicondutores.

O nível da resposta é considerado intermediário, mostra conhecimento das duas principais funções do transistor e da existência dos três terminais, mas não aprofunda a parte conceitual de semicondutores ou junções.

Resposta discente 33

Figura 69 – Resposta discente 33 (Turma C)

Os transistores funcionam tipo como um interruptor, tanto permitindo a passagem de energia, quanto não permitindo, a partir dele é possível que os semicondutores funcionem tanto para isolar ou conduzir a corrente elétrica.

Fonte: criada pelo autor, 2025

O aluno relaciona o transistor a um interruptor e faz menção à dualidade do semicondutor (pode isolar ou conduzir). Isso está conceitualmente correto, mas de forma bastante simplificada e incompleta. Falta explicar como o transistor controla essa passagem ou a relação direta com os semicondutores além do comportamento de isolante e condutor. A resposta dada está correta (função de chave e papel do semicondutor), mas pouco aprofundada.

O nível da resposta é considerado básico, conhece a função de chave do transistor e a ideia básica de semicondutor, porém não detalha o mecanismo interno nem explora outras funções como amplificação.

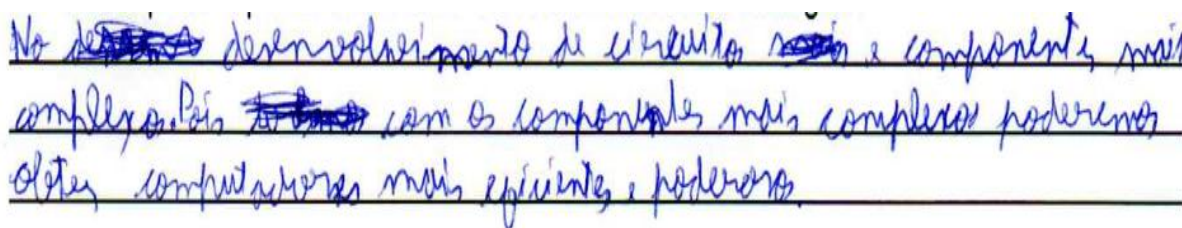
Ao analisar as respostas fornecidas, constatou-se que muitos discentes destacaram que os semicondutores controlam o fluxo da corrente, funcionando como interruptores ou amplificadores. Além disso, foi mencionado que esses dispositivos têm a função de ampliar ou controlar a corrente elétrica e possuem três terminais principais: base, emissor e coletor. Essas observações indicam uma compreensão fundamental do funcionamento dos transistores, evidenciando que os alunos reconhecem suas aplicações essenciais em circuitos eletrônicos. No entanto, a análise também sugere a necessidade de aprofundar o entendimento sobre os mecanismos internos que permitem o controle e a amplificação da corrente, bem como a interação entre os diferentes terminais. Esse aprofundamento é importante para fortalecer o nível

de aprendizagem e capacitar os discentes a aplicar esses conceitos de maneira mais eficaz em projetos tecnológicos avançados.

Questão 9: Em sua opinião, quais são os possíveis futuros avanços na tecnologia de semicondutores? Como isso pode impactar ainda mais o desenvolvimento tecnológico?

Resposta discente 26

Figura 70 – Resposta discente 26 (Turma A)



No desenvolvimento de circuitos mais e componentes mais complexos. Pois com os componentes mais complexos poderemos obter computadores mais eficientes e poderosos.

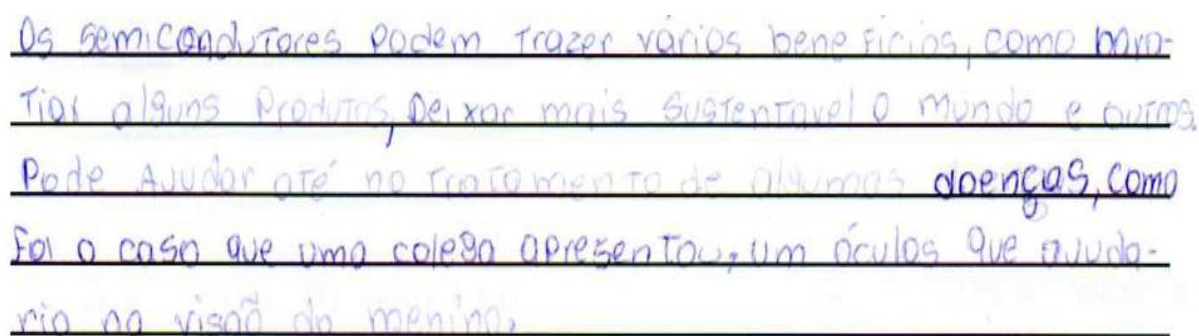
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta, pois reconhece que a evolução dos semicondutores possibilita a criação de circuitos mais complexos e eficientes, resultando em dispositivos de maior desempenho. No entanto, a explicação é breve e não aprofunda como esses avanços se dariam por exemplo, redução de tamanho, novas técnicas de fabricação e materiais inovadores.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno demonstra entendimento de que semicondutores mais avançados levam a computadores mais poderosos, mas não apresenta maiores detalhes sobre os processos ou tecnologias envolvidas.

Resposta discente 2

Figura 71 – Resposta discente 2 (Turma A)



Os semicondutores podem trazer vários benefícios, como baratear alguns produtos, deixar mais sustentável o mundo e curar. Pode ajudar até no tratamento de algumas doenças, como foi o caso que uma colega apresentou, um óculos que ajudaria na visão do menino.

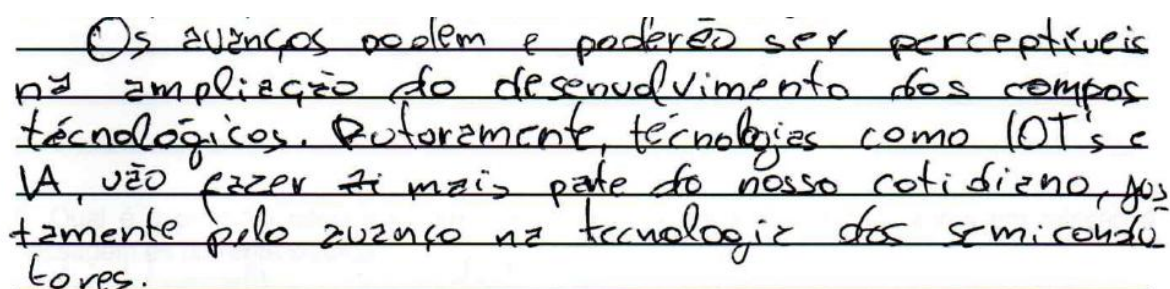
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está parcialmente correta, o aluno destaca aplicações gerais dos semicondutores em diferentes áreas como redução de custos, sustentabilidade, saúde, o que é verdadeiro. Contudo, faltou relacionar mais diretamente como as futuras inovações em semicondutores levarão a essas melhorias, ficando a explicação um pouco vaga.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno compreende que semicondutores são fundamentais em diversas aplicações, mas não aprofunda o “por quê” ou “como” esses avanços técnicos ocorrem e impactam cada área.

Resposta discente 20

Figura 72 – Resposta discente 20 (Turma B)



Os avanços podem e poderão ser perceptíveis na ampliação do desenvolvimento dos campos tecnológicos. Futuramente, tecnologias como IoT's e IA, vão fazer a mais parte do nosso cotidiano, possivelmente pelo avanço na tecnologia dos semicondutores.

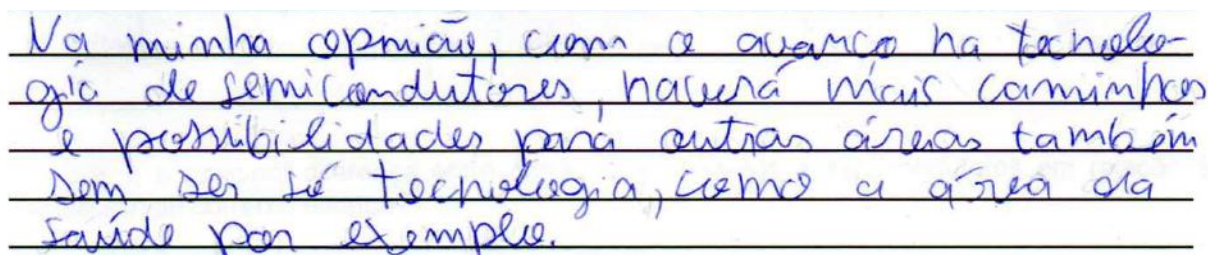
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta ao relacionar semicondutores com tecnologias emergentes como Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA). Essas áreas de fato dependem fortemente dos avanços nos semicondutores para aumentar desempenho, reduzir consumo de energia e possibilitar maior integração.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno vai além do básico ao citar aplicações específicas (IoT, IA) que dependem de semicondutores avançados, mas poderia detalhar ainda mais os aspectos técnicos que tornam essas aplicações possíveis.

Resposta discente 3

Figura 73 – Resposta discente 3 (Turma B)



Na minha opinião, com o avanço na tecnologia de semicondutores, haverá mais caminhos e possibilidades para outras áreas também sem ser só tecnologia, como a área da saúde por exemplo.

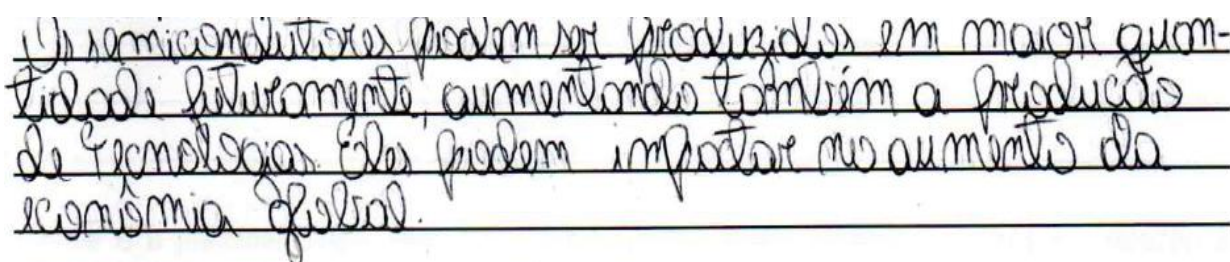
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta em um sentido geral, semicondutores de fato abrem portas para diversas áreas além da computação tradicional. Porém, falta exemplificar ou desenvolver a ideia de forma mais concreta.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno reconhece a importância transversal dos semicondutores, mas não aprofunda quais avanços são esperados nem como se dá esse impacto em setores como saúde ou outros.

Resposta discente 34

Figura 74 – Resposta discente 34 (Turma C)



Os semicondutores podem ser produzidos em maior quantidade futuramente, aumentando também a produção de tecnologias. Eles podem impulsionar o aumento da economia global.

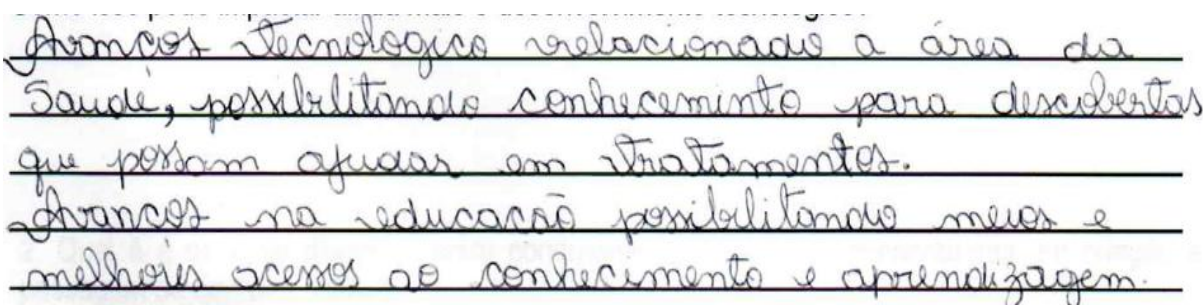
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta ao reconhecer que a produção em larga escala de semicondutores impulsiona o desenvolvimento tecnológico e a economia global. Porém, não aprofunda como a tecnologia pode avançar além do crescimento quantitativo.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno compreende a relação entre produção de semicondutores e crescimento econômico, mas não discute os aspectos qualitativos, como inovações de design, redução de custos de fabricação ou desenvolvimento de novas aplicações.

Resposta discente 11

Figura 75 – Resposta discente 11 (Turma C)



Avanços tecnológicos relacionados a área da saúde, possibilitando conhecimento para descobertas que possam ajudar em tratamentos. Avanços na educação possibilitando meios e melhores meios ao conhecimento e aprendizagem.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta ao mencionar que semicondutores favorecem inovações em saúde como equipamentos de diagnóstico, dispositivos de monitoramento e educação em acesso a tecnologias interativas, computadores mais acessíveis, mas não descreve diretamente como o avanço técnico dos semicondutores influencia essas áreas.

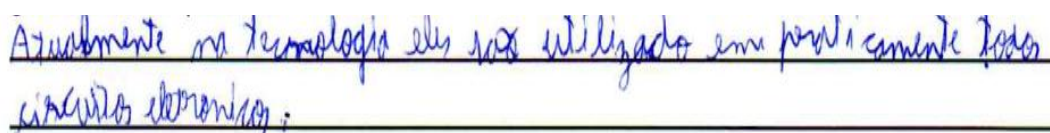
O nível da resposta é considerado básico, o aluno demonstra uma visão global de aplicações, porém a explicação carece de detalhes sobre a tecnologia em si ou exemplos de como semicondutores evoluídos resultam em melhorias práticas.

Ao analisar as respostas, verificou-se que muitos discentes destacaram impactos significativos nas áreas da saúde, economia global, dispositivos eletrônicos do dia a dia e educação, além de mencionar a melhoria na rapidez e eficiência dos aparelhos eletrônicos. Essas respostas demonstram uma percepção ampla sobre a influência das inovações tecnológicas em diversos setores da sociedade. No entanto, a análise sugere a necessidade de aprofundar o conhecimento dos alunos sobre as interações específicas entre tecnologia e essas áreas, visando fortalecer o aprendizado e a aplicação prática dos conceitos.

Questão 10: Existe alguma curiosidade ou fato interessante que você conheça sobre semicondutores e gostaria de compartilhar?

Resposta discente 26

Figura 76 – Resposta discente 26 (Turma A)



Atualmente na tecnologia eles são utilizados em praticamente todos circuitos eletrônicos.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A afirmação está correta em linhas gerais, pois os semicondutores realmente são a base da maioria dos dispositivos eletrônicos atuais (smartphones, computadores, televisores etc.). No entanto, o aluno se limitou a constatar um fato bastante geral.

O nível da resposta é considerado básico, o aluno demonstrou apenas uma noção fundamental de que semicondutores são onipresentes na eletrônica, sem entrar em detalhes sobre propriedades ou aplicações mais específicas.

Resposta discente 13

Figura 77 – Resposta discente 13 (Turma A)

Não. Mas eu gostei da relação dos semicondutores com a física que o professor passou no seminário.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta não apresenta nenhum fato ou curiosidade sobre semicondutores, apenas expressa interesse em saber mais.

O nível da resposta é considerado básico, por não fornecer informação ou curiosidade alguma, o aluno não demonstrou conhecimento no tópico.

Resposta discente 3

Figura 78 – Resposta discente 3 (Turma B)

Acho muito interessante o uso de semicondutores nos aparelhos eletrônicos e o fato do silício ser encontrado muito fácil na natureza, na areia, ele é o 2º elemento mais encontrado na natureza.

Fonte: criada pelo autor, 2025

A menção ao silício como o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre está correta, assim como sua importância nos dispositivos eletrônicos.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno mostra conhecimento de um fato específico sobre o silício (abundância na natureza) e sua aplicação em eletrônicos, demonstrando um entendimento um pouco mais aprofundado do tema do que apenas dizer “é muito usado”.

Resposta discente 35

Figura 79 – Resposta discente 35 (Turma B)

Existe uma crise dos semicondutores e a maioria são produzidos em Taiwan e China.

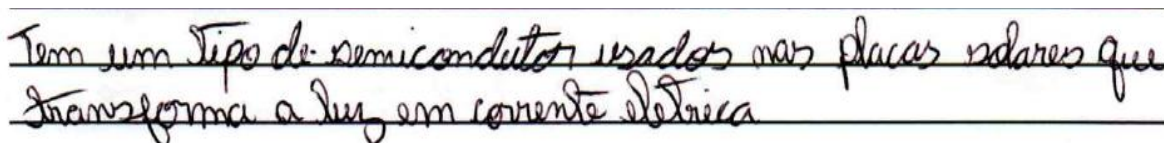
Fonte: criada pelo autor, 2025

A informação sobre a crise de semicondutores e o fato de a produção se concentrar em países da Ásia especialmente Taiwan e China está correta. Trata-se de um aspecto geopolítico e econômico verdadeiro.

O nível da resposta é considerado básico, embora correto, o comentário é mais voltado ao panorama de mercado e não traz detalhes técnicos sobre semicondutores.

Resposta discente 5

Figura 80 – Resposta discente 5 (Turma C)



Tem um tipo de semicondutor usados nas placas solares que transforma a luz em corrente elétrica

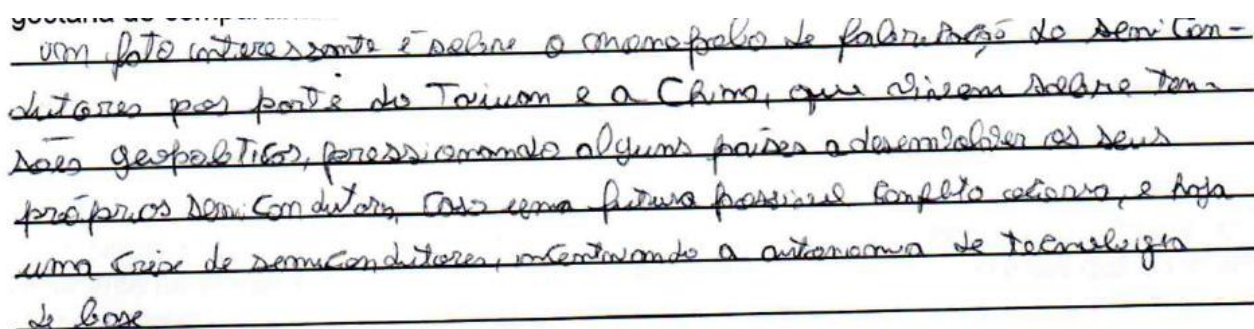
Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta está correta, pois se refere às células fotovoltaicas, que de fato usam semicondutores (geralmente silício, mas também outros materiais) para converter luz solar em eletricidade.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno mencionou uma aplicação concreta como placas solares e um princípio físico conversão de luz em corrente elétrica, demonstrando um entendimento acima do básico.

Resposta discente 36

Figura 81 – Resposta discente 36 (Turma C)



um fato interessante é sobre o monopólio de fabricação de semicondutores por parte de Taiwan e a China, que criou sobre tensões geopolíticas, pressionando alguns países a desenvolver os seus próprios semicondutores, caso uma futura possível completa cessação, e haja uma crise de semicondutores, afetando a autonomia de tecnologia de base

Fonte: criada pelo autor, 2025

A resposta discute corretamente a questão geopolítica e econômica envolvendo a concentração da indústria de semicondutores em alguns países. Traz também a ideia de uma crise atual e a busca pela autonomia tecnológica.

O nível da resposta é considerado intermediário, o aluno demonstra conhecimento contextual e geopolítico sobre semicondutores, mas não entra em aspectos físicos ou de funcionamento. Ainda assim, é uma visão mais elaborada do cenário de mercado do que apenas citar a existência de uma crise. Ao analisar as respostas, verificou-se que a maioria dos discentes responderam “não”, indicando que não possuíam curiosidades ou fatos interessantes a compartilhar, poucos discentes responderam.

8.2 Avaliação de desempenho estudantil através do questionário avaliativo

Para avaliar de forma efetiva o nível de aprendizagem dos alunos após a implementação de um novo produto educacional, foi desenvolvido e aplicado um questionário. Este instrumento avaliativo consistiu em 10 questões abertas, projetadas para explorar o entendimento e a assimilação dos conteúdos apresentados, este questionário encontra-se no Anexo A. Na análise dos resultados, utilizamos gráficos claros e informativos nesta seção do relatório para ilustrar três aspectos chave da participação dos estudantes: o número total de alunos que responderam às questões, a quantidade de alunos que escolheram não responder, e o número de alunos que completaram o questionário em sua totalidade. Estes dados visam fornecer uma visão abrangente da eficácia do produto educacional, permitindo identificar áreas de sucesso e aspectos que podem necessitar de ajustes ou melhorias adicionais.

O número de alunos que responderam ao questionário avaliativo foi menor do que o número de estudantes que participaram dos encontros da aplicação do produto educacional. Essa discrepância se deve ao fato de que, no dia marcado para a aplicação do questionário, alguns alunos não compareceram à instituição. As ausências podem ter sido influenciadas por diversos fatores individuais ou externos que impediram a presença desses estudantes na instituição naquela data específica. Isso resultou em uma menor taxa de resposta ao questionário do que inicialmente previsto, o que é importante considerar na análise dos resultados obtidos, e as análises dos gráficos foram realizadas apenas com os discentes que responderam ao questionário.

Tabela 3 – Número de discentes que responderam os questionários.

Turma	Número de discentes
A	22
B	25
C	29
Total	76

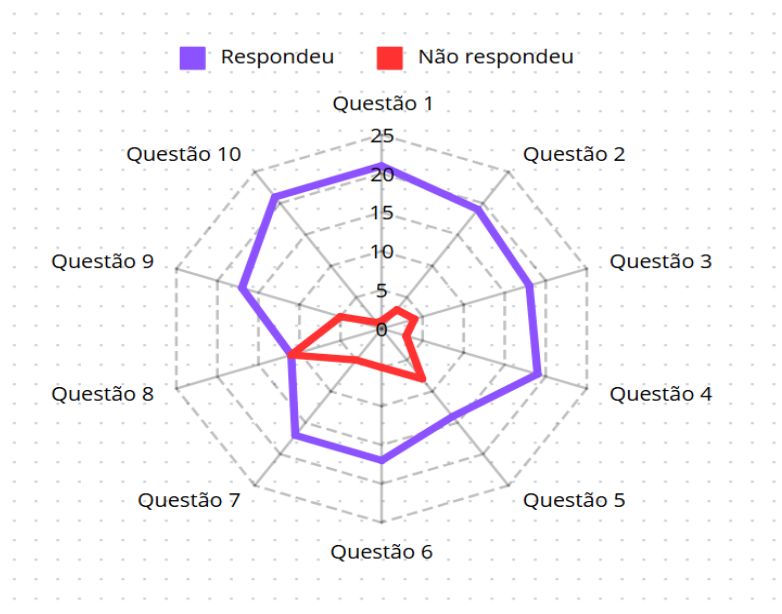
Fonte: criada pelo autor, 2025

Análise dos Dados

Gráfico 1 – Análise do Questionário Avaliativo (Turma A)

O gráfico apresentado é um gráfico de radar que representa a análise do questionário avaliativo da Turma A, comparando o número de respostas e não respostas para cada questão.

Gráfico 1 – Análise do questionário avaliativo (Turma A)



Fonte: criado pelo autor, 2025

Questões com maior taxa de resposta, observa-se que todas as questões apresentam um alto número de respostas, especialmente as questões 1, 2, 3, 4, 5 e 10, onde a curva roxa está mais distante do centro.

Questões com maior ausência de resposta, as questões com menor taxa de resposta (onde a curva vermelha se expande mais) parecem ser as questões 6 e 7, indicando que alguns alunos tiveram dificuldade ou optaram por não responder essas questões específicas.

Padrão de não respostas, o padrão de não respostas se concentra em um número reduzido de questões, o que pode indicar:

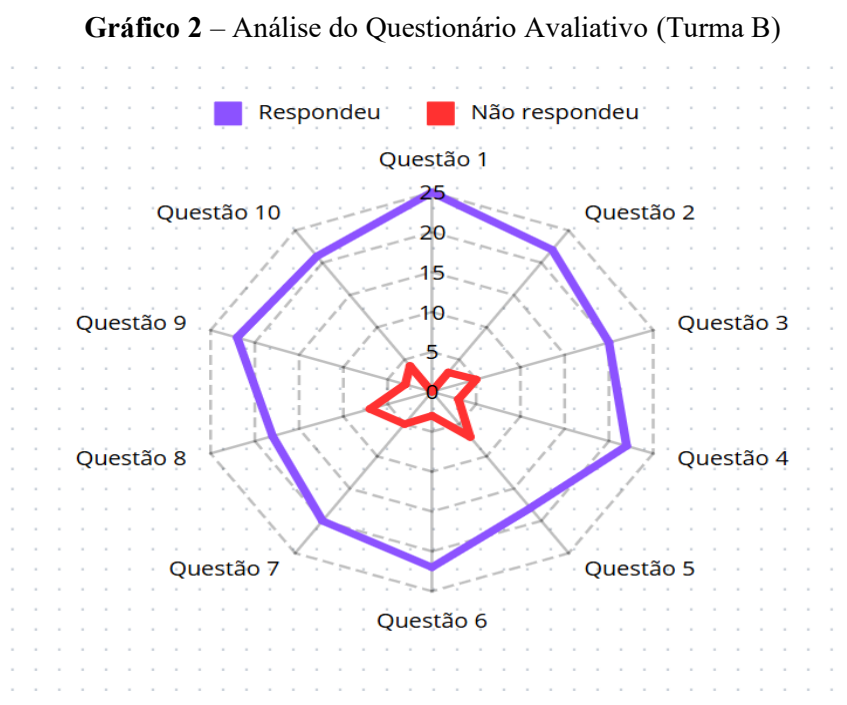
- Dificuldade específica no conteúdo dessas questões.
- Questões mais longas ou complexas que demandam mais tempo de resposta.
- Fatores externos, como tempo insuficiente para finalizar a avaliação.

O gráfico sugere que a Turma A teve um bom desempenho em termos de engajamento na avaliação, respondendo à maioria das questões. No entanto, algumas questões tiveram uma taxa

mais elevada de não respostas, o que pode indicar dificuldades pontuais que merecem atenção para futuras revisões ou reforços no conteúdo abordado.

Gráfico 2 – Análise do Questionário Avaliativo (Turma B)

O gráfico apresentado é um gráfico de radar que representa a análise do questionário avaliativo da Turma B, comparando o número de respostas e não respostas para cada questão.



Fonte: criado pelo autor, 2024

Questões com maior taxa de resposta, a curva roxa se estende de forma uniforme ao longo de todas as questões, mostrando que os alunos responderam a um alto número de perguntas. As questões 1, 2, 3, 4, 5 e 10 apresentam as maiores taxas de resposta.

Questões com maior ausência de resposta, a curva vermelha, que representa as não respostas, se mantém próxima ao centro do gráfico, indicando um baixo índice de questões não respondidas. Algumas questões, como a 6 e a 7, apresentam uma leve elevação na taxa de não respostas, sugerindo que alguns alunos possam ter encontrado dificuldades específicas nesses itens.

Padrão de não respostas, o número de não respostas é reduzido e distribuído de maneira relativamente uniforme, o que pode indicar que:

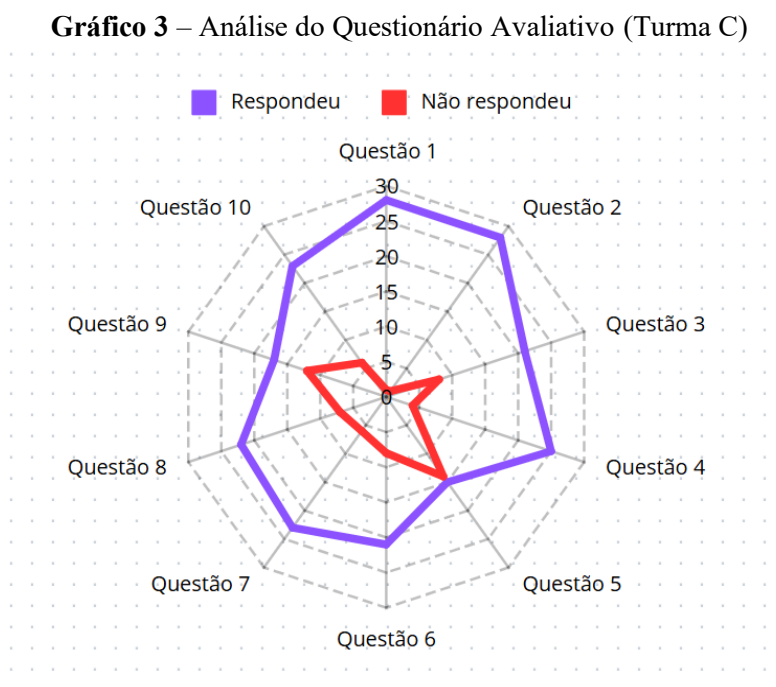
- As dificuldades dos alunos não foram concentradas em um único conjunto de questões.

- A maioria dos discentes conseguiu compreender e responder à maior parte da avaliação.
- Algumas questões específicas podem demandar uma revisão ou explicação mais detalhada para melhorar a taxa de resposta.

O gráfico mostra que a Turma B teve um alto nível de engajamento na avaliação, com a grande maioria dos alunos respondendo à maior parte das questões. Embora algumas questões tenham registrado um pequeno aumento no número de não respostas, o padrão geral indica uma boa compreensão do conteúdo avaliado.

Gráfico 3 – Análise do Questionário Avaliativo (Turma C)

O gráfico apresentado é um gráfico de radar que representa a análise do questionário avaliativo da Turma C, comparando o número de respostas e não respostas para cada questão.



Fonte: criado pelo autor, 2024

Questões com maior taxa de resposta, as questões 1, 2, 3, 9 e 10 possuem as maiores taxas de resposta, demonstrando que os alunos responderam a essas perguntas com maior frequência.

Questões com maior ausência de resposta, a curva vermelha, que representa as não respostas, se expande mais em torno das questões 5, 6 e 8. Isso sugere que alguns alunos podem ter tido dificuldades nessas questões ou optado por não respondê-las por outros motivos.

Padrão de não respostas, o número de não respostas, embora presente, não se distribui de forma uniforme. Ele se concentra em algumas questões específicas, o que pode indicar:

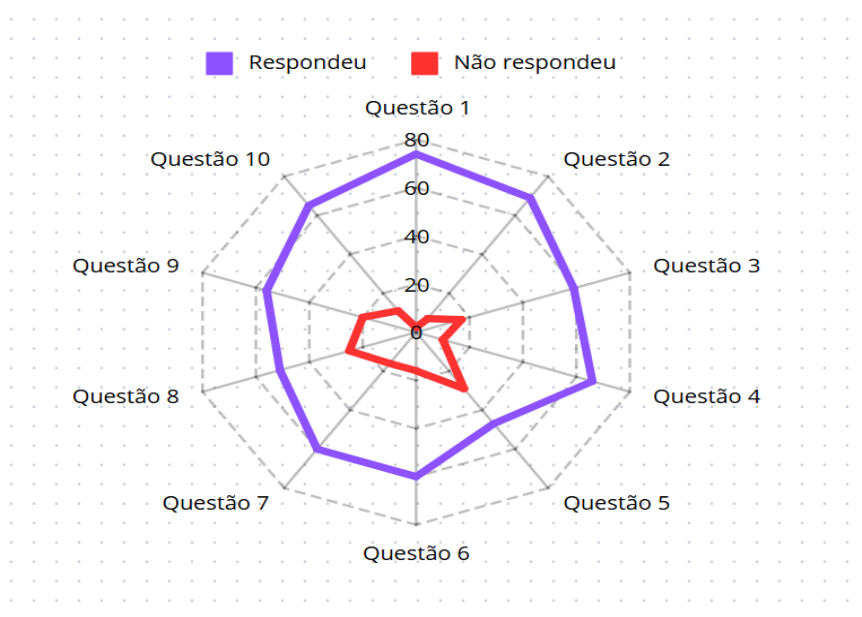
- Maior grau de dificuldade nessas questões.
- Falta de compreensão do conteúdo relacionado a esses itens.
- Questões mais complexas ou que demandam mais tempo para serem resolvidas.

O gráfico mostra que a Turma C teve um bom nível de participação na avaliação, com a maioria dos alunos respondendo a grande parte das questões. No entanto, algumas questões tiveram um índice mais elevado de não respostas, especialmente as questões 5, 6 e 8.

Gráfico 4 – Análise do Questionário Avaliativo (Turmas A, B e C)

O Gráfico 4 apresenta uma análise consolidada das respostas ao questionário avaliativo das Turmas A, B e C, permitindo uma visão global do engajamento dos alunos e das dificuldades encontradas ao longo da avaliação.

Gráfico 4 – Análise do Questionário Avaliativo (Turmas A, B e C)



Fonte: criado pelo autor, 2024

A área em roxo (Respondeu) é amplamente predominante, indicando que a maioria dos alunos das três turmas respondeu à grande parte das questões. A curva se mantém expandida de

maneira relativamente uniforme ao longo de todas as questões, demonstrando um alto nível de participação geral.

Questões com maior taxa de respostas, as questões 1, 2, 3, 4, 9 e 10 foram as mais respondidas, o que sugere que essas perguntas foram mais acessíveis ou compreendidas pelos alunos.

Questões com maior ausência de respostas, a curva vermelha, representando as não respostas, indica que algumas questões tiveram menor adesão, sendo que as questões 5, 6 e 7 apresentaram um número relativamente maior de alunos que optaram por não respondê-las. Isso pode estar relacionado a uma maior dificuldade dessas perguntas ou à necessidade de mais tempo para resolvê-las.

Padrão de não respostas, o número de não respostas, apesar de presente, se concentra em uma área bem menor do gráfico, indicando que a maior parte dos alunos conseguiu responder ao questionário. No entanto, a distribuição das não respostas sugere que certos conteúdos exigiram maior esforço ou não foram totalmente assimilados por parte dos discentes.

O gráfico evidencia que, no geral, as três turmas demonstraram um alto nível de participação e engajamento na avaliação, respondendo à grande maioria das questões. No entanto, determinadas questões (especialmente 5, 6 e 7) apresentaram um maior índice de não respostas, o que pode indicar maior dificuldade nesses conteúdos ou uma necessidade de revisão e reforço por parte do professor.

8.3 Análise da receptividade dos alunos ao conteúdo semicondutores e a metodologia

Os dados apresentados neste estudo foram coletados por meio de um questionário intitulado "Avaliação de Experiência e Aprendizado em Semicondutores", disponível no Anexo B. O questionário foi elaborado com o objetivo de mensurar tanto a experiência dos participantes durante as atividades realizadas quanto o grau de aprendizado alcançado sobre o tema.

Para garantir a imparcialidade das respostas e minimizar possíveis vieses de constrangimento ou influência, não foi solicitado aos alunos que se identificassem no questionário. Essa abordagem foi adotada para assegurar que os participantes pudessem expressar suas opiniões com total liberdade, mesmo em casos de insatisfação, sem receio de que suas respostas fossem associadas a suas identidades. Além disso, para reforçar a confidencialidade, o professor responsável pela aplicação do questionário saiu da sala durante o período de preenchimento. Após concluírem o questionário, os alunos foram instruídos a colocar suas respostas dentro de uma pasta que estava sobre a mesa do professor. Apenas quando todos os participantes finalizaram o preenchimento, o professor retornou à sala de aula para dar

continuidade às atividades. Essas medidas foram tomadas para criar um ambiente de resposta mais honesto e confortável, contribuindo para a qualidade e autenticidade dos dados coletados.

O questionário é composto por nove questões, estruturadas da seguinte forma: as questões de 1 a 8 avaliam a experiência dos participantes em diferentes aspectos das atividades propostas. Cada questão utiliza uma escala qualitativa de cinco níveis de satisfação, representados por ícones:

- Muito insatisfeito 😞
- Insatisfeito ☹️
- Neutro 😐
- Satisfeito 😊
- Muito satisfeito 😄

A questão 9 mede o grau de aprendizado que eles consideram terem alcançado ao longo das atividades relacionadas a semicondutores. Para essa questão, foi utilizada uma escala quantitativa, na qual os discentes atribuíam uma pontuação entre 0 a 5.

Esse formato permitiu tanto a análise qualitativa, a partir das percepções de satisfação dos participantes, quanto a análise quantitativa, com base nas pontuações atribuídas ao aprendizado. Os resultados coletados permitiram identificar tendências gerais, pontos fortes e fragilidades das atividades propostas. Esses dados também serviram de base para recomendações de melhorias futuras nos processos de ensino e aprendizagem em semicondutores.

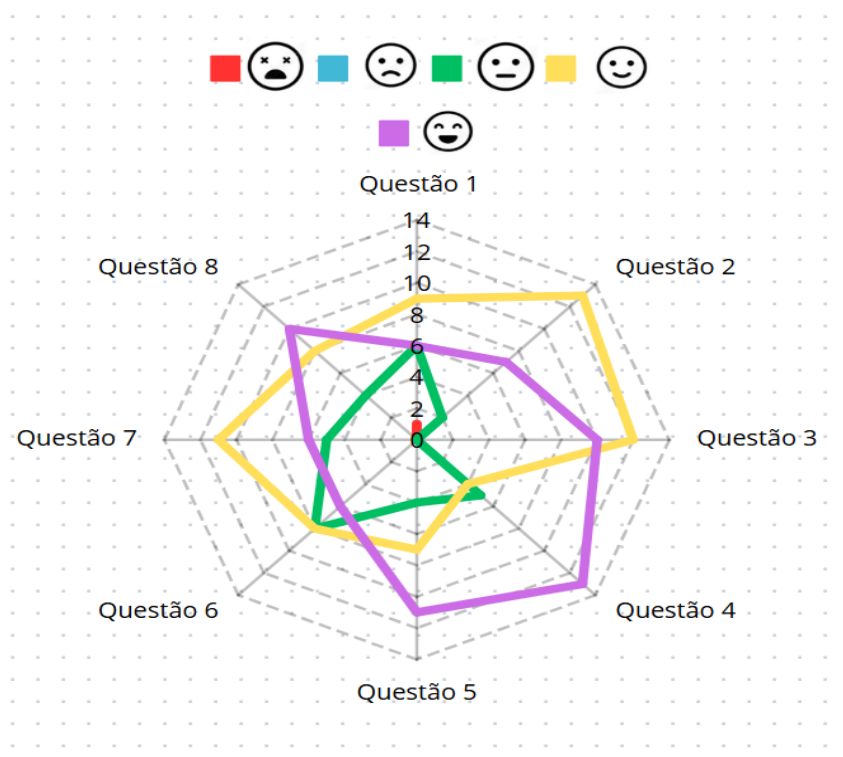
Os gráficos apresentados a seguir referem-se às respostas obtidas para as questões 1 a 8 do questionário aplicado. Cada gráfico ilustra, de forma detalhada, as percepções das turmas participantes, permitindo uma análise comparativa entre os níveis de satisfação, engajamento ou dificuldade encontrados em relação aos temas avaliados. A disposição dos dados foi organizada de maneira visualmente clara, de forma a facilitar a identificação de padrões, sendo categorizadas de acordo com emoções, identificadas por cores e ícones:

- Vermelho – Muito insatisfeito;
- Azul – Insatisfeito;
- Verde – Neutro;
- Amarelo – Satisfeito;
- Roxo – Muito satisfeito.

Gráfico 5 – Análise da Avaliação de Experiência (Turma A)

O gráfico 5 apresentado é um gráfico de radar, representando as respostas da Turma A ao questionário. Ele contém as respostas das oito primeiras questões, distribuídas ao longo do eixo circular.

Gráfico 5 – Análise da Avaliação de Experiência (Turma A)



Fonte: criado pelo autor, 2024

Predominância de respostas amarelas e roxas, há uma quantidade significativa de respostas satisfeito (amarelo) e muito satisfeito (roxo), sugerindo que os alunos, em geral, tiveram uma percepção positiva sobre as questões abordadas.

Questões com maior satisfação, a questão 2 apresenta um número expressivo de respostas satisfeito (amarelo), indicando que os alunos avaliaram positivamente essa questão. A questão 3 e a questão 7 também possuem respostas muito satisfeito (roxo), o que sugere uma boa aceitação desses itens. Questões com maior insatisfação ou neutralidade, a questão 6 tem um número relevante de respostas neutro (verde), indicando que os alunos não tiveram uma opinião muito positiva nem negativa sobre essa questão. A questão 5 apresenta uma quantidade maior de respostas muito satisfeito (roxo), mas também um nível considerável de respostas neutro (verde).

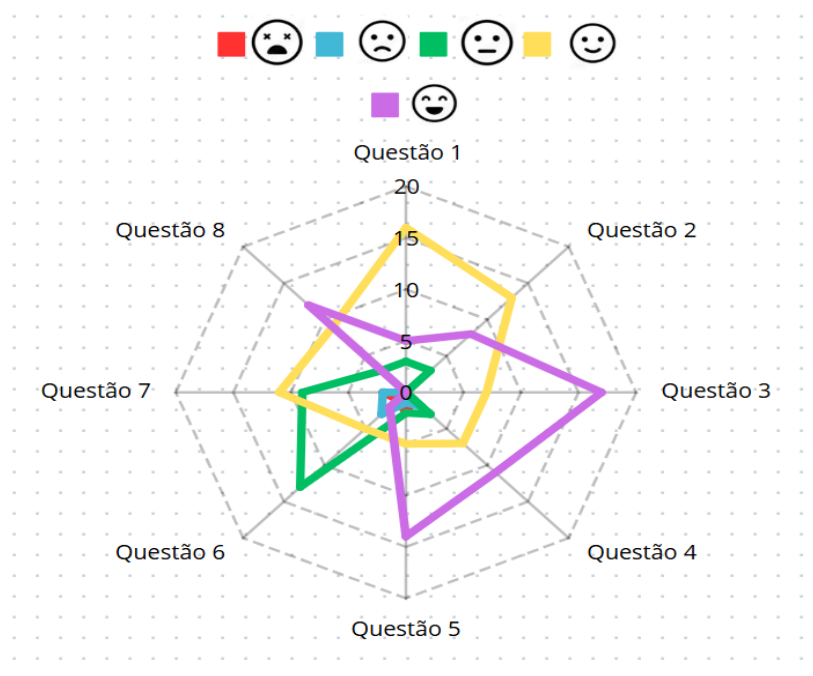
O gráfico mostra algumas questões com uma distribuição mais ampla de respostas, refletindo opiniões variadas dentro da turma. Algumas questões têm respostas mais concentradas em níveis específicos, sugerindo um consenso maior entre os alunos.

O gráfico indica que a Turma A teve uma percepção predominantemente positiva sobre o questionário, com uma quantidade significativa de respostas indicando satisfação. Algumas questões geraram mais neutralidade, o que pode indicar pontos que os alunos não consideraram particularmente relevantes ou impactantes. Questões específicas, como a 2 e a 3, foram melhor avaliadas, enquanto a 6 apresentou respostas mais neutras.

Gráfico 6 – Análise da Avaliação de Experiência (Turma B)

O gráfico 6 apresenta uma representação gráfica em formato de radar das respostas da Turma B em relação ao questionário com oito questões, permitindo visualizar a distribuição das respostas em diferentes categorias de satisfação/emotividade.

Gráfico 6 – Análise da Avaliação de Experiência (Turma B)



Fonte: criado pelo autor, 2024

Predominância de respostas amarelas e roxas, as respostas satisfeito (amarelo) e muito satisfeito (roxo) são as mais frequentes, o que sugere uma percepção majoritariamente positiva dos alunos sobre as questões avaliadas.

Questões com maior satisfação, a questão 3 tem uma quantidade expressiva de respostas muito satisfeito (roxo), sugerindo que essa questão foi bem recebida pelos alunos. A questão 1

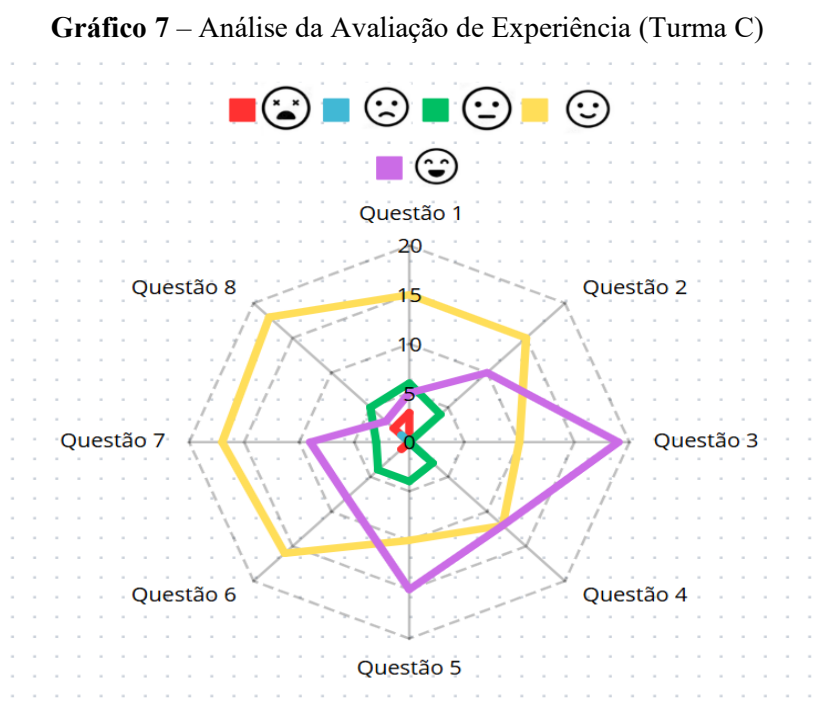
apresenta um número significativo de respostas satisfeito (amarelo), indicando uma aceitação geral positiva. Questões com maior insatisfação, a questão 6 tem uma quantidade notável de respostas neutro (verde), possivelmente indicando que os alunos não têm uma opinião forte sobre esse item. A questão 7 apresenta um equilíbrio entre respostas neutras e insatisfeitas, sugerindo um ponto de atenção.

Algumas questões apresentam uma dispersão maior de respostas, indicando opiniões divergentes entre os alunos. Outras questões têm respostas mais concentradas em um ou dois níveis de satisfação, o que pode refletir um consenso maior sobre o tema abordado.

O gráfico sugere que a percepção geral dos alunos da Turma B sobre o questionário é positiva, com predominância de sentimentos de satisfação e algumas áreas de neutralidade ou leve insatisfação.

Gráfico 7 – Análise da Avaliação de Experiência (Turma C)

O Gráfico 7 é um gráfico de radar que representa as respostas da Turma C ao questionário, exibindo a distribuição das respostas das oito primeiras questões ao longo do eixo circular.



Fonte: criado pelo autor, 2024

Predominância de respostas amarelas e roxas, há uma quantidade significativa de respostas satisfeito (amarelo) e muito satisfeito (roxo), indicando que a maioria dos alunos avaliou positivamente o questionário.

Questões com maior satisfação, a questão 3 e a questão 5 possuem uma alta concentração de respostas muito satisfeito (roxo), demonstrando uma percepção bastante positiva desses itens. A questão 7 e a questão 8 apresentam um número expressivo de respostas satisfeito (amarelo), indicando que foram bem recebidas. Questões com maior insatisfação ou neutralidade, o gráfico apresenta poucas respostas insatisfeitas (vermelho e azul), mas há uma quantidade relevante de respostas neutro (verde) em várias questões, principalmente na questão 1 e questão 6, sugerindo que alguns alunos não tiveram uma opinião forte sobre esses itens. Há a presença de algumas respostas muito insatisfeito (vermelho), porém em menor número, indicando que a insatisfação não é um fator predominante.

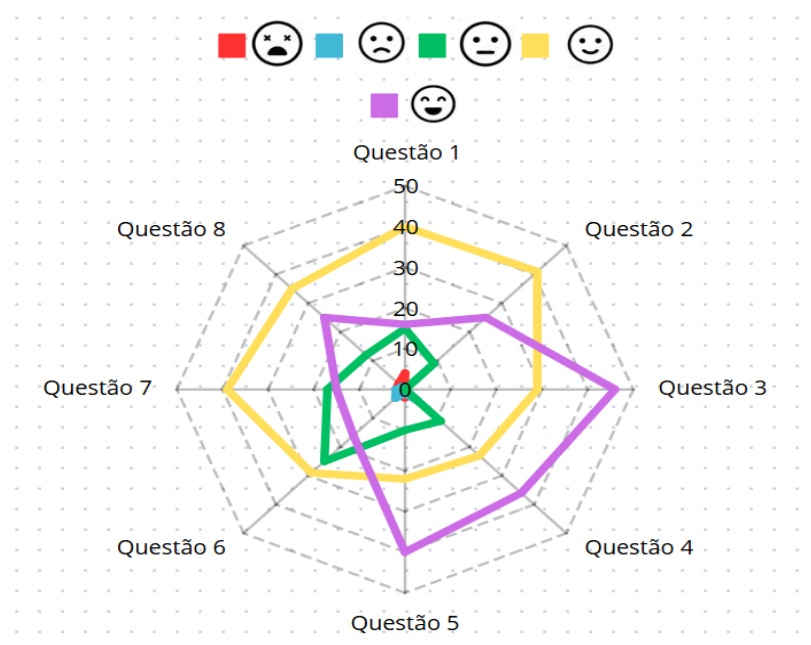
Algumas questões possuem respostas mais espalhadas, demonstrando diversidade de opiniões. Outras questões, como a questão 3 e questão 5, têm respostas mais concentradas em altos níveis de satisfação, o que pode indicar consenso entre os alunos sobre esses pontos.

O gráfico sugere que a Turma C teve uma percepção majoritariamente positiva sobre o questionário, com grande predominância de respostas satisfeito e muito satisfeito. Algumas questões apresentaram respostas mais neutras, indicando que os alunos podem não ter tido uma opinião muito forte sobre esses aspectos. Há poucos registros de insatisfação, o que sugere que o questionário foi bem recebido pela maioria dos alunos.

Gráfico 8 – Análise da Avaliação de Experiência (Turmas A, B e C)

O gráfico 8 representa a consolidação das respostas das turmas A, B e C ao questionário em relação as oito primeiras perguntas.

Gráfico 8 – Análise da Avaliação de Experiência (Turmas A, B e C)



Predominância de respostas amarelas e roxas, o gráfico mostra uma forte presença das categorias satisfeito (amarelo) e muito satisfeito (roxo), indicando que a maior parte dos alunos teve uma percepção muito positiva do questionário.

Questões com maior satisfação, a questão 3 e a questão 5 apresentam uma concentração significativa de respostas muito satisfeito (roxo), sugerindo que essas foram as questões mais bem avaliadas. As questões 1, 2 e 8 possuem um número elevado de respostas satisfeito (amarelo), reforçando um feedback geral positivo. Questões com maior neutralidade ou dispersão de respostas, a questão 6 e a questão 7 mostram uma quantidade significativa de respostas neutro (verde), o que pode indicar que os alunos não tiveram uma opinião muito forte sobre essas questões. Pequena presença de respostas muito insatisfeito (vermelho), o que sugere que a insatisfação foi mínima.

O gráfico apresenta uma distribuição bem balanceada, com poucas respostas em níveis extremos de insatisfação. Algumas questões possuem maior variabilidade de respostas, enquanto outras mostram um consenso claro de satisfação.

O gráfico evidencia que as três turmas A, B e C tiveram uma percepção majoritariamente positiva do questionário, com predominância de respostas satisfeito e muito satisfeito. Algumas questões tiveram respostas mais neutras, o que pode indicar menor impacto para os alunos. A insatisfação foi praticamente inexistente, reforçando que a recepção geral do questionário foi positiva.

Análise Comparativa da Avaliação de Experiência (Turmas A, B e C)

Os gráficos apresentados representam a percepção das turmas A, B e C em relação ao questionário aplicado, categorizando as respostas de acordo com diferentes níveis de satisfação. A análise conjunta dos dados evidencia tendências comuns entre as turmas, bem como particularidades que podem fornecer insights relevantes para a compreensão do engajamento dos alunos.

De maneira geral, observa-se que as três turmas apresentaram um alto índice de satisfação, com uma predominância das respostas satisfeito (amarelo) e muito satisfeito (roxo) em todas as questões. Isso sugere que o questionário foi bem recebido pelos alunos e que a experiência de participação foi positiva na maior parte dos casos.

A turma B e a turma C destacam-se pela alta concentração de respostas muito satisfeito (roxo) nas questões 3 e 5, o que indica que esses aspectos foram especialmente bem avaliados. Já a turma A também apresenta um volume significativo de respostas positivas, mas com maior dispersão em relação à intensidade da satisfação.

Ao comparar os gráficos das turmas, nota-se que a turma C teve um número ligeiramente maior de respostas neutras (verde) em relação às demais turmas, especialmente nas questões 1 e 6. Isso pode indicar que os alunos dessa turma não formaram uma opinião tão forte sobre esses itens em comparação com as outras turmas.

A turma A apresenta uma distribuição de respostas mais equilibrada, com menos extremos tanto de satisfação quanto de insatisfação. Isso sugere uma avaliação mais homogênea entre os alunos. Já a turma B se destaca por uma presença expressiva de respostas muito satisfeito, especialmente em questões específicas, o que pode indicar um nível maior de engajamento ou identificação com certos aspectos do questionário.

Embora a satisfação tenha sido predominante, algumas questões receberam uma quantidade considerável de respostas neutro (verde), particularmente nas questões 6 e 7. Isso pode indicar que os alunos não consideraram esses itens tão relevantes ou não tiveram uma experiência marcante ao respondê-los. Além disso, houve uma pequena presença de respostas muito insatisfeito (vermelho), mas em um nível praticamente irrelevante. Isso reforça que a percepção geral sobre o questionário foi positiva, com pouquíssimos casos de insatisfação significativa.

A análise conjunta dos dados revela que o questionário foi bem aceito pelas três turmas, com uma predominância de avaliações positivas e poucos registros de insatisfação. As turmas B e C demonstraram um nível mais alto de engajamento em algumas questões, enquanto a turma A manteve um padrão mais equilibrado de respostas.

As questões 3 e 5 foram as mais bem avaliadas no geral, enquanto as questões 6 e 7 tiveram um número maior de respostas neutras.

Em resumo, os dados demonstram que o questionário atingiu seu objetivo de engajar os alunos e coletar percepções valiosas, sendo um recurso eficiente para compreender a visão das turmas sobre os aspectos abordados.

8.4 Análise das respostas da questão 9 do questionário da avaliação de experiência

Os gráficos apresentados a seguir correspondem às respostas obtidas para a questão 9 do questionário aplicado aos alunos que teve como objetivo investigar o nível de confiança que cada estudante teve em relação ao seu processo de aprendizagem durante a aplicação do produto educacional.

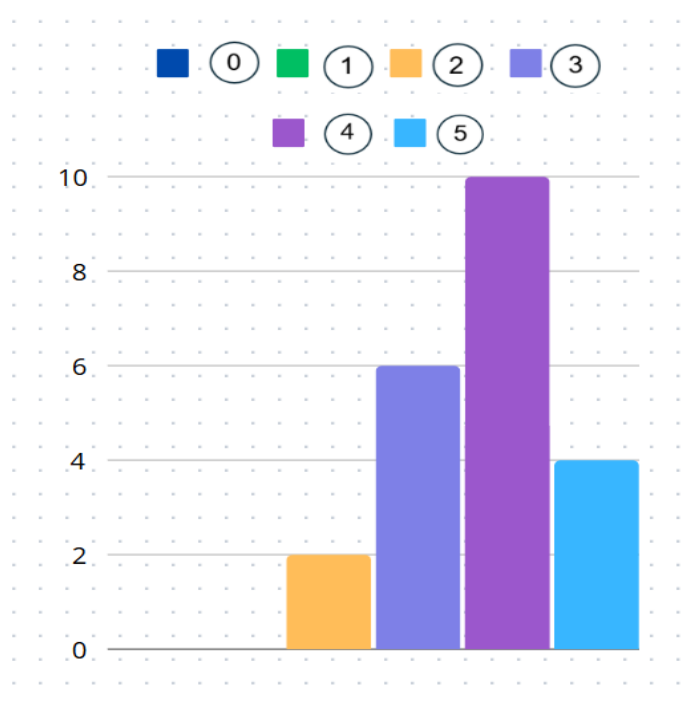
Os participantes avaliaram sua percepção de aprendizado em uma escala de 0 a 5, onde, 0 representa sem aprendizagem, indicando que o aluno não conseguiu assimilar os conteúdos apresentados e 5 significa que aprendeu o que foi explicado, demonstrando total confiança na

assimilação do conhecimento. Essa questão permitiu medir o impacto do produto educacional na construção do aprendizado dos alunos, identificando tanto os níveis de domínio quanto possíveis lacunas no processo de ensino.

Gráfico 9 – Análise das respostas da questão 9 (Turma A)

O gráfico 9, apresentado em formato de barras, exibe as respostas da turma A à questão 9, que avalia o nível de confiança no processo de aprendizagem em uma escala de 0 a 5.

Gráfico 9 – Análise das respostas da questão 9 (Turma A)



Fonte: criado pelo autor, 2024

Distribuição das respostas

- Nota 0: não há registros dessa resposta no gráfico.
- Nota 1: também não há registros dessa resposta.
- Nota 2: um pequeno número de alunos escolheu essa opção, indicando baixa confiança na aprendizagem.
- Nota 3: alguns alunos selecionaram essa alternativa, representando a segunda maior escolha e sugerindo confiança significativa no aprendizado.
- Nota 4: foi a opção mais escolhida, revelando que a maioria dos alunos se sente com nível intermediário a elevado de confiança.

- Nota 5: uma quantidade considerável de alunos também marcou essa opção, mostrando que parte da turma se sente plenamente segura em relação ao conteúdo.

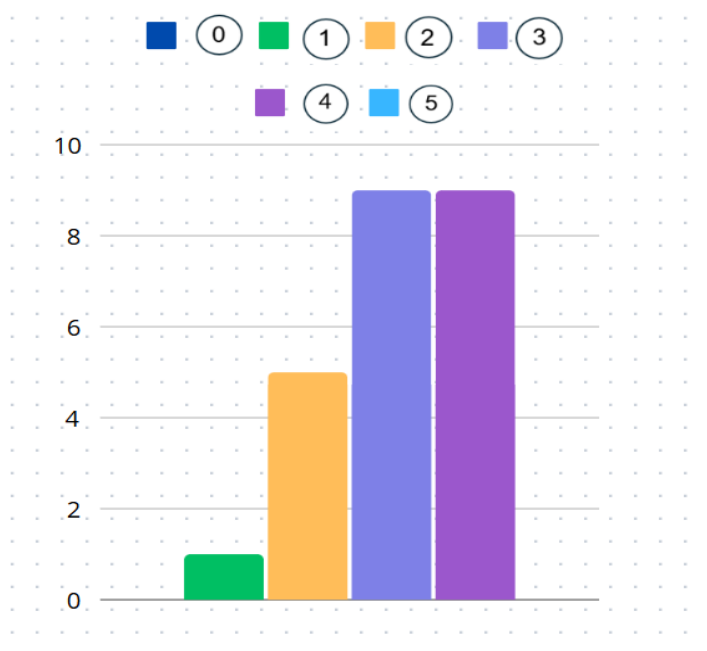
Ao unir as notas 4 e 5, observa-se a predominância dessas escolhas, o que sugere que a maioria dos alunos teve uma experiência de aprendizagem satisfatória e se sente confiante em relação ao conteúdo abordado. O fato de algumas respostas se concentrarem na nota 3 indica que há um grupo de alunos que compreendeu parte do conteúdo, mas não se sente totalmente seguro. Já o baixo número de respostas nas notas 2, 1 e 0 aponta que poucos alunos relataram dificuldades significativas, o que pode indicar um processo de ensino bem estruturado e eficaz.

Os resultados mostram um nível de confiança elevado da turma em relação ao processo de aprendizagem, com um destaque positivo para a quantidade de alunos que avaliaram sua aprendizagem como 4 ou 5.

Gráfico 10 – Análise das respostas da questão 9 (Turma B)

O gráfico 10, representa as respostas da turma B à questão 9 sobre o nível de confiança no processo de aprendizagem variando de 0 a 5, em formato de barras.

Gráfico 10 – Análise das respostas da questão 9 (Turma B)



Fonte: criado pelo autor, 2024

Distribuição das Respostas

- Nota 0: não há registros dessa resposta.

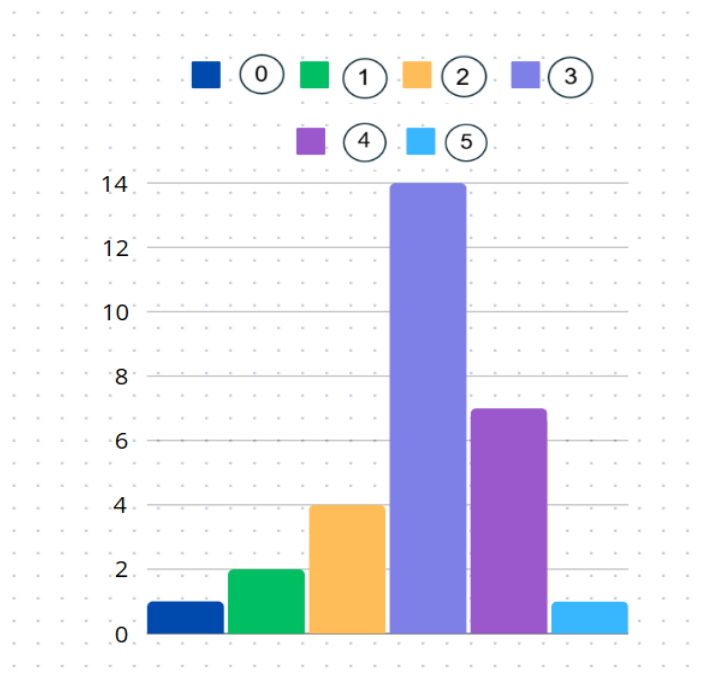
- Nota 1: um pequeno número de alunos selecionou essa opção, indicando que poucos tiveram extrema dificuldade no processo de aprendizagem.
- Nota 2: uma quantidade considerável de alunos escolheu essa opção, o que sugere que um grupo expressivo teve dificuldades moderadas com o conteúdo.
- Nota 3: o número de respostas nessa opção representa um número expressivo, indicando que uma parcela significativa dos alunos compreendeu o conteúdo, mas sem plena confiança.
- Nota 4: também com a mesma quantidade de respostas, empatado com a nota 3, essa alternativa evidencia que outra parcela relevante da turma apresenta confiança elevada no conteúdo abordado.
- Nota 5: não houve registros nesta opção, mostrando que nenhum aluno relatou segurança plena em relação ao aprendizado.

Os dados revelam que houve um empate entre as notas 3 e 4, ambas com o maior número de respostas. Isso sugere que a maioria dos alunos se encontra entre um nível intermediário e moderado de confiança, evidenciando que o processo de ensino foi eficaz, mas ainda não alcançou a total segurança de aprendizagem representada pela nota 5. O fato de haver algumas respostas em 1 e 2 sugere que ainda há alunos com dificuldades e que podem precisar de suporte adicional.

Os dados indicam um nível de confiança elevado na aprendizagem entre os alunos da Turma B, com a maioria avaliando sua experiência como positiva nas notas 3 e 4. No entanto, há uma pequena parcela que necessita de reforço para garantir uma melhor assimilação dos conteúdos.

Gráfico 11 – Análise das Respostas da questão 9 (Turma C)

O gráfico 11 apresenta as respostas da turma C à questão 9, que mede o nível de confiança no processo de aprendizagem em uma escala de 0 a 5, por meio de um gráfico de barras.

Gráfico 11 – Análise das respostas da questão 9 (Turma C)

Fonte: criado pelo autor, 2024

Distribuição das Respostas

- Nota 0: houve uma pequena quantidade de respostas nessa categoria, indicando que alguns alunos não se sentiram confiantes em relação ao aprendizado
- Nota 1: um número ligeiramente maior de alunos escolheu essa opção, sugerindo que uma pequena parcela enfrentou dificuldades.
- Nota 2: um grupo maior selecionou essa nota, o que indica um nível de aprendizado ainda insuficiente para alguns alunos.
- Nota 3: essa foi a opção mais escolhida, com um número expressivo de respostas, evidenciando que a maior parte dos alunos se sente moderadamente confiante, mas sem total domínio do conteúdo.
- Nota 4: um número significativo de alunos escolheu essa nota, demonstrando um nível elevado de confiança na aprendizagem.
- Nota 5: apenas um pequeno número de alunos optou por essa alternativa, sugerindo que poucos se sentiram completamente seguros com o aprendizado.

A grande quantidade de respostas na nota 3 indica que muitos alunos acreditam ter aprendido parte do conteúdo, mas sem plena confiança. A presença considerável de respostas nas notas 1 e 2 sugere que há um número relevante de alunos com dificuldades que precisam de

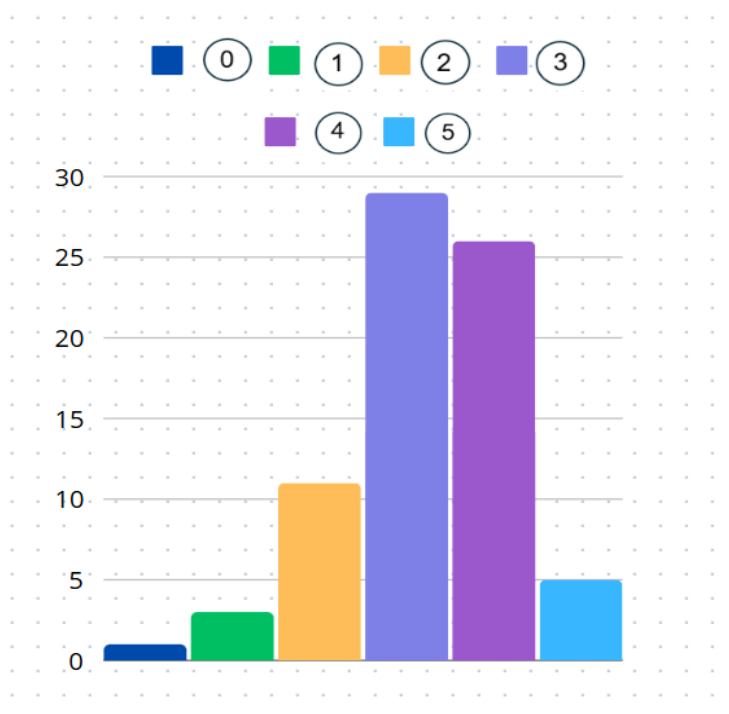
reforço. Embora a nota 4 tenha sido bem escolhida, o número de respostas na nota 5 foi relativamente baixo, indicando que poucos alunos se sentiram completamente confiantes em seu aprendizado.

Os dados mostram que a maioria dos alunos da turma C possui um nível intermediário de confiança na aprendizagem, com a maior parte das respostas concentrada na nota 3. Apesar de alguns alunos demonstrarem segurança nota 4, poucos atingiram o nível máximo nota 5, e há um grupo significativo que relatou dificuldades.

Gráfico 12 – Análise das respostas da questão 9 (Turmas A, B e C)

O gráfico 12 apresenta a consolidação das respostas das turmas A, B e C à pergunta sobre o nível de confiança no processo de aprendizagem, através do gráfico de barra.

Gráfico 12 – Análise das respostas da questão 9 (Turmas A, B e C)



Fonte: criado pelo autor, 2024

Distribuição das Respostas

- Nota 0: houve um número mínimo de respostas nesta categoria, indicando que quase nenhum aluno se sentiu completamente perdido em relação ao aprendizado.

- Nota 1: um pequeno grupo de alunos escolheu essa opção, sugerindo que poucos enfrentaram dificuldades severas.
- Nota 2: um número maior de alunos selecionou essa nota, o que indica um nível de aprendizado abaixo do ideal para uma parcela significativa.
- Nota 3: esta foi a opção mais escolhida, representando a maior parte dos alunos. Isso mostra que muitos acreditam ter compreendido o conteúdo, mas sem plena confiança.
- Nota 4: um número expressivo de alunos marcou essa opção, sugerindo que uma parte considerável da turma se sente bastante segura em relação ao que aprendeu.
- Nota 5: embora tenha sido escolhida por um número bem menor de alunos em comparação com a nota 4, ainda assim representa uma parcela relevante dos estudantes que consideram ter aprendido plenamente.

A grande concentração de respostas nas notas 3 e 4 sugere que a maioria dos alunos tem um nível de confiança intermediário a alto no aprendizado. Um número significativo de alunos escolheu 2, indicando que ainda há desafios na assimilação do conteúdo para uma parte dos estudantes. O fato de a nota 5 ter um número considerável, mas inferior à nota 4, mostra que há espaço para reforçar a aprendizagem e aumentar a autoconfiança dos alunos. O baixo número de respostas em 0 e 1 é um indicativo positivo, sugerindo que poucos alunos tiveram extrema dificuldade.

Os dados indicam que a maioria dos alunos das três turmas tem um nível satisfatório de confiança no processo de aprendizagem, com as respostas concentradas principalmente entre as notas 3 e 4. No entanto, há um grupo que ainda enfrenta dificuldades nas notas 1 e 2, o que sugere a necessidade de reforço para garantir um aprendizado mais sólido e inclusivo.

Análise Comparativa das respostas da questão 9 das Turmas A, B e C

A análise dos gráficos das Turmas A, B e C em relação à pergunta sobre o nível de confiança no processo de aprendizagem permite identificar diferenças e similaridades no entendimento e segurança dos alunos.

Distribuição das Respostas por Turmas

- Nota 0: turmas A e C poucas ou nenhuma resposta, indicando que a maioria dos alunos não se sentiu completamente perdida. Já na turma B teve um leve aumento em comparação com A e C, mas ainda assim uma quantidade mínima.
- Nota 1: na turma A, nenhuma resposta nessa categoria. Turma B uma pequena presença, mostrando que poucos alunos tiveram dificuldades graves. E na turma C um leve aumento em relação às outras turmas, sugerindo alguma dificuldade adicional.
- Nota 2: a turma A teve uma presença moderada, indicando algum nível de dificuldade, já na turma B um notável, mas menos expressiva que a Turma C, e na turma C a quantidade mais alta entre as três turmas, sinalizando desafios significativos.
- Nota 3: a turma A teve uma quantidade considerável, sugerindo confiança moderada, na turma B sendo similar à turma A, com muitos alunos nessa categoria e na turma C a maior quantidade de todas, destacando que a maioria dos alunos está em um nível intermediário de confiança.
- Nota 4: nas turmas A e B a quantidade elevada, demonstrando um bom nível de confiança, na turma C também foi expressiva, mas menor que A e B, indicando que menos alunos atingiram alta confiança.
- Nota 5: a turma A foi a maior entre as turmas, sugerindo uma melhor assimilação, a turma B aproximadamente igual à Turma A, indicando forte confiança, já na turma C houve a menor quantidade, sugerindo que menos alunos se sentiram totalmente seguros.

A Turma A apresenta um equilíbrio entre confiança moderada nota 3 e alta notas 4 e 5, sugerindo que a maioria dos alunos se sente confiante sobre o aprendizado. A turma B similar à turma A, com destaque para notas 4 e 5, indicando que o processo de ensino foi eficaz para a maioria. Já a turma C mostra uma distribuição mais ampla, com um pico em nota 3, sugerindo que muitos alunos ainda possuem dúvidas. A menor quantidade em nota 5 sugere que poucos se sentiram plenamente seguros.

Em relação a confiança máxima nota 5, as turmas A e B tiveram um número maior de alunos plenamente confiantes em comparação com a turma C. Já em relação a confiança moderada nota 3, a turma C se destaca com um pico significativo, sugerindo necessidade de

apoio adicional para consolidar o aprendizado. Em dificuldades ou sem nenhum aprendizado dando notas 0, 1 e 2, a turma C apresenta mais alunos nessas categorias, indicando maior desafio na compreensão dos conteúdos.

As Turmas A e B demonstram uma maior confiança no processo de aprendizagem, com muitos alunos avaliando positivamente seu progresso. Já a Turma C apresenta maior variabilidade, com uma quantidade expressiva de alunos em níveis intermediários e menores taxas de plena confiança, indicando a necessidade de intervenções pedagógicas mais focadas para garantir um aprendizado mais sólido e inclusivo para todos.

Com base na análise dos dados, é possível estabelecer uma forte relação com a teoria sociocultural de Vygotsky, especialmente no que se refere à aprendizagem mediada, à interação social e à construção coletiva do conhecimento.

Durante a aplicação do Produto Educacional, os alunos responderam a dois instrumentos avaliativos: um questionário com questões abertas e outro de avaliação de experiência e aprendizado. Os dados revelaram altos níveis de participação e engajamento, evidenciando que a proposta promoveu um ambiente propício para a troca de ideias, a colaboração e a expressão autêntica das percepções dos estudantes. Esses elementos são centrais na perspectiva vygotskiana, que entende o processo de aprendizagem como algo que se dá na interação entre sujeitos, mediado por ferramentas culturais neste caso, os softwares educacionais e as estratégias didáticas inovadoras.

A estrutura do questionário de experiência, que incluía escalas de satisfação e autopercepção de aprendizado, também está alinhada ao conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Os dados permitiram ao professor identificar o que os alunos já eram capazes de realizar de forma autônoma e em quais aspectos necessitavam de mais apoio pedagógico exatamente como propõe Vygotsky ao destacar que o desenvolvimento cognitivo é ampliado quando o ensino atua nessa zona potencial de crescimento.

Além disso, a forma como o questionário foi aplicado garantindo anonimato, autonomia e liberdade de expressão, corrobora com a valorização do contexto social e emocional na aprendizagem. A retirada do professor da sala no momento das respostas foi uma escolha metodológica coerente com a proposta de criar um ambiente de segurança psicológica, onde os alunos se sentissem livres para expressar seus sentimentos e reflexões sem medo de julgamento, fortalecendo a autenticidade das interações e a construção de sentido, outro ponto defendido por Vygotsky.

Portanto, os resultados deste capítulo não apenas validam a eficácia da metodologia empregada, mas também ilustram, na prática, como os princípios da teoria de Vygotsky podem

ser operacionalizados no contexto do ensino de Física com o uso de tecnologias digitais e metodologias ativas. A aprendizagem, nesse cenário, deixa de ser uma atividade isolada e passa a ser um processo compartilhado, dinâmico e profundamente humano.

Capítulo 9: Considerações Finais

A abordagem do conteúdo de semicondutores no ensino médio foi a premissa para a criação deste produto educacional, com o objetivo de tornar o ensino de Física mais próximo da realidade dos estudantes. Os semicondutores são fundamentais para o funcionamento de dispositivos eletrônicos presentes no cotidiano, como celulares, computadores, televisores e diversos outros equipamentos. Ao integrar esse tema ao ensino médio, buscou-se evidenciar que a Física não se restringe a conceitos teóricos e abstratos, mas é uma ciência aplicada que influencia diretamente o mundo moderno e a rotina dos alunos. Dessa forma, a proposta procurou oferecer um aprendizado mais contextualizado e dinâmico, despertando maior interesse e engajamento na disciplina.

Para alcançar esse propósito, foi adotada uma abordagem inovadora que combinou simuladores virtuais como Tinkercad e Falstad, a metodologia Design Thinking e os princípios da teoria de aprendizagem de Vygotsky. Essa integração favoreceu uma análise mais detalhada e precisa do progresso na aprendizagem dos estudantes, permitindo-lhes visualizar e interagir com os conceitos de semicondutores de maneira prática. A utilização dos simuladores possibilitou que os alunos experimentassem e testassem circuitos eletrônicos em um ambiente digital seguro, promovendo um aprendizado exploratório e investigativo, no qual os erros e acertos se transformaram em parte vital do processo educativo.

A base teórica do estudo fundamentou-se na teoria sociocultural de Lev Vygotsky, que enfatiza a construção do conhecimento por meio da interação ativa entre os estudantes e o meio em que estão inseridos. Ao priorizar uma metodologia que estimula a colaboração, a troca de ideias e a resolução de problemas reais, a abordagem adotada favoreceu um aprendizado mais significativo. Os alunos foram incentivados a assumir um papel mais ativo na construção do próprio conhecimento, desenvolvendo habilidades analíticas, criativas e de pensamento crítico, essenciais para sua formação acadêmica e profissional.

Durante a análise dos trabalhos apresentados pelas turmas, foi possível constatar que o impacto da proposta foi significativo, com abordagens diversificadas na aplicação dos semicondutores para solucionar problemas reais. Cada grupo demonstrou um entendimento notável sobre as capacidades dos semicondutores, embora com diferentes níveis de profundidade técnica e prática. Alguns trabalhos destacaram-se pela inovação na concepção de circuitos e na aplicação dos conceitos aprendidos, enquanto outros enfatizaram a importância dos semicondutores no desenvolvimento de novas tecnologias e na resolução de desafios cotidianos. Essa diversidade de interpretações e soluções evidencia não apenas a eficácia da abordagem

adotada, mas também a relevância do ensino desse conteúdo no nível médio, ampliando o repertório científico e tecnológico dos alunos.

Os dados coletados e analisados ao longo da aplicação do produto educacional demonstraram que essa estratégia de ensino se mostrou promissora e eficaz, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos e maior envolvimento dos estudantes. A combinação entre simulação virtual, Design Thinking e aprendizagem colaborativa revelou-se um caminho eficiente para o ensino de conteúdos tradicionalmente considerados complexos, tornando a disciplina de Física mais acessível, dinâmica e conectada às necessidades e interesses dos alunos. Além disso, a abordagem adotada favoreceu o desenvolvimento de habilidades transversais, como resolução de problemas, trabalho em equipe e pensamento crítico, que são essenciais para a formação integral dos estudantes.

Assim, este estudo reforça a importância da implementação de metodologias inovadoras no ensino de Ciências, especialmente na área da Física, que muitas vezes é percebida como desafiadora pelos alunos. O uso de tecnologias educacionais, quando aliado a estratégias pedagógicas bem estruturadas, pode potencializar a aprendizagem e proporcionar experiências mais significativas para os estudantes. A introdução do estudo dos semicondutores no ensino médio, por meio de abordagens interativas e contextualizadas, representa uma estratégia valiosa para preparar os alunos para os desafios da sociedade tecnológica atual.

Dessa forma, os resultados obtidos indicam que a integração entre tecnologia, metodologia ativa e ensino contextualizado não apenas facilita a compreensão dos conceitos científicos, mas também contribui para a formação de indivíduos mais preparados para atuar em um mundo cada vez mais dependente da ciência e da tecnologia. O ensino da Física, quando conectado ao cotidiano dos estudantes e apoiado por ferramentas digitais e estratégias inovadoras, pode se tornar mais estimulante e acessível, promovendo um aprendizado mais sólido e duradouro.

Este trabalho, portanto, evidencia a necessidade de continuar investindo em abordagens pedagógicas que valorizem a experimentação, a interdisciplinaridade e o pensamento crítico, garantindo que os alunos não apenas compreendam os conceitos científicos, mas também saibam aplicá-los na resolução de problemas reais. Com isso, abre-se um caminho promissor para a construção de um ensino mais engajador, relevante e alinhado às demandas do século XXI.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. G. **Materiais semicondutores: uma abordagem para o Ensino Médio**. 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Lavras, 2017.
- ALVES, A. M. **Uma abordagem para o ensino de dispositivos LED no Ensino Médio**. 2017. 84 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal da Grande Dourados. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Dourados, 2017.
- ANDRADE FILHO, J. A. **Arduino: uma alternativa para aulas experimentais de Física, auxiliada pelo o ensino híbrido**. 2020. 133 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Amazonas, campus Manaus Centro, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Manaus, 2020.
- Atonometrics. Disponível em: [O que é uma curva PV Module IV? - Atonometria \(atonometrics.com\)](https://www.atonometrics.com/). Acesso em 06 de maio de 2024.
- AUTODESK Tinkercad. Disponível em: [tinkercad.com](https://www.tinkercad.com/). Acesso em 05 de maio de 2024.
- BANDEIRA, S. L. **Aprendizagem de tópicos de física moderna e contemporânea no Ensino Médio profissionalizante utilizando Arduino**. 2017. 144 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Mossoró, 2017.
- BERNARDI, Solange Teresinha. **Utilização de softwares educacionais nos processos de alfabetização, de ensino e aprendizagem com uma visão psicopedagógica**. Revista REI, Getúlio Vargas, v. 5, n. 10, 2010.
- BERNI, R. I. G. Mediação: o conceito vygotskyano e suas implicações na prática pedagógica. XI Simpósio Nacional e I simpósio Internacional de Letras e Linguística. 2006.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Porto. Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: [BNCC_28mar.indb](https://basenacionalcomum.mec.gov.br/). Acesso em: 23 de junho de 2024.
- BRITO, J. C. **Uma proposta de ensino pela pesquisa em laboratórios multidisciplinares: a implementação do Comitê Científico na Escola Pública e a Construção de uma Smart Home usando Plataforma Arduino**. 2017. 170 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Belém, 2017.
- BROWN, Tim. Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro. Elsevier, 2010.
- CAMPOS, G. C. **Noções de física quântica a partir do estudo do funcionamento de dispositivos semicondutores – uma unidade de ensino potencialmente significativa para 3ª Série do Ensino Médio**. 2016. 207 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de

Feira de Santana. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Feira de Santana, 2016.

Catarinas: Disponível em [O que é UX design? Tudo que você precisa saber | Catarinas Design](#). Acesso em: 02 de junho de 2024.

CATARINO, Giselle Faur de Castro; QUEIROZ, Glória Regina Pessoa Campello; ARAÚJO, Roberto Moreira Xavier de. Dialogismo, ensino de física e sociedade: do currículo à prática pedagógica. *Ciência educ.* 2013, vol.9, n.2, pp. 307-322.

COELHO, T. S. O. **Proposta de unidade didática para a aprendizagem significativa de conceitos de física moderna e contemporânea.** 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Goiás, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Catalão, 2015.

CORREIA, E. S.; DANTAS, J. M.; ANDRADE, J. E. Considerações acerca dos conceitos de condutores, isolantes e semicondutores nos livros de Ensino Médio sob um olhar da teoria de bandas de energia. *Scientia Plena.* v. 13. num. 1, 2017.

CRUZ, H. B. **Construção de tela interativa, usando controle de nintendo WII®, e sua utilização por professores e alunos da rede de ensino.** 2016. 179 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Ponta Grossa, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Ponta Grossa, 2016.

Eletrônica System: Disponível em: [Transistor - Eletrônica System \(eletronicasystem.com.br\)](#). Acesso em: 05 de maio de 2024.

Eletronica PT. Disponível em: [Semicondutores - Esquemas - Eletronica PT \(electronica-pt.com\)](#). Acesso em: 05 de maio de 2024.

Falstad. Disponível em: [Applet Simulador de Circuitos \(falstad.com\)](#). Acesso em: 05 de maio de 2024.

FAZOLO, L. C. **Contribuições de uma sequência de ensino investigativa sobre a condução de eletricidade em semicondutores na promoção da alfabetização científica.** 2023. 236 f. Dissertação (Mestrado) — Instituto Federal do Espírito Santo. Cariacica. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Espírito Santo, 2023.

FERREIRA JUNIOR, Cidrak Nunes; REDKVA, Paulo Eduardo; SANDRINO, Bianca. **Semicondutores na era digital: evolução, desafios e implicações geopolíticas.** *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, Ano 08, Ed. 12, v. 02, p. 133–150, dez. 2023. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/tecnologia/semicondutores>. Acesso em: 18 de agosto de 2025.

FREITAS, R. N. **Física moderna e contemporânea na educação básica: uma abordagem experimental com ênfase em algumas interações da luz com a matéria.** 2016. 129 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Ponta Grossa, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Ponta Grossa, 2016.

GUIMARÃES, Raquel Lopes Vieira; **Comunicação Organizacional e inovação: O *design thinking* na gestão de crise**. Monografia (graduação) — Faculdade de Comunicação, Curso de Comunicação Organizacional, Universidade de Brasília. Brasília, p. 95, 2017.

HADAD, I. H. R. O. **Utilização da bobina de Tesla para o ensino de ondas eletromagnéticas**. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Acre, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Rio Branco, 2018.

HALIM, Winda et al. Online Workshop with Service Learning Method to Meet the Needs of Tinkercad Users from the Engineering Field. **Journal of Innovation and Community Engagement (ICE)**. v. 4, n. 2, p. 137-145, maio 2023.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.III;

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.IV;

LIBRETEXTS. *Capítulo 8.6: Metais e Semicondutores – Química LibreTexts*. Disponível em: Capítulo 8.6: Metais e Semicondutores - Química LibreTexts. . Acesso em: 18 de agosto de 2025.

MARINHO, L. L. **Uma Abordagem do Sistema Caótico em Circuitos Elétricos Usando Simulação no Ensino Médio**. 2020. 125 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Amazonas, Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Amazonas, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Manaus, 2020.

MARTINS, Onilza Borges; MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch, Intersaberes (Facinter), v.7 n°13, p-8-28, 2012.

NEVES, Vander J; MERCANTE, Luiz B; LIMA, Maria T. **Metodologias ativas: perspectivas teóricas e práticas no ensino superior**. Campinas, SP: Pontes Editores, 2018.

OLIVEIRA, Marta Kohl. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico 4ª ed. São Paulo: Scipione, 2002.

PAULA, H. F.; ALVES, E. G. ; MATEUS, A. L. **Quântica para iniciantes: investigações e projetos**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011.

PTABLE. Tabela Periódica Interativa. Disponível em: <https://ptable.com/#Propriedades>. Acesso em: 18 de agosto de 2025.

REIS, L. T. **Conceitos básicos da física dos semicondutores apoiado no uso de software e experimento de baixo custo**. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro; Universidade Federal do Amazonas, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Manaus, 2019.

REVISTA o electricista. Díodo retificador. Revista o electricista, Porto, 30 jun. 2017. Disponível em: <https://www.oelectricista.pt/diodo-retificador/> . Acesso em: 24 de agosto de 2025.

RODRIGUES, E. **Metodologia de ensino de semicondutores no Ensino Médio**. 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Goiás, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Catalão, 2015.

SANTO, S. C. E. **Dispositivo eletrônico semicondutor led: uma abordagem baseada em unidade de ensino potencialmente significativa**. 2017. 164 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Santo André, 2017.

SANTOS, J. B. **Sequências didáticas para o estudo de circuitos elétricos utilizando dispositivos semicondutores: uma abordagem direcionada à educação básica**. 2012. 127 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Alagoas. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Maceió, 2021.

SANTOS, R. D. C. **Elaboração de uma unidade de ensino para investigação da tensão de corte do LED**. 2020. 152 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Sergipe, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, São Cristóvão, 2020.

SILVA, Giovana Xavier da; SILVA, Thiago Camargo da. **Os semicondutores e o ensino de física moderna e contemporânea: uma proposta didática**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 42, n. 4, p. e20190191, 2020. Disponível em: [SciELO Brasil - Uma revisão dos princípios da conversão fotovoltaica de energia Uma revisão dos princípios da conversão fotovoltaica de energia](#). Acesso em: 18 de agosto de 2025.

SOUSA, I. F. **Circuitos elétricos resistivos na plataforma Tinkercad Arduíno: sequência didática através da teoria de aprendizagem de Ausubel**. 2021. 98 f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Roraima, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Boa Vista, 2021.

SOUZA, Audrey Pietrobelli de; ROSSO, Ademir José. **Mediação e Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): entre pensamentos e práticas docentes**. In: X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE; I Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação, 2011, Curitiba. Anais do Congresso Nacional de Educação. Curitiba: Champagnat, 2011, p. 5894-5906.

SWART, Jacobus Willibrordus. **Semicondutores: fundamentos, técnicas e aplicações**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2008.

University of Delaware. Disponível em: [Teoria das Bandas \(udel.edu\)](#). Acesso em: 05 de maio de 2024.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

WIKIPÉDIA. **Band gap** – Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Band_gap. Acesso em: 19 de agosto de 2025.

WIKIPEDIA. **Semiconductor**. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Semiconductor>. Acesso em: 04 de janeiro de 2024.

APÊNDICE A – Questionário Avaliativo

DISCENTE: _____ **Data:** ____/____/____
SÉRIE: _____ **TURMA:** _____ **TURNO:** _____
DOCENTE: _____ **Componente Curricular: Física**

Questionário Avaliativo

1. Explique com suas palavras o que você entende por semicondutores e qual é a sua importância na tecnologia atual.

2. Qual é a principal diferença entre condutores, isolantes e semicondutores em relação à passagem de corrente elétrica?

3. O silício é um dos materiais semicondutores mais utilizados. Por que o silício é tão importante na indústria de eletrônicos? Quais são suas principais características que o tornam um bom semicondutor?

4. Cite e explique pelo menos três aplicações práticas dos semicondutores no nosso cotidiano.

5. Explique o que é dopagem de semicondutores e como esse processo altera as propriedades de um semicondutor.

6. Qual é a diferença entre os semicondutores do tipo N e do tipo P? Explique como a dopagem influencia essa diferença.

7. Como a invenção e o desenvolvimento dos semicondutores influenciaram a evolução dos dispositivos tecnológicos que usamos hoje, como celulares e computadores?

8. O transistor é uma das invenções mais importantes da eletrônica. Explique a relação entre transistores e semicondutores e como os transistores funcionam.

9. Em sua opinião, quais são os possíveis futuros avanços na tecnologia de semicondutores? Como isso pode impactar ainda mais o desenvolvimento tecnológico?

10. Existe alguma curiosidade ou fato interessante que você conheça sobre semicondutores e gostaria de compartilhar?

APÊNDICE B – Avaliação de Experiência e Aprendizado em Semicondutores



Avaliação de Experiência e Aprendizado em Semicondutores

1. Qual é a sua opinião geral sobre o tema dos semicondutores?



2. Como você avalia os vídeos enviados antes das aulas?



3. Como você avalia as explicações do professor sobre o tema dos semicondutores?



4. Qual foi a sua experiência com o software Tinkercad?



5. Como você avalia a utilização do Tinkercad nas aulas?



6. Qual foi a sua experiência com o software Falstad?



7. Como você avalia a utilização do Falstad nas aulas?



8. Como foi a sua experiência na criação do personagem e na apresentação final do seminário?



9. Qual o nível de confiança que você teve sobre seu processo de aprendizagem? De 0 a 5, sendo 0 para "sem aprendizagem" e 5 para "aprendi tudo o que foi explicado":

