

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

**BECA LAND: UM JOGO DIGITAL PARA ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS
DE ELETRÔNICA PARA CURSOS DE ENGENHARIA**

Cajazeiras-PB
2026

BECA LAND: UM JOGO DIGITAL PARA ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRÔNICA PARA CURSOS DE ENGENHARIA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Engenheiro de Controle e Automação, sob Orientação do Prof. M^º. Leonardo Pereira de Lucena e coorientação do Prof. Dr. William de Souza Santos.

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

- N244b Nascimento, Pedro Henrique Rodrigues do.
Beca land : um jogo digital para ensino de conceitos básicos de eletrônica para cursos de engenharia / Pedro Henrique Rodrigues do Nascimento.– 2026.
- 60f. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2026.
- Orientador(a): Prof. Me. Leonardo Pereira de Lucena.
Coorientador(a): Prof. Dr. William de Souza Santos.
1. Controle automático. 2. Jogos educacionais. 3. Ensino de engenharia. 4. Aprendizagem baseada em jogos. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

PEDRO HENRIQUE RODRIGUES DO NASCIMENTO

**BECA LAND: UM JOGO DIGITAL PARA ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS
DE ELETRÔNICA PARA CURSOS DE ENGENHARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso Bacharelado em
Engenharia de Controle e Automação do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras,
como parte dos requisitos para a obtenção do
Título de Engenheiro de Controle e
Automação.

Aprovado em 13 de Maio de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M^º. Leonardo Pereira de Lucena – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientador

Prof. Dr. William de Souza Santos – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Coorientador

Heron de Lima Gomes e Martins – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1

Fabio Xavier Guedes Filho – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 2

Dedico este trabalho não ao resultado, mas ao caminho. Às noites em que a única companhia era a tela do computador, aos desafios que me forçaram a ser meu próprio professor, e à resiliência que nasceu do eco do vazio. Aos meus pais, que me deram o mapa inicial para que eu pudesse, por mim mesmo, desbravar este caminho que estou trilhando.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a toda a minha família, cuja força me auxiliou a todo momento para me permitir concluir o curso; em especial à minha mãe, Joselia da Silva, que nestes anos sempre acreditou em mim e nas minhas grandes loucuras — nossa relação amadureceu grandemente com o tempo e sei que isso foi importante.

À minha irmã, Marília Nascimento, que não só faz parte deste trabalho, mas me ajudou a pôr meus pensamentos em desenhos e sempre estava lá por mim; aqueles simples 8 minutos resolviam muitos dos problemas. E ao meu pai, Lindemberg Moreira, que é minha inspiração, um engenheiro mais que resiliente.

Aos meus orientadores: o professor Leonardo Pereira que, por ser um grande estrategista e um articulador de demandas como nunca vi, me inspira em muitos dos seus métodos; e ao William de Souza que, embora por muito tempo eu tenha sentido uma singela barreira, ao longo do tempo vi que era uma pessoa incrível e uma grande inspiração — sem sua ajuda, muitas coisas não saíam do papel. Juntos, eles foram grandes mentores em todo o meu caminho na graduação; com certeza, não apenas escutei, mas tive diversas conversas que levarei para o resto da vida, inclusive a palavra “macho” que ecoa na minha mente.

A todos os amigos que fiz durante toda a graduação, não só aos colegas de turma, mas aos de toda a faculdade. Ao grupo do “Coronel e Chaves”: nunca vi vizinhos e pessoas tão dispostas a resolver as coisas; com certeza são pessoas que irei guardar com muito carinho. Ao grupo dos “OS CABA”, que eu digo que só tem maluco, mas são malucos incríveis; passei os rolês mais insalubres, mas que com certeza foram muito marcantes. E ao grupo da faculdade: com certeza todos que estão lendo entenderão que são especiais para mim.

Por fim, e não menos importante, a mim mesmo, que sobrevivi à experiência maluca que é fazer uma segunda graduação, a qual foi um grande pilar de amadurecimento e de diversas etapas que hoje não só fazem sentido, mas que me mostraram diversas opções da vida.

RESUMO

Esta pesquisa aborda o desafio do ensino de eletrônica básica em cursos de engenharia, disciplina marcada pela abstração conceitual e pela lacuna entre teoria e prática. Diante das limitações do modelo expositivo tradicional, que frequentemente gera desmotivação e sobrecarga cognitiva dos estudantes, esta pesquisa investiga a aplicação de uma alternativa didática lúdica. Propor o protótipo de um jogo digital educativo de plataforma 2D, fundamentado nos princípios da *Digital Game-Based Learning* (DGBL), para contribuir com o ensino introdutório de eletrônica básica. Para a concepção do jogo, adotou-se uma metodologia qualitativa fundamentada na Pesquisa de Design (*Design Research*). O processo incluiu uma revisão bibliográfica sobre os princípios do *Digital Game-Based Learning* (DGBL) e teorias construtivistas da aprendizagem para a criação de um protótipo conceitual. O principal resultado é a análise do GDD proposto (Apêndice A), que demonstra como mecânicas de *puzzle* (quebra-cabeça), contextualizadas em uma narrativa e com ciclos de *feedback* imediato, podem traduzir teorias pedagógicas (como as de James Paul Gee) em uma experiência de aprendizagem ativa e situada. Conclui-se que o protótipo apresentado do "BECA LAND" constitui um caminho viável e teoricamente embasado para tornar o ensino de eletrônica básica mais acessível e engajador, respondendo aos desafios impostos pelo modelo de ensino tradicional.

Palavras-chave: jogos educacionais; ensino de engenharia; eletrônica básica; design de jogos; aprendizagem baseada em jogos.

ABSTRACT

This research addresses the challenge of teaching basic electronics in engineering courses, a discipline marked by conceptual abstraction and the gap between theory and practice. Given the limitations of the traditional expository model, which frequently leads to student demotivation and cognitive overload, this study investigates the application of a ludic didactic alternative. The main objective is to propose a prototype of a 2D platform educational digital game, grounded in the principles of Digital Game-Based Learning (DGBL), to contribute to introductory electronics education. For the game's conception, a qualitative methodology based on Design Research was adopted. The process included a literature review on DGBL principles and constructivist learning theories to create a conceptual prototype. The main result is the analysis of the proposed Game Design Document (GDD) (Appendix A), which demonstrates how puzzle mechanics, contextualized within a narrative and featuring immediate feedback cycles, can translate pedagogical theories (such as James Paul Gee's) into an active and situated learning experience. It is concluded that the "BECA LAND" prototype constitutes a viable and theoretically grounded path to make basic electronics education more accessible and engaging, responding to the challenges imposed by the traditional teaching model.

Keywords: basic electronics; digital game-based learning; educational game; engineering education; design research.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas da engenharia	14
Figura 2 – Infográfico de demanda STEM.	15
Figura 3 – Relação interna dos jogos.....	18
Figura 4 – Aprendizagem Abstrata X Aprendizagem Interativa Proposta.....	23
Figura 5 – Círculo Mágico	24
Figura 6 – Ilustração do Princípio da Identidade de Gee	25
Figura 7 – Representação do Princípio da Interação e do Fazer	25
Figura 8 – Ilustração do princípio " <i>Just in Time</i> " e " <i>On Demand</i> "	26
Figura 9 – Conceito do <i>hub</i> de laboratórios	33
Figura 10 – Conceito visual da carta Diodo, Resistor	34
Figura 11 – Interface e mecânica de conexão do jogo "Linkito"	35
Figura 12 – Aplicação de mecânica de conexão com foco pedagógico em "BECA LAND").	35
Figura 13 – <i>Storyboard</i> da mecânica de aprendizagem do Resistor em "BECA LAND"	36
Figura 14 – <i>Concept</i> de mudança de cenários	37
Figura 15 – Fase com as coletas de itens.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAGAMES - Associação Brasileira das Empresas Desenvolvedoras de Jogos Digitais.

AHP - *Analytic Hierarchy Process*.

ANP - *Analytic Network Process*.

ARCS - *Attention, Relevance, Confidence e Satisfaction*.

BdTD - Banco de Teses e Dissertações.

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

DGBL - *Digital Game-Based Learning*.

GDD - Game Design Document

GEDIGAMES - Grupo de Estudos e Desenvolvimento da Indústria de Games.

HTML - *Hypertext Markup Language*.

IAQJEd - Instrumento de avaliação da qualidade de jogos digitais com finalidade educativa.

I.C. - Índice de Consistência.

I.A. - Índice Aleatório.

MMORPG - *Massively Multiplayer Online Role-Playing Game*.

MPAA - *Motion Picture Association of America*.

R.C. - Razão de Consistência.

SBGAMES - Simpósio Brasileiro de Entretenimento e Jogos Digitais.

SJEEC - Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação.

P.A. - Potencial de Aprendizagem.

PASP - Protocolo de Avaliação de Softwares Pedagógicos.

PBE - Prática Baseada em Evidências.

PPG-MCTI - Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	A IMPORTÂNCIA DOS JOGOS DIGITAIS NO ENSINO TÉCNICO	15
1.2	PROBLEMÁTICA.....	16
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	OBJETIVO GERAL	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1	O DESAFIO DO ENSINO DE ELETRÔNICA: DA TEORIA À APLICAÇÃO PRÁTICA.....	21
3.2	<i>DIGITAL GAME-BASED LEARNING: ENGAJANDO A GERAÇÃO DIGITAL</i>	<i>24</i>
3.3	AS BASES PEDAGÓGICAS CLÁSSICAS NA APRENDIZAGEM POR JOGOS	26
3.4	BECA LAND COMO PONTE PEDAGÓGICA: UMA ANÁLISE DO <i>DESIGN</i> PROPOSTO.....	28
4	METODOLOGIA	30
4.1	ETAPAS METODOLÓGICAS	31
4.1.1	<i>Etapa 1: Levantamento Teórico.....</i>	<i>31</i>
4.1.2	<i>Etapa 2: Idealização da Ideia.....</i>	<i>31</i>
4.1.3	<i>Etapa 3: Desenvolvimento do Protótipo Conceitual.....</i>	<i>31</i>
4.1.4	<i>Etapa 4: Consolidação do Protótipo Conceitual.....</i>	<i>31</i>
4.1.5	<i>Etapa 5: Desenvolvimento do Protótipo</i>	<i>32</i>
4.1.6	<i>Etapa 6: Análise Teórica e Projeção para Desdobramentos Futuros.....</i>	<i>32</i>
5	DISCUSSÃO E RESULTADOS	33
5.1	APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO CONCEITUAL "BECA LAND"	33
5.1.1	<i>Identidade e Mundo do Jogo.....</i>	<i>33</i>
5.1.2	<i>O Sistema de Aprendizagem e Reforço</i>	<i>34</i>

5.1.3 <i>Análise de Aspectos</i>	36
5.1.3.1 Feedback Imediato e o "Suporte" Digital	37
5.1.3.2 A Curva de Dificuldade e o Estado de Fluxo	37
5.1.4 <i>Mudança de Cenário</i>	37
5.1.5 <i>Elementos no Jogo</i>	38
5.2 EXECUÇÃO DA FASE	38
5.3 ANÁLISE GERAL	39
5.3.1 <i>Discussão dos Resultados: O Jogo como Resposta à Problemática</i>	39
6 CONCLUSÃO	41
6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	41
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE A	46

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 20¹ anos, os avanços em ciência e tecnologia geraram um aumento elevado do efeito das engenharias em diferentes partes da vida atual. Esse fenômeno inclui desde a produção de produtos industriais até a compreensão de problemáticas ambientais complicadas ou desafios urbanos e sociais que continuam a se revelar. Neste cenário dinâmico da sociedade atual, a importância da formação técnica e científica na qualificação de profissionais capazes de lidar com sistemas complexos, desenvolver tecnologias criativas e atender às necessidades de uma era cada vez mais conectada é evidente. De acordo com Pimenta e Anastasiou (2014), a educação em campos técnicos requer não apenas o conhecimento detalhado dos assuntos específicos, mas também a habilidade para utilizar essas informações em situações práticas e interdisciplinares.

Autores como Lemos *et al.* (2021) salientam que disciplinas como eletrônica e mecânica não devem ser abordadas de maneira isolada; ao invés disso, devem ser encaradas como elementos interligados essenciais para o entendimento de sistemas complexos em um contexto marcado pela ascensão da Indústria 4.0. A importância de preparar estudantes que possam transitar desde conceitos fundamentais de circuitos até o domínio de sistemas automatizados de controle ressalta o papel crucial dessas áreas logo nos estágios iniciais da formação técnica e acadêmica. Considerando Moraes, Souza e Costa (2017), é indispensável investir em métodos de ensino que favoreçam a compreensão dessas práticas, a fim de reduzir possíveis lacunas conceituais e incentivar a interação entre teoria e prática no ensino de engenharia.

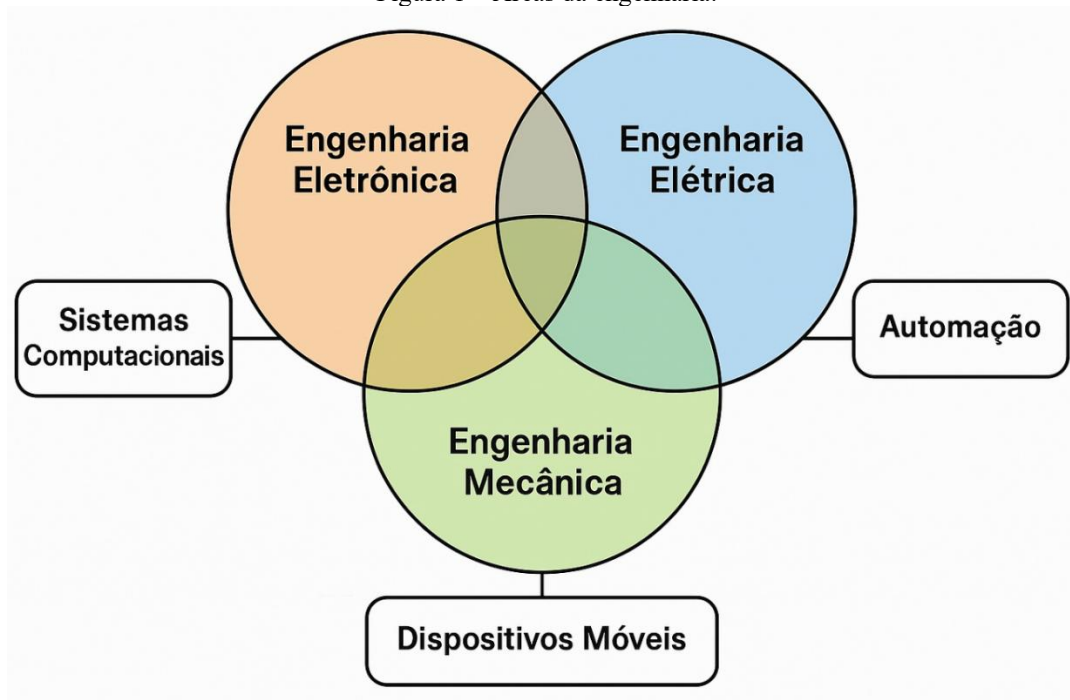
A eletrônica, longe de ser uma área isolada, constitui, junto à mecânica e à elétrica, a base interdisciplinar da engenharia contemporânea. A intersecção dessas disciplinas é o que impulsiona a inovação atualmente, sendo o alicerce para praticamente todas as tecnologias emergentes. Como ilustra a Figura 1, não é mais possível pensar em sistemas computacionais ou automação sem a eletrônica, ou em dispositivos móveis sem a integração das três áreas. Essa sinergia entre os campos do saber é o núcleo da formação em engenharia que se busca estimular.

Para Lemos *et al.* (2021), a introdução desses conteúdos desde os primeiros anos do ensino tradicional acadêmico é essencial para a construção do raciocínio lógico e da autonomia na resolução de problemas práticos. No entanto, a forma como essa apresentação inicial geralmente ocorre, sustentando-se em fórmulas abstratas e teorias densas, representa um desafio significativo. Essa abordagem tradicional frequentemente gera uma barreira entre o estudante e

¹ Intervalo de tempo baseado nas pesquisas inseridas e usadas nesta monografia.

o conteúdo, resultando em desinteresse e resistência ao aprendizado.

Figura 1 – Áreas da engenharia.



Fonte: Adaptado de Albuquerque e Simas Filho (2008).

Esse fenômeno é profundamente analisado por Prensky (2001), que argumenta que os estudantes de hoje, os da "Geração Digital", crescem imersos em uma cultura de interatividade, velocidade e gratificação instantânea (como a dos videogames), tornando-se fundamentalmente incompatíveis com os métodos de ensino passivos e expositivos do passado. Prensky (2001) defende que, para essa geração, o aprendizado precisa ser ativo e engajador, incorporando elementos nativos dos jogos digitais, como o *feedback* imediato e a progressão baseada em desafios, para transformar a passividade da sala de aula em uma experiência de imersão.

O Quadro 1, baseado justamente no modelo proposto por Prensky (2001), sintetiza esse contraste direto entre a abordagem tradicional (criticada por sua falta de contextualização) e o potencial de engajamento oferecido pelas metodologias ativas e recursos digitais.

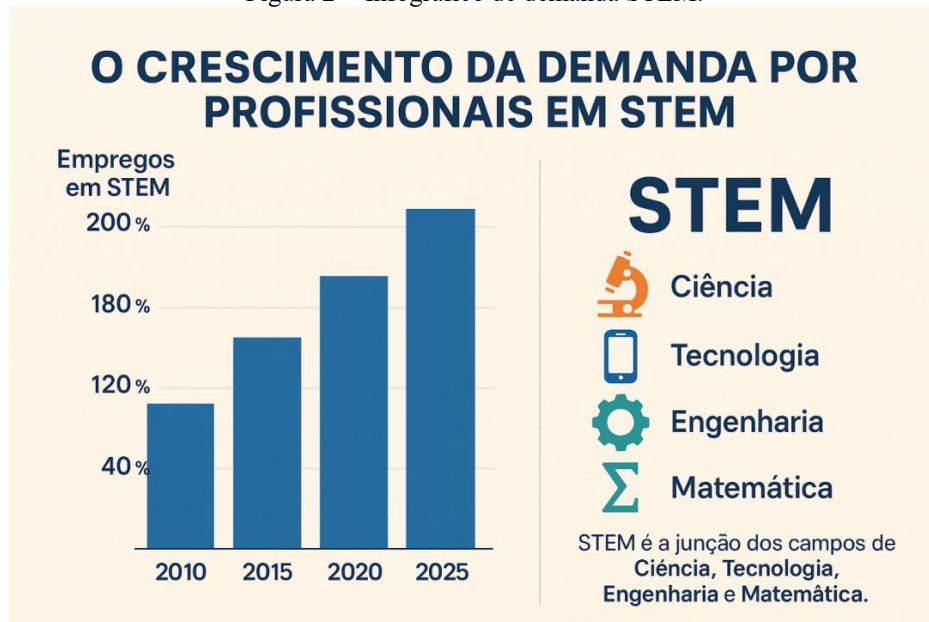
Quadro 1 – Comparação de ensinios.

ENSINO TRADICIONAL	ENSINO COM RECURSOS DIGITAIS
Aulas expositivas	Aprendizado ativo e interativo
Textos longos e fórmulas complexas	Elementos visuais adaptados e dinâmicos
Pouca contextualização	Simulações aplicadas à prática
Desinteresse crescente	Engajamento e motivação

Fonte: Adaptado de Prensky (2001).

Parte das dificuldades na aprendizagem está relacionada à abordagem expositiva tradicional que, ao focar em aulas puramente teóricas, tende a afastar os alunos que não conseguem visualizar a aplicação prática dos conceitos (Morais; Souza; Costa, 2017). É importante ressaltar que essa barreira metodológica gera um efeito cascata: a dificuldade de compreensão leva à desmotivação e à evasão, impedindo a formação de novos talentos. Esse cenário tem um custo alto, uma vez que a demanda por profissionais qualificados em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) está em franca expansão, tornando crucial a busca por métodos de ensino mais acessíveis e estimulantes. Conforme dados de órgãos como a Unesco (2017) e o IPEA (2022), a necessidade de novos talentos nessas áreas estratégicas é crescente, como demonstra o infográfico na Figura 2.

Figura 2 – Infográfico de demanda STEM.



Fonte: Autor com dados do World Economic Forum (2023).

Segundo Moraes, Souza e Costa (2017), o distanciamento entre teoria e prática no ensino acadêmico contribui para a evasão e o desinteresse em áreas estratégicas, como a engenharia. Com esse foco, surgem demandas de estratégias pedagógicas que tornem o conteúdo de forma mais visual, acessível e interativo, onde o estudante atue de forma ativa e próximo do ambiente que está sendo apresentado, às experiências que eles precisam, tornando o aprendizado significativo e eficaz.

1.1 A IMPORTÂNCIA DOS JOGOS DIGITAIS NO ENSINO APLICADO

Nos últimos anos, os jogos digitais passaram a ser considerados não exclusivamente meios de entretenimento, mas também como ferramentas educacionais e de treinamento que

conseguem incentivar o engajamento e a aprendizagem ativa em diversas matérias. De acordo com Prensky (2001), a combinação de interatividade, desafio e narrativa lúdica aumenta a motivação dos alunos e possibilita a compreensão de conceitos por meio da experimentação e do processo de tentativa e erro, elementos essenciais para um aprendizado significativo.

Na Engenharia, sua utilização ainda é experimental, contudo, é especialmente eficaz para ensinar assuntos mais abstratos e complexos, como circuitos eletrônicos, portas lógicas e sistemas mecânicos. Um exemplo disso é o jogo Linkito, criado por Kalinarm (2024), demonstra como uma abordagem interativa pode tornar mais fácil a compreensão de comandos lógicos e circuitos. O jogo apresenta desafios principalmente por meio de elementos visuais e lógicos eletrônicos, nos quais o usuário conecta dispositivos de maneira funcional, estimulando um pensamento mais técnico de forma intuitiva e descontraída.

Outro exemplo importante, até como referência para o desenvolvimento deste trabalho, são as produções de Rafael Forbeck (2025), professor universitário nas áreas de Programação de Jogos Digitais e *Game Design* e é Mestre em Tecnologia em Saúde, área na qual desenvolveu um jogo sério (*serious game*) focado em reabilitação motora. Seu trabalho de disseminação de conhecimento, inclui desde tutoriais práticos sobre o motor gráfico Godot no YouTube até jogos educativos publicados com impacto real como o "Jogo Geografia do Brasil²", com dezenas de milhares de *downloads*, demonstrando o vasto potencial dos jogos como ferramentas auxiliares no ensino. Inspirado por esse potencial, este projeto busca dinamizar ações que favoreçam aportes educacionais com o aprendizado de conteúdos iniciais das engenharias eletrônica, elétrica e mecânica.

1.2 PROBLEMÁTICA

Apesar dos avanços tecnológicos e do aumento do acesso à informação na atualidade, é frequente encontrar disciplinas técnicas como eletrônica, elétrica e mecânica sendo ensinadas de maneira puramente teórica, expositiva e muitas vezes sem conexão com a prática.

Tais abordagens baseadas em fórmulas prontas e exercícios padronizados podem não ser tão atrativas para os alunos, principalmente aqueles que aprendem melhor de forma visual, prática ou interativa. Isso se reflete de forma clara durante o ensino médio até os primeiros anos da graduação em Engenharia. Diversos estudantes mencionam encontrar desafios para compreender a relação entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática no mundo real

² Esta é uma das plataformas em que se encontra o Jogo Geografia do Brasil de Rafael Forbeck <https://appadvice.com/app/geografia-do-brasil/1540373243>

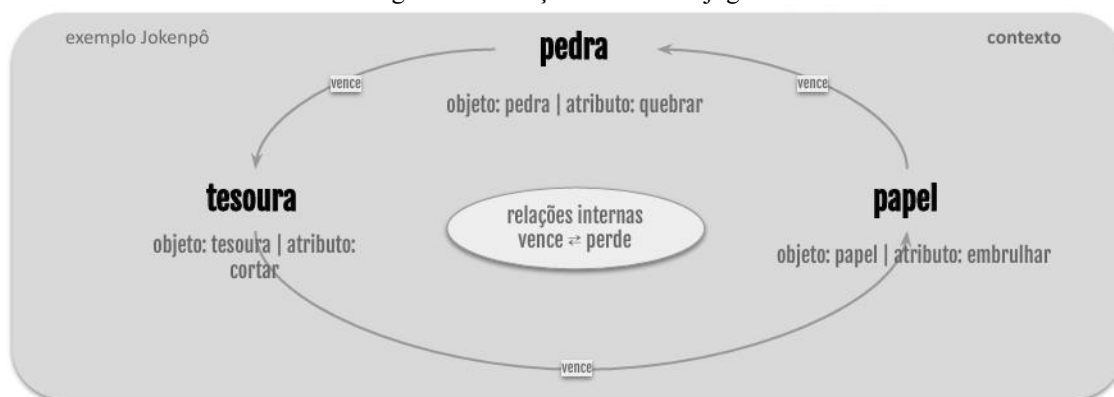
(Morais; Souza; Costa, 2017). Essa dificuldade é um sintoma de um modelo de ensino que, embora predominante no Brasil (Prado; Quintela; Mariano, 2024), falha em desenvolver a habilidade de aplicar o conhecimento em situações práticas, algo essencial para a formação técnica (Pimenta; Anastasiou, 2014).

A diferença entre teoria e prática se torna mais clara ao analisar o perfil dos estudantes da nova geração que estão acostumados com ambientes digitais e interações rápidas por meio de jogos e redes sociais; muitos deles acham que a linguagem utilizada na sala de aula não reflete sua realidade pessoal. Como destacam Prado, Quintela e Mariano (2024), a ausência de estratégias pedagógicas inovadoras contribui para a perda de interesse por áreas técnicas, o que pode afetar não apenas o desempenho acadêmico, mas também a permanência dos estudantes nessas formações.

Em face dessa situação complexa e desafiadora que se apresenta diante de nós atualmente, é fundamental sugerir alternativas que tornem o conteúdo técnico mais acessível e próximo do dia a dia dos estudantes. Uma ideia particularmente promissora consiste em incorporar jogos digitais com propósitos educacionais bem definidos. Conforme apontam Ramos e Rocha (2016), os jogos de quebra-cabeça incentivam o raciocínio lógico, por exemplo, os jogos de quebra-cabeça incentivam o raciocínio lógico, promovem uma compreensão mais profunda de sistemas e possibilitam explorar conceitos de forma prática em ambientes interativos simulados. Incluir itens colecionáveis que permitem obter dicas úteis e acesso a novas etapas melhora a evolução baseada no desempenho e no envolvimento dos jogadores, promovendo uma experiência de aprendizado mais dinâmica e eficiente.

Este trabalho parte da lacuna observada na prática educacional: a carência de ferramentas digitais acessíveis e bem planejadas para o ensino acadêmico. Diante disso, propõe-se o desenvolvimento de um jogo digital, pois acredita-se que a própria estrutura de um jogo é um poderoso mecanismo de aprendizagem. Em sua essência, todo jogo é um sistema de regras com relações internas claras de causa e efeito, onde cada objeto possui atributos e interage com outros de forma previsível. Até mesmo o mais simples dos jogos, como o Jokenpô (pedra, papel e tesoura), opera sob essa lógica sistêmica, conforme ilustra a Figura 3. É essa natureza estruturada que torna os jogos ferramentas ideais para ensinar conceitos complexos como os de engenharia.

Figura 3 — Relação interna dos jogos.



Fonte: Adaptado de Riechi e Munhoz (2024).

Diante do cenário exposto, que combina a crescente demanda por profissionais STEM com a carência de ferramentas digitais que superem a abordagem expositiva tradicional, este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo conceitual fundamentado nos princípios do DGBL. O artefato desenvolvido será um jogo digital educativo intitulado "BECA LAND", nome este que é uma alusão direta ao curso de Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação (BECA), para o qual este projeto foi pensado.

Assim, o "BECA LAND" será um recurso educativo que utiliza essa base lúdica para traduzir os princípios da eletrônica, elétrica e mecânica em um sistema de regras interativo, acessível e cativante. Nesse sentido, a pergunta que orienta esta pesquisa é: como os princípios do *Digital Game-Based Learning* podem ser traduzidos em mecânicas de plataforma 2D dentro de um GDD, que se encontra no Apêndice A, para o ensino de conceitos de eletrônica básica?

2 OBJETIVOS

Diante da necessidade de superar a lacuna entre a teoria abstrata e a prática engajadora no ensino de engenharia, esta seção delinea as metas estabelecidas para o desenvolvimento desta pesquisa. Busca-se, através da intersecção entre pedagogia e design de jogos, estruturar uma solução tecnológica capaz de mitigar as dificuldades de aprendizado na eletrônica básica, conforme detalhado nos objetivos geral e específicos a seguir.

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um protótipo de jogo digital educativo de plataforma 2D, alicerçado na DGBL, voltado para a contextualização do ensino introdutório de eletrônica básica

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relacionar os aspectos da DGBL, design de jogos, e teorias da aprendizagem aplicadas à educação STEM;
- definir diretrizes de design pedagógico para a tradução de conceitos abstratos de eletrônica (como a função de resistores, diodos e capacitores) em mecânicas de jogo interativas;
- estruturar um GDD para uma fase-protótipo do jogo "BECA LAND" que materialize as diretrizes de design e os princípios teóricos estudados;
- correlacionar as mecânicas, a narrativa e os sistemas de *feedback* propostos com os objetivos pedagógicos da aprendizagem de eletrônica básica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ensinar eletrônica é, em sua base, um grande desafio de tornar o invisível compreensível. Ao contrário da mecânica, onde um aluno pode observar diretamente uma engrenagem girar ou uma alavanca mover-se, os pilares da eletrônica conceitos como tensão, corrente e resistência são fenômenos abstratos. O estudante não pode "ver" o fluxo de elétrons; ele é forçado a inferir sua existência através de seus efeitos (como um LED que se acende) ou por meio de instrumentos de medição.

Tradicionalmente, o ensino tenta superar essa barreira recorrendo a duas ferramentas principais: analogias (como a da água em canos) e, predominantemente, a linguagem matemática. Isso gera a lacuna central que este trabalho ataca: o aluno decora a Lei de Ohm ($V = R/I$), mas não desenvolve a intuição prática do que acontece em um circuito real. Diante desses conceitos abstratos e da falha do modelo expositivo em criar uma visualização funcional, a busca por novas linguagens pedagógicas torna-se fundamental, e poucas são tão fluentes para a geração atual quanto a dos jogos digitais.

Diante dos desafios de um ensino academico fragmentado, a abordagem STEM surge como uma filosofia pedagógica que busca contextualizar a aprendizagem de ciências e engenharias (Prado; Quintela; Mariano, 2024). O acrônimo, que representa as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), vai além de um simples agrupamento de disciplinas. A metodologia STEM propõe uma aprendizagem baseada em projetos, na qual o conhecimento é construído de forma integrada e aplicado na resolução de problemas do mundo real (Bacich; Holanda, 2020). Este modelo educacional dialoga diretamente com as competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza o "pensamento científico, crítico e criativo" e a capacidade de "utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética" (Brasil, 2018).

Em uma abordagem geral, a STEM prepara os estudantes para os desafios do século XXI, que exigem não apenas o domínio de conteúdos específicos, mas a habilidade de conectar conhecimentos de diferentes áreas para inovar e solucionar problemas complexos. A abordagem contrapõe-se à memorização passiva, pois incentiva o protagonismo do aluno, que aprende por meio da investigação, da experimentação e do 'mão na massa' (Piaget, 1994). Trata-se de uma resposta direta à demanda por profissionais capazes de transitar entre diferentes campos do saber, como apontado no infográfico sobre o crescimento de empregos na área STEM já apresentado neste trabalho.

Trazendo para o contexto específico do ensino de eletrônica básica, a metodologia STEM se mostra particularmente poderosa. Ela atua como um antídoto direto ao problema do ensino em "silos de conhecimento", conforme a crítica de Albuquerque e Simas Filho (2008) já apresentada anteriormente. Ensinar a função de um resistor, por exemplo, deixa de ser um tópico isolado da disciplina de Eletricidade e passa a ser uma atividade STEM completa:

- Ciência: entender os princípios físicos do fluxo de elétrons e da resistência elétrica;
- Tecnologia: reconhecer e manipular o componente físico (o resistor);
- Engenharia: aplicar o componente em um projeto para resolver um problema (como proteger um LED em um circuito);
- Matemática: utilizar a Lei de Ohm para calcular o valor correto do resistor necessário para o projeto.

Nesse sentido, o projeto "BECA LAND" surge como uma ferramenta de intervenção pedagógica inerentemente alinhada à filosofia STEM. O jogo propõe que o aluno resolva uma série de desafios práticos de engenharia, onde cada *puzzle* traduz um princípio técnico em uma mecânica de jogo interativa. O desafio de "consertar uma caixa de som", que serve como protótipo conceitual e é detalhado no Apêndice A, é um exemplo de como essa abordagem funciona. Ao fazer isso, o jogador não está apenas aprendendo sobre a função de um diodo ou capacitor de forma isolada, ele está vivenciando um ciclo completo de resolução de problemas que espelha a prática da engenharia, tornando a aprendizagem mais significativa, contextualizada e duradoura (Prensky, 2001).

3.1 O DESAFIO DO ENSINO DE ELETRÔNICA: DA TEORIA À APLICAÇÃO PRÁTICA

Um dos grandes desafios do ensino da eletrônica é transpor fenômenos invisíveis em algo compreensível e palpável, em certo ponto. Diante de disciplinas técnicas, especialmente as que compõem o núcleo das engenharias, observam-se lacunas entre o conceito e a aplicação prática. Tradicionalmente, a abordagem em sala de aula se concentra em aulas expositivas, fórmulas matemáticas e exercícios cognitivos padronizados (Pimenta, Anastasiou, 2014).

Embora essenciais, esses métodos podem tornar o conteúdo difícil e pouco atraente, gerando não apenas desinteresse, mas uma real aversão à disciplina e um receio do erro que inibe a participação. Em um ambiente onde a falha é frequentemente penalizada em vez de ser vista como etapa da construção do conhecimento, a curiosidade e a experimentação competências basilares para a engenharia acabam sendo suprimidas (Pimenta; Anastasiou, 2014).

Essa dificuldade metodológica é agravada pela própria natureza do conteúdo, que pode levar a uma sobrecarga cognitiva, fenômeno no qual o aluno é exposto a mais informações do que sua memória de trabalho consegue processar. Para estudantes do Ensino Médio Integrado ao Técnico, por exemplo, a barreira principal reside na natureza inerentemente abstrata dos fenômenos elétricos: conceitos fundamentais como tensão, corrente e fluxo de elétrons são invisíveis e, ao contrário de fenômenos mecânicos observáveis, só podem ser compreendidos inicialmente através de modelos matemáticos. Para os graduandos, que já dominam o cálculo, o desafio se transforma na transição dessa abstração matemática no papel para a intuição de um circuito real.

Como destacam Moraes, Souza e Costa (2017), esse distanciamento entre o cálculo abstrato e a aplicação prática é um fator-chave para a desmotivação. Essa desmotivação é frequentemente alimentada por métodos de avaliação que priorizam a memorização de soluções para problemas-padrão, em vez de avaliarem a competência real para resolver desafios inéditos, criando um ciclo onde o aluno estuda para a prova, e não para o aprendizado.

Arelado a isso, outro ponto que ocasiona dificuldade é o fato de a eletrônica ser frequentemente ensinada de forma isolada, como um "silo de conhecimento", contradizendo a realidade interdisciplinar da engenharia moderna (Albuquerque; Simas Filho; 2008). Essa fragmentação também se manifesta na lacuna entre as ferramentas teóricas usadas em aula (lápiz, papel, calculadora) e as ferramentas práticas da profissão (*softwares* de simulação, instrumentos de medição), tornando a transição do estudante para o mercado de trabalho ainda mais desafiadora.

Nesse contexto, o trabalho de Gee (2004) oferece uma poderosa ferramenta não apenas para analisar o ensino tradicional, mas, principalmente, para fundamentar as mudanças aqui propostas. Um de seus argumentos centrais é que o aprendizado é mais eficaz quando é "situado", ou seja, ancorado em um contexto prático e permite a experimentação em um "ambiente seguro", onde o erro é visto como parte do processo.

O modelo tradicional de ensino da eletrônica, baseado em fórmulas, é o exato oposto disso: é "des-situado" e pune o erro. O aluno aprende a Lei de Ohm como uma verdade abstrata, sem um contexto de aplicação imediata. Pior, ele desenvolve o "medo de testar hipóteses", pois a falha é frequentemente penalizada em vez de ser usada como *feedback*. Segundo a lógica de Gee (2004), este é o cerne do problema: ao eliminar a experimentação segura, o sistema sacrifica a curiosidade e impede o ciclo de "ação e reflexão" (o "Princípio da Interação e do Fazer"), que é a base da aprendizagem ativa. O resultado inevitável é o desengajamento,

principal barreira que este projeto visa superar.

Essa falha em situar o aprendizado torna-se particularmente evidente ao se abordar os componentes básicos da eletrônica, que frequentemente são reduzidos a suas definições teóricas:

- Resistor: a dificuldade não está na Lei de Ohm em si, mas em visualizar seu propósito prático: proteger outros componentes ou ajustar níveis de sinal;
- Diodo: a ideia de um "portão de sentido único" para a corrente é conceitualmente simples, mas sua aplicação prática exige uma compreensão que vai além da memorização da sua simbologia;
- Capacitor: talvez o mais abstrato dos três para um iniciante. Sua capacidade de armazenar e descarregar energia no tempo introduz a variável temporal nos circuitos, um conceito complexo de visualizar sem ferramentas de simulação ou práticas laboratoriais.

Ensinar esses componentes de forma eficaz, portanto, exige estratégias que superem a exposição teórica. É preciso sair de um modelo de aprendizagem puramente abstrato, baseado em fórmulas, e ir para um modelo interativo, que permita ao aluno "ver" e "manipular" esses conceitos em ação, mesmo que de forma simulada. A Figura 4 ilustra com clareza o contraste entre essas duas abordagens.

Figura 4 – Aprendizagem Abstrata X Aprendizagem Interativa Proposta.



Fonte: Uso de Gemini e Adaptado de Papert (1994).

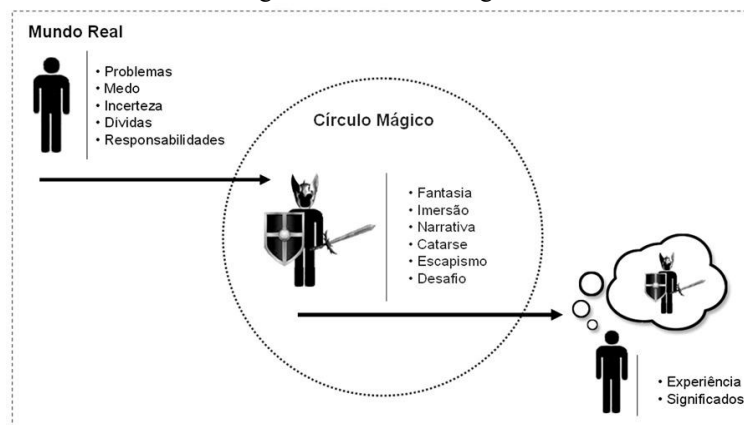
3.2 DIGITAL GAME-BASED LEARNING: ENGAJANDO A GERAÇÃO DIGITAL

Diante do desafio exposto na seção anterior, os jogos digitais emergem não apenas como entretenimento, mas como poderosas ferramentas pedagógicas. A metodologia do *DGBL* parte do princípio de que os jogos, por sua natureza, se tornam ambientes de aprendizagem estruturados.

Segundo Salen e Zimmerman (2003), todo jogo possui um "círculo mágico", um espaço seguro com regras próprias onde a experimentação é possível e as consequências do erro são baixas. Isso os torna laboratórios ideais para a aprendizagem, especialmente em áreas técnicas onde o medo de errar pode paralisar o aluno.

A Figura 5 ilustra o conceito de "Círculo Mágico", proposto por Salen e Zimmerman (2003), que define o jogo como um espaço protegido e separado do mundo real, onde vigoram regras próprias e segurança psicológica. A imagem demonstra a transição do indivíduo, que abandona as tensões do cotidiano (como "medo" e "responsabilidades") para adentrar um ambiente de "imersão" e "fantasia", assumindo uma nova identidade por meio de um avatar. No contexto do “BECA LAND”, esse círculo atua como um laboratório seguro, em que o erro pedagógico não gera punição real, permitindo que o aluno experimente conceitos técnicos complexos com liberdade e engajamento, transformando a experiência lúdica em significados concretos de aprendizado.

Figura 5 – Círculo Mágico.



Fonte: Autor com dados de Salen e Zimmerman (2003).

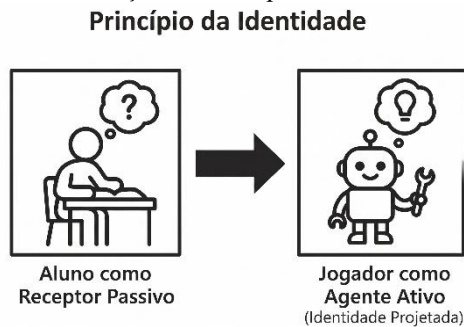
Dentro das perspectivas do *DGBL*, dois autores ampliam o potencial dos jogos na educação contemporânea, são eles: Paul Gee (2004) e Marc Prensky (2001), um dos pioneiros na área, argumenta que os jogos digitais falam a língua da Geração Z (jovens que cresceram imersos em tecnologia). Para Prensky (2001), a combinação de regras, objetivos, desafio e,

principalmente, *feedback* imediato e constante, que caracteriza os jogos, cria um ciclo de engajamento que a sala de aula tradicional raramente consegue replicar.

Complementando, James Paul Gee (2004) defende que bons jogos são "máquinas de aprendizado" porque incorporam princípios pedagógicos sólidos. Em sua obra seminal, Gee (2004) descreve dezenas desses princípios. Para um jogo que visa ensinar conceitos básicos de eletrônica, alguns são particularmente relevantes, a exemplo:

- O primeiro é o Princípio da Identidade, em que o jogador não é apenas um aluno passivo, ele assume a identidade de um agente ativo no mundo do jogo. No jogo a ser proposto, o robô 'CZ' (Figura 6) é um solucionador de problemas que gera a identificação com o jogador, que se sente como um técnico ou engenheiro em formação, o que fortalece o engajamento e o sentimento de propósito (Gee, 2004);

Figura 6 – Ilustração do Princípio da Identidade de Gee.



Fonte: Adaptado de Gee (2004).

O segundo é o Princípio da Interação e do Fazer: sobre ele, Gee argumenta que o aprendizado real é ativo, não passivo. O jogador aprende sobre circuitos não lendo um texto, mas manipulando os componentes para consertar a caixa de som (Figura 7). Este princípio justifica a mecânica central do jogo proposto “BECA LAND”, pois o significado da função de um componente é construído a partir da ação direta do jogador e da observação de seus resultados, em vez da recepção passiva de informação (Gee, 2004);

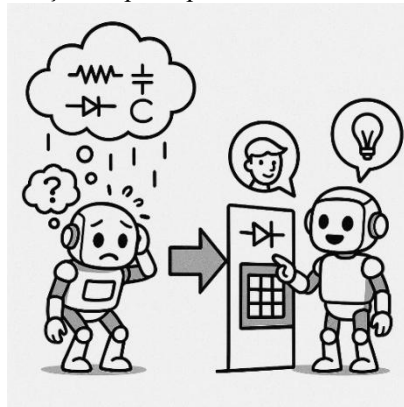
Figura 7 – Representação do Princípio da Interação e do Fazer.



Fonte: Adaptado de Gee (2004).

O terceiro é o Princípio do *Just in Time* e *On Demand*, em que a informação é mais bem absorvida quando é necessária para uma tarefa real. No 'BECA LAND', o NPC-mentor não oferece uma palestra sobre eletrônica no início, mas fornece dicas e explicações contextuais (Figura 8) logo após o reparo bem-sucedido. Isso é crucial para evitar a sobrecarga cognitiva, garantindo que o conhecimento seja apresentado no momento exato em que ele se torna relevante e aplicável para o jogador (Gee, 2004).

Figura 8 – Ilustração do princípio "*Just in Time*" e "*On Demand*".



Fonte: Adaptado de Gee (2004).

Em síntese, a articulação desses três princípios identidade, interação e *Just in Time* forma o alicerce pedagógico do “BECA LAND”. Ao integrar o envolvimento emocional de assumir um papel profissional ('ser' um técnico), a prática deliberada ('fazer' funcionar) e a entrega contextualizada de conteúdo ('saber' na hora certa), o jogo propõe romper com a passividade do modelo transmissivo tradicional. Essas três teorias asseguram que o engajamento lúdico não seja apenas um elemento de diversão superficial, mas um veículo estruturado para transformar a abstração da eletrônica em uma competência técnica concreta e situada.

3.3 AS BASES PEDAGÓGICAS CLÁSSICAS NA APRENDIZAGEM POR JOGOS

Embora o DGBL seja um campo moderno, seus fundamentos se apoiam em teorias clássicas da educação. Dar destaque a esses pilares mostra que o uso de jogos é uma evolução natural das práticas pedagógicas, e não uma ruptura radical. A base para o aprendizado em jogos, como aponta Prensky (2001), está no que ele chama de "*hard fun*" (diversão difícil), um aprendizado que, apesar de desafiador, é extremamente engajador.

Essa abordagem se ancora em uma perspectiva construtivista, cuja premissa fundamental, defendida por teóricos como Jean Piaget (1994), é a de que o conhecimento não

é passivamente recebido, mas ativamente construído pelo indivíduo a partir de sua interação com o meio. Para Piaget, a criança é como uma pequena cientista que aprende ao agir sobre os objetos do mundo.

Nessa visão, em um dos desafios propostos em "BECA LAND" (caixa de som) funciona como um gerador de "desequilíbrio cognitivo". O jogador primeiro tenta resolver o problema por tentativa e erro, aplicando os esquemas mentais que já possui (processo de assimilação). Ao falhar, o *feedback* imediato do jogo o força a confrontar a insuficiência de sua hipótese inicial, levando-o a modificar seu entendimento sobre a função dos componentes (processo de acomodação). Assim, o *design* de desafios do "BECA LAND" não visa dar respostas prontas, mas criar problemas interessantes que impulsionam o jogador a construir ativamente seu próprio conhecimento.

Esse processo de construção individual é potencializado quando o suporte social e contextual é oferecido no momento exato da necessidade, um dos pilares do Princípio do "*Just in Time*" de Gee (2004). A eficácia dessa mediação é profundamente explicada pela teoria sociocultural de Lev Vygotsky (1991). Para Vygotsky (1991), a aprendizagem é um fenômeno social, que ocorre de forma mais potente na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), a distância entre o que um aprendiz consegue fazer sozinho e o que ele é capaz de realizar com o auxílio de um "outro mais experiente".

No jogo "BECA LAND", o NPC-mentor e as dicas contextuais funcionam precisamente como esse "outro mais experiente". Eles fornecem o "andaime" (*scaffolding*), um suporte temporário que não dá a resposta, mas oferece as ferramentas para que o jogador consiga resolver um desafio que estaria um pouco além de sua capacidade atual. A relevância para o projeto é imensa, pois o jogo pode, assim, ajustar dinamicamente o suporte oferecido, mantendo o jogador sempre na fronteira de sua competência, em um estado de desafio produtivo, o que é essencial para um aprendizado eficaz. Essa ideia de mediação da aprendizagem por meio de jogos é, inclusive, um campo de estudo consolidado, como aponta Santos (2018) em sua análise sobre a avaliação de jogos digitais educacionais.

3.4 BECA LAND COMO PONTE PEDAGÓGICA: UMA ANÁLISE DO *DESIGN* PROPOSTO

Para analisar a estrutura de um jogo de forma sistemática, um dos modelos mais influentes é o *framework* MDA, proposto por Hunicke, LeBlanc e Zubek (2004). Este modelo decompõe a experiência de um jogo em três componentes interligados: Mecânicos (*Mechanics*), que são as regras e os componentes básicos do jogo; Dinâmicos (*Dynamics*), que descrevem o comportamento do jogo em tempo real quando as mecânicas são acionadas pelo jogador; e Estética (*Aesthetics*), que se refere às respostas emocionais e à experiência final evocada no jogador.

O *framework* é valioso por permitir que o *designer* projete a partir da experiência desejada (estética), determinando quais dinâmicas e mecânicas são necessárias para alcançá-la. Contudo, para fins de análise, é comum inverter essa lógica e observar o jogo da perspectiva do jogador, partindo das Mecânicas para entender como elas geram as Dinâmicas e, por fim, a Estética desejada, como detalhado no Quadro 2.

Quadro 2 – Aplicação do *framework* MDA ao design do *puzzle* da caixa de som.

O jogador pode executar estas ações:	Essas ações, combinadas, criam estes comportamentos:	Esses comportamentos evocam essas emoções no jogador:
Mecânicas (Ações do Jogador)	Dinâmicas (Comportamentos Gerados)	Estética (Emoções / Experiência)
Mover o personagem ("andar")	Exploração do cenário. (Mecânica de "andar" + "interagir")	Curiosidade. (Gerada pela Exploração)
Interagir com componentes (pegar/soltar)	Tentativa e erro. (Mecânica de "arrastar" + "receber <i>feedback</i> ")	Desafio. (Gerado pela Tentativa e erro)
Arrastar e posicionar peças (ex: resistores, diodos no circuito).	Resolução de problema. (Mecânica de "arrastar peças" + " <i>feedback</i> " para entender a lógica do circuito)	Descoberta ("Aha!"). (Gerada pela Resolução de problema)
Receber <i>feedback</i> audiovisual. (ex.: som da caixa falhando, circuito acendendo, porta abrindo)	Ciclo de ajuste e nova tentativa. (Dinâmica de "tentativa e erro" + " <i>feedback</i> ")	Satisfação / Competência. (Gerada pelo sucesso no ciclo de ajuste e na resolução)

Fonte: adaptado pelo autor com base em Hunicke; LeBlanc; Zubek (2004).

O *design* da fase-protótipo do "BECA LAND", detalhado no GDD, serve como um estudo de caso prático da aplicação das teorias mencionadas. Utilizando o *framework* MDA, apresentado anteriormente, como lente de análise (Hunicke; Leblanc; Zubek, 2004), esta seção demonstrará como as Mecânicas do jogo foram projetadas para gerar Dinâmicas de aprendizado e, por fim, alcançar a Estética desejada de descoberta e competência.

O desafio de consertar uma caixa de som não é um pretexto arbitrário, mas um cenário que transforma conceitos abstratos de eletrônica em um objetivo concreto e compreensível, promovendo uma aprendizagem situada (Gee, 2004). A seguir, analisa-se como os componentes eletrônicos são traduzidos em mecânicas de jogo.

A mecânica central é a de um *puzzle* de "andar e empurrar", onde o jogador precisa posicionar e orientar corretamente os componentes para restaurar o circuito. Essa interação direta é a personificação do princípio do "aprender fazendo" de Gee.

- O Resistor: o jogo ensina sua função (controle de corrente) através do *feedback* implícito. A tarefa de "escolher o resistor correto para evitar que a caixa de som queime" cria uma relação de causa e efeito direta e visual, muito mais impactante do que a fórmula $V = R/I$. O jogador constrói a noção de que o resistor tem uma propriedade de proteção.
- O Diodo: sua representação como um portão com uma seta e a necessidade de girá-lo para a orientação correta transformam a regra abstrata da "polarização direta" em uma ação espacial e lógica. O *feedback* é binário e imediato: ou funciona e a energia passa, ou não funciona.
- O Capacitor: sua função de regular a energia para garantir um "som claro e sem distorções" é ensinada através do resultado. Ao posicionar o componente corretamente, o jogador não apenas conserta o aparelho, mas obtém um resultado de "qualidade". Isso introduz a ideia de que componentes eletrônicos não apenas fazem circuitos funcionarem, mas também afetam a qualidade de seu funcionamento.

O sucesso na resolução do *puzzle* é recompensado com um *feedback* audiovisual claro: a caixa emite som e a porta se abre, reforçando o ciclo de engajamento de Prensky e proporcionando a satisfação que motiva a continuidade da aprendizagem. Em resumo, a transposição desses elementos físicos para o ambiente digital mostra que a experiência lúdica pode funcionar como um eficaz catalisador cognitivo.

Ao converter a abstração matemática em mecânicas tangíveis de interação, o jogo permite que o estudante desenvolva uma 'intuição técnica' antes mesmo de dominar o formalismo teórico. Essa abordagem válida o jogo digital não apenas como um recurso motivacional, mas como um laboratório de simulação seguro, onde a experimentação livre de riscos transforma a passividade da memorização na competência ativa de resolução de problemas, preenchendo, assim, a lacuna entre o conceito acadêmico e sua aplicação prática.

4 METODOLOGIA

Para compreender o direcionamento deste projeto, a pesquisa se classifica como aplicada. Segundo Gil (2019), este tipo de pesquisa nasce para intervir no mundo e “resolver problemas identificados no âmbito das sociedades”. Essa é exatamente a nossa motivação, que surge não apenas de uma lacuna acadêmica, mas de uma dificuldade real, vivenciada por estudantes e educadores. A pesquisa surge no desenvolvimento de um projeto para um recurso digital, uma solução prática e direcionada ao desafio de engajar estudantes e introduzir conceitos de engenharia. O objetivo é construir uma ponte entre a complexidade do conteúdo técnico e a necessidade de abordagens pedagógicas mais alinhadas à geração atual.

A abordagem deste trabalho é fundamentalmente qualitativa que diferente de uma pesquisa que busca medir o desempenho de usuários, o foco aqui está no "universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes" que compõem o fenômeno (Minayo, 2013, p. 21). A análise não se debruça sobre dados numéricos de performance, mas sim sobre a qualidade e a coerência do artefato projetado, o GDD. Trata-se, portanto, de uma análise que interpreta e atribui significado às escolhas de design, investigando como os elementos do jogo (mecânicas, narrativa, *feedback*) se articulam para criar um potencial de aprendizagem. A análise do GDD como um documento, conforme os preceitos da análise de conteúdo, busca compreender as intenções e a estrutura subjacentes ao texto e aos diagramas propostos (Bardin, 2016).

Finalmente, o conceito de pesquisa exploratória de Gil (2019) serve como um guia, por ser um meio de proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito. Essa definição aborda um território pouco estabelecido: a aplicação de *frameworks* de *design* de jogos para a estruturação de um ensino de eletrônica mais próximo aos discentes. O objetivo não é estabelecer verdades definitivas, mas sim abordar este campo através da proposição de um modelo de design bem fundamentado, encontrando possibilidades iniciais e formulando as bases que guiarão futuras implementações e testes.

Quanto aos procedimentos técnicos, o trabalho se fundamenta na combinação da pesquisa bibliográfica, para embasamento teórico aprofundado sobre *Digital Game-Based Learning* (Prensky, 2001; Gee, 2004), *design* de jogos (Salen; Zimmerman, 2003), teorias da aprendizagem e o ensino de STEM. Além da pesquisa de *Design (Design Research)*, abordagem na qual o pesquisador projeta e desenvolve um artefato (neste caso, o GDD do "BECA LAND") como forma de investigar um problema e propor uma solução. O próprio processo de *design* e o artefato resultante são os focos centrais da pesquisa.

4.1 ETAPAS METODOLÓGICAS

Nesta seção, explana-se as etapas necessárias para o desenvolvimento do trabalho, a fim de alcançar os objetivos propostos.

4.1.1 *Etapa 1: Levantamento Teórico*

- Estudo relacionado a sistemas internos e subsistemas de jogos relacionados a ganho e perda.
- Estudo direto sobre fundamentos do ensino de eletrônica, elétrica e mecânica para o público infantojuvenil.
- Pesquisa sobre referências educacionais em jogos, com ênfase no estilo plataforma e abordagens lúdicas de ensino.
- Análise de práticas e desafios na elaboração de jogos voltados para a educação STEM (abordagem interdisciplinar que integra Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

4.1.2 *Etapa 2: Idealização da Ideia*

- Compreensão dos sistemas e ecossistemas do jogo (utilizando o sistema *Framework* MDA).
- Definição de objetivos que serão abordados por área (elétrica, eletrônica e mecânica).
- Escolha das abordagens dinâmicas que serão utilizadas e que melhor se encaixam com os conteúdos do jogo.
- Elaboração do GDD.

4.1.3 *Etapa 3: Desenvolvimento do Protótipo Conceitual*

- Idealização e prototipagem das artes que serão utilizadas como base.
- Prototipagem com programação inicial para desenvolvimento inicial.
- Verificação dos *feedbacks* com o orientador para prosseguimento do desenvolvimento.

4.1.4 *Etapa 4: Consolidação do Protótipo Conceitual*

- Sistematização das telas, fases e lógica do jogo em formato de GDD;
- Preparação de uma versão visual ou navegável do GDD, ainda em fase não-interativa, para fins de apresentação e discussão acadêmica.

4.1.5 Etapa 5: Desenvolvimento do Protótipo

- Configuração e estruturação do projeto na *Godot Engine*, estabelecendo a arquitetura de cenas, nós (nodes) e scripts principais.
- Implementação das mecânicas centrais, incluindo a física de movimentação do personagem e o sistema de interação com os componentes eletrônicos (arrastar, soltar e conectar).
- Integração dos *assets* visuais ao motor de jogo, garantindo a coerência estética definida na fase de idealização.
- Programação da lógica dos *puzzles* e do sistema de *feedback*, assegurando que o jogo responda corretamente às ações do jogador.
- Testes de depuração e polimento, focados na correção de erros e no ajuste da fluidez dos controles para garantir a jogabilidade.

4.1.6 Etapa 6: Análise Teórica e Projeção para Desdobramentos Futuros

- Reflexão crítica sobre as decisões de *design* e suas relações com os objetivos pedagógicos do projeto.
- Discussão sobre a viabilidade técnica e educacional da proposta.
- Proposição de caminhos para testes futuros, ajustes e possíveis evoluções do jogo em trabalhos de pesquisa continuada (como em uma iniciação científica ou pós-graduação).

5 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Este capítulo se dedica à análise aprofundada do artefato central desta pesquisa: o GDD do jogo "BECA LAND" (Apêndice A). O objetivo aqui não é apenas descrever o jogo, mas dissecar suas escolhas de design, interpretando-as como soluções diretas para a problemática do ensino de eletrônica, apresentada anteriormente. Utilizando os princípios do DGBL como lente de análise, esta seção irá demonstrar como a fundamentação teórica foi traduzida em um projeto de jogo coeso e com potencial pedagógico.

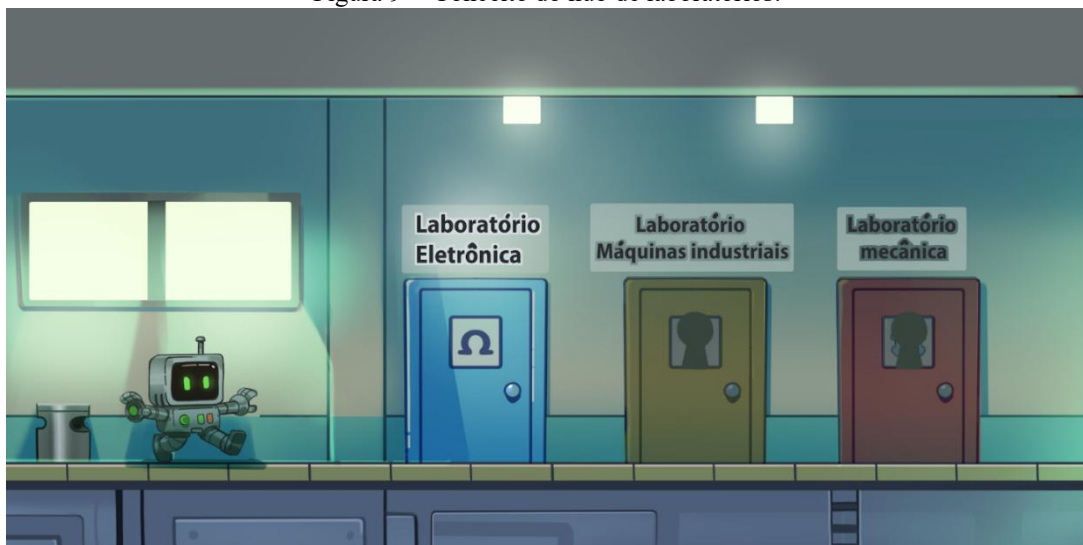
5.1 APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO CONCEITUAL "BECA LAND"

“BECA LAND” é um jogo educativo de plataforma 2D, projetado para introduzir conceitos básicos de engenharia de forma interativa. O *design* do jogo busca aplicar diretamente os princípios teóricos da *l* discutidos na fundamentação.

5.1.1 Identidade e Mundo do Jogo

Conforme o GDD (Apêndice A), o *design* aplica o "Princípio da Identidade" (Gee, 2004), tirando o aluno da posição de receptor passivo. O jogador assume o controle do protagonista "CZ" (Figura 9), um robô ajudante, tornando-se um agente ativo na resolução de problemas. O mundo do jogo é estruturado como um *hub* central (Figura 10), em que o jogador explora e acessa "Laboratórios" temáticos (Eletrônica, Elétrica, Mecânica), definindo o escopo amplo do projeto.

Figura 9 – Conceito do hub de laboratórios.



Fonte: Nascimento, m. l. r (2025).

5.1.2 O Sistema de Aprendizagem e Reforço

A principal mecânica de reforço pedagógico é o sistema de "Cartas de Componentes" (Figura 10), que aplica o princípio "*Just in Time*" (Gee, 2004). Ao invés de apresentar a teoria antes da prática (gerando sobrecarga cognitiva), o jogador primeiro supera o desafio interativo. Imediatamente após o sucesso, ele é recompensado com uma carta colecionável. Essas cartas funcionam como um *feedback* consolidado: a seção "Definição" solidifica o conhecimento que o jogador acabou de aprender na prática, enquanto a seção "Curiosidade" conecta o componente abstrato a uma aplicação do mundo real, reforçando a aprendizagem situada. Os próprios ícones dos componentes (Figura 10) são usados como elementos interativos nos *puzzles*.

Figura 10 – Conceito visual da carta Diodo, Resistor.



Fonte: Autor .

Para validar e contextualizar as decisões de design adotadas no "BECA LAND", é fundamental situar o protótipo em relação ao estado da arte. Nenhum jogo é criado no vácuo, e comparar o projeto com soluções de referência que abordam desafios pedagógicos ou mecânicos semelhantes enriquece a análise. Nesse sentido, o jogo "Linkito" (Kalinarm, 2024) é um caso pertinente, pois representa um exemplo notável no cenário nacional de *puzzle* focado estritamente na lógica de circuitos e conexões.

Para validar e contextualizar as decisões de *design* do "BECA LAND", é pertinente analisar jogos de referência que abordam temáticas semelhantes. Um exemplo no cenário nacional é o jogo "Linkito" (Kalinarm, 2024), um *puzzle* focado na resolução de desafios de lógica baseados em circuitos e conexões.

A análise de "Linkito" revela uma abordagem de *design* minimalista e extremamente eficaz. O jogo remove todos os elementos extrínsecos, como narrativa ou personagens complexos, para focar o jogador em um único objetivo: compreender e aplicar regras de lógica para conectar pontos e ativar um circuito (Figura 11). A aprendizagem ocorre de forma puramente emergente, através da experimentação direta com as mecânicas, o que o torna um excelente exemplo do Princípio da Interação e do Fazer (Gee, 2004) em sua forma mais pura.

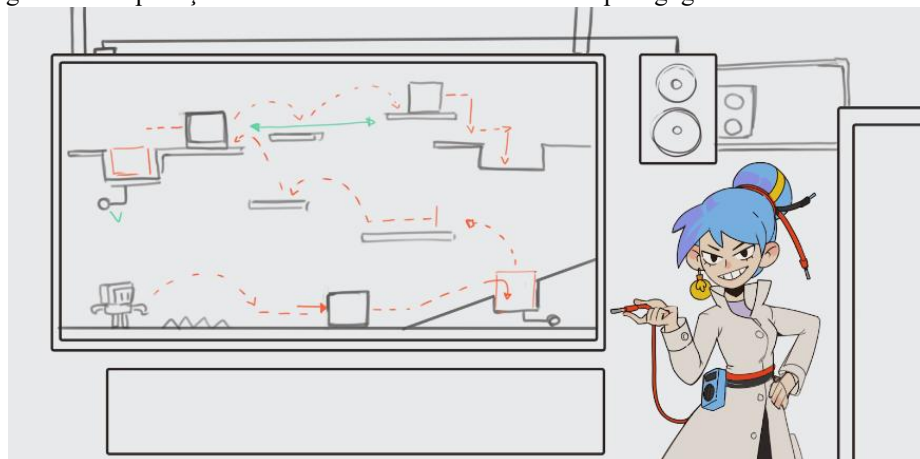
Figura 11 – Interface e mecânica de conexão do jogo "Linkito".



Fonte: Kalinarm (2024).

O "BECA LAND", embora partilhe da mesma base de aprendizado pela ação, diferencia-se de "Linkito" ao adicionar camadas pedagógicas e narrativas intencionais. Enquanto "Linkito" se concentra no desenvolvimento do raciocínio lógico abstrato, "BECA LAND" utiliza mecânicas de conexão para um fim específico: ensinar a função prática de componentes eletrônicos reais (resistor, diodo, capacitor) dentro de um contexto situado (consertar uma caixa de som para progredir em uma história) (Figura 12).

Figura 12 – Aplicação de mecânica de conexão com foco pedagógico em "BECA LAND".



Fonte: Nascimento, m. l. r (2025).

Dessa forma, a análise de “Linkito” demonstra a viabilidade técnica e lúdica de utilizar puzzles de circuito como mecânica central, ao mesmo tempo em que destaca a contribuição específica do “BECA LAND”: a aplicação dessa abordagem em um contexto de ensino de Engenharia alinhado à metodologia STEM, que integra o desafio lógico a um propósito narrativo e a objetivos de aprendizagem concretos.

5.1.3 Análise de Aspectos

Um dos maiores desafios do ensino de eletrônica é a sobrecarga cognitiva. O *design* do "BECA LAND" aborda este problema através de um gerenciamento cuidadoso do fluxo de informação e da dificuldade.

Essa escolha narrativa não é meramente estética, mas fundamentada no princípio da Aprendizagem Situada de Gee (2004). Ao inserir o jogador em um ambiente profissional (o laboratório) e apresentar um problema concreto (consertar a caixa) *antes* da teoria, o jogo cria um contexto de aplicação imediata para o conhecimento. Isso contrasta com o ensino tradicional, que muitas vezes apresenta respostas (fórmulas) para perguntas que o aluno ainda não tem. Além disso, ao segmentar o desafio em uma tarefa específica e guiada por um NPC, o design atua diretamente na prevenção da sobrecarga cognitiva (Sweller; Van Merriënboer; Paas, 1998), fornecendo um objetivo claro ('goal-free problem' ou problema com meta focada) que direciona a atenção do aluno apenas para as variáveis relevantes daquele momento.

A experiência de aprendizado se inicia quando o jogador, após uma fase introdutória, entra em um laboratório do Instituto. A transição é marcada por uma animação, estabelecendo um novo ambiente repleto de ferramentas que sinalizam um espaço de trabalho e descoberta. Neste local, o jogador é recebido por um NPC (personagem não jogável) que apresenta o desafio: uma caixa de som está com defeito e precisa ser consertada.

Figura 13 – *Storyboard* da mecânica de aprendizagem do Resistor em "BECA LAND".



Figura Y – Sequência da mecânica da aprendizagem do Resistor no 'BECA LAND'.

Fonte: Autor .

5.1.3.1 *Feedback* Imediato e o "Suporte" Digital

O sistema de *feedback* do jogo é projetado para ser instantâneo e informativo. Um erro ao posicionar um componente não resulta em uma penalidade punitiva, mas em uma resposta visual clara que convida à reflexão e à nova tentativa. Este ciclo rápido de "ação -> *feedback* -> ajuste" é essencial. Além disso, a presença do NPC-mentor, que oferece dicas contextuais conforme descrito no GDD, funciona como um "suporte" (*scaffolding*) digital. A informação teórica é entregue "*Just in Time*", como define Gee (2004), no exato momento em que o jogador precisa dela para superar um obstáculo. Isso evita a sobrecarga de um manual de instruções inicial e otimiza a retenção do conhecimento.

5.1.3.2 A Curva de Dificuldade e o Estado de Fluxo

O GDD prevê uma progressão de desafios. A fase inicial do laboratório introduz componentes básicos. Fases futuras poderiam introduzir circuitos mais complexos, exigindo a combinação de múltiplos conhecimentos. Este design visa manter o jogador no que Csikszentmihalyi (1990) define como o "canal de fluxo" (*Flow*), um estado de imersão total em que o nível de desafio está em perfeito equilíbrio com as habilidades do jogador. Ao evitar tanto a ansiedade (desafios muito difíceis) quanto o tédio (desafios muito fáceis), o jogo maximiza o engajamento e cria as condições ideais para uma aprendizagem profunda e prazerosa.

5.1.4 *Mudança de Cenário*

Após completar uma fase inicial, o jogador adentra o laboratório do Instituto. A transição é marcada por uma animação que mostra o personagem abrindo uma porta e entrando em um novo ambiente detalhado, repleto de equipamentos e ferramentas, indicando um espaço de trabalho e aprendizado (Figura 14).

Figura 14 – *Concept* de mudança de cenários.



Fonte: Nascimento, m. l. r (2025).

5.1.5 Elementos no Jogo

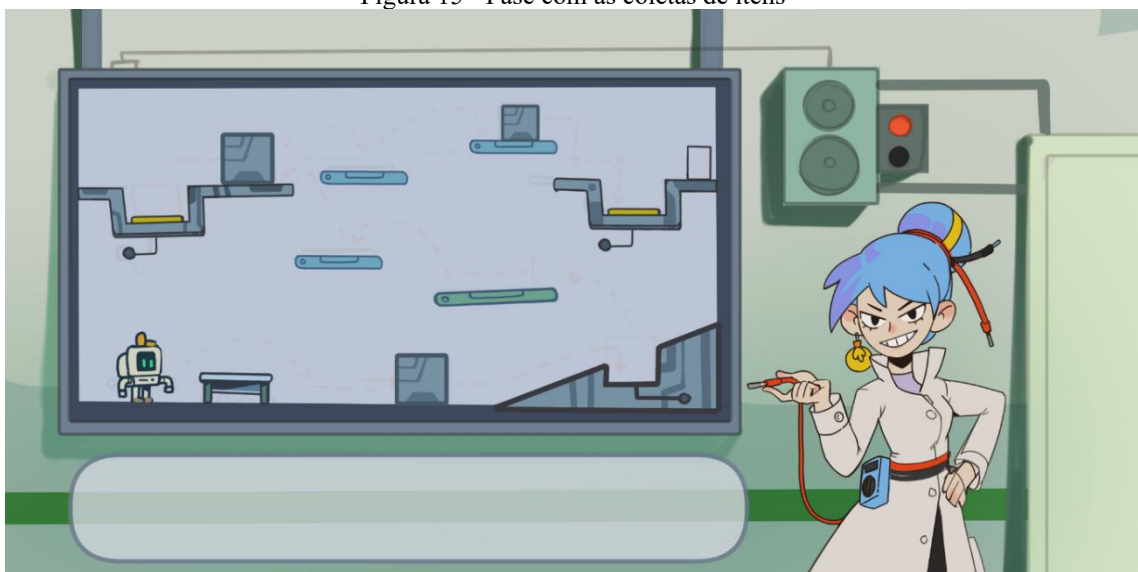
Para consertar a caixa de som, o jogador precisa interagir com três componentes eletrônicos principais:

- Diodo: este componente permite que a corrente elétrica flua apenas em uma direção. No jogo, o diodo é representado por um ícone com uma seta indicando a direção do fluxo. Se posicionado incorretamente, impede o funcionamento da caixa de som;
- Resistor: o resistor controla a quantidade de corrente elétrica que passa pelo circuito. Ele é representado por um ícone com listras coloridas que indicam sua resistência. A escolha do resistor correto é crucial para evitar que a caixa de som queime;
- Capacitor: o capacitor armazena energia elétrica e a libera quando necessário. Ele é representado por um ícone com duas placas paralelas. No jogo, o capacitor ajuda a regular a energia fornecida à caixa de som, garantindo um som claro e sem distorções.

5.2 EXECUÇÃO DA FASE

A execução da fase foi projetada para materializar os princípios teóricos de Gee (2004) de forma integrada. O jogador não é um aluno passivo, mas assume a identidade de "CZ", um robô solucionador de problemas. Ao encontrar a caixa de som, ele aprende ativamente ao manipular os componentes (o "Princípio da Interação e do Fazer"), arrastando o diodo, o resistor e o capacitor. Se errar, o jogo não o penaliza, mas oferece *feedback* visual (o circuito falha), incentivando a experimentação no "ambiente seguro" do jogo.

Figura 15 - Fase com as coletas de itens



Fonte: Autor .

O sucesso na resolução é recompensado de duas formas: com um *feedback* imediato e com uma explicação contextual.

Esse *feedback* imediato ocorre após organizar corretamente os componentes: a caixa de som é reativada com sucesso. Uma animação mostra a caixa emitindo som e a porta de saída do laboratório se abre, permitindo que o jogador avance para a próxima fase. Esse resultado visual e sonoro reforça o aprendizado e a interação com o NPC.

Logo em seguida, após o sucesso do reparo, o NPC oferece a explicação contextual ("*Just in Time*") sobre a importância de cada componente. Ele destaca como o diodo controla o fluxo da corrente, o resistor regula a intensidade e o capacitor armazena energia. Essa interação não apenas fornece informações valiosas, mas também reforça o entendimento dos conceitos, tornando o aprendizado mais significativo. A participação ativa do jogador e do NPC foi desenhada para manter o interesse no jogo, transformando o aprendizado em uma experiência lúdica e atrativa.

5.3 ANÁLISE GERAL

A fase supracitada do jogo demonstra claramente como os conceitos de engenharia podem ser ensinados de forma interativa e envolvente. Ao permitir que o jogador manipule os componentes eletrônicos e veja os resultados de suas ações, o jogo "BECA LAND" incorpora a metodologia do projeto de forma eficaz, proporcionando um exemplo prático da proposta educacional. Este elemento interativo não apenas adiciona uma camada de desafio e diversão ao jogo, mas também oferece uma oportunidade de aprendizado significativo para os jovens, incentivando o interesse pelas áreas STEM.

5.3.1 Discussão dos Resultados: o Jogo como Resposta à Problemática

A análise da fase do jogo "BECA LAND" permite concluir que o *design* proposto responde de forma direta e estruturada aos principais problemas do ensino tradicional de eletrônica identificados na fundamentação deste trabalho. De início, contra a "Cultura da Fórmula", pois o jogo foca na função prática dos componentes, não em sua representação matemática. O jogador aprende "para que serve" um resistor, ao usá-lo para proteger um circuito, proporciona uma compreensão muito mais intuitiva e duradoura.

Segundamente, contra o "Ensino em Silos", tendo em vista que a abordagem do jogo é inerentemente interdisciplinar (STEM). Para resolver o puzzle, o jogador aplica lógica (Matemática), entende um fenômeno (Ciência), manipula um sistema (Tecnologia) e resolve

um problema prático (Engenharia).

Por fim, contra o "Medo de Errar": o "círculo mágico" do jogo, como definido por Salen e Zimmerman (2003), cria um ambiente seguro para a experimentação. O erro não é uma falha, mas uma parte essencial e bem-vinda do processo de descoberta.

Assim, os resultados desta pesquisa não se limitam ao planejamento documental (GDD), mas avançam para a entrega de uma demo jogável. A implementação deste protótipo permitiu evidenciar, na prática, como os aspectos de coleta de itens e a dinâmica de ensino se integram para formar o ciclo de aprendizado. Isso demonstra que a aplicação dos princípios do DGBL é capaz de gerar intervenções pedagógicas concretas, unindo o rigor do conteúdo de engenharia à eficácia do engajamento lúdico.

6 CONCLUSÃO

Ao final desta jornada investigativa, que partiu do desafio de transpor o abismo entre a teoria abstrata e a prática engajadora no ensino de engenharia, este trabalho entrega mais do que uma proposta teórica: oferece um artefato tecnológico funcional. A elaboração do GDD e sua subsequente materialização em um protótipo jogável do 'BECA LAND' confirmam a hipótese central de que a linguagem sistêmica dos jogos digitais, quando alicerçada em uma sólida base pedagógica, constitui uma poderosa ferramenta para tornar o conhecimento técnico acessível, significativo e motivador.

6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Além dos aspectos positivos, faz-se necessário continuar com a honestidade acadêmica que exige o reconhecimento das fronteiras deste trabalho. As conclusões aqui apresentadas devem ser compreendidas dentro de um escopo delimitado, cujas principais limitações são de natureza conceitual, pois esta monografia se concentrou na fase de desenvolvimento a aplicação de protótipo, resultando em uma demo jogável e um GDD. A eficácia prática do jogo "BECA LAND" em promover a aprendizagem não foi empiricamente testada com usuários. As conclusões se referem à viabilidade e à coerência teórica do design proposto, e não à eficácia comprovada do artefato final em um cenário real de ensino.

Além do escopo do protótipo, tendo em vista que o *design* detalhado focou em uma fase introdutória e em conceitos fundamentais da eletrônica. O GDD não abrange a totalidade de um currículo de eletrônica básica, sendo uma escolha deliberada para garantir profundidade na análise de mecânicas essenciais em detrimento da amplitude de conteúdo.

Por conseguinte, há a subjetividade inerente ao design. O *design* de jogos é um processo que mescla ciência e arte. As soluções de *gameplay* propostas no GDD representam uma das múltiplas possibilidades de tradução dos princípios pedagógicos. Outros *designers* poderiam conceber mecânicas e narrativas distintas que fossem igualmente válidas para atingir os mesmos objetivos educacionais. No entanto, essas limitações não diminuem o valor da pesquisa, mas, ao contrário, demarcam o território explorado e estabelecem as bases para as investigações futuras necessárias para levar o projeto do conceito à prática.

O projeto "BECA LAND", em sua concepção atual, representa o primeiro passo de uma jornada promissora tanto para uma continuidade deste projeto quanto para a fortuna acadêmica. Para dar continuidade e profundidade à investigação aqui iniciada, recomendam-se os seguintes desdobramentos:

- a) Desenvolvimento do Protótipo Funcional: o passo mais lógico é a implementação de um protótipo jogável da fase do laboratório, utilizando uma *game engine* acessível como a *Godot Engine*, conforme sugerido no GDD. Isso permitiria a transição do plano conceitual para um artefato interativo;
- b) Realização de Testes Empíricos com Usuários: com o protótipo funcional, sugere-se a condução de um estudo de caso com uma amostra do público-alvo (alunos de ensino acadêmico ou dos primeiros períodos de engenharia). Uma abordagem de métodos mistos seria ideal, combinando observação qualitativa (protocolos de "pensar alto" para entender o raciocínio do jogador) com avaliações quantitativas (pré e pós-testes sobre os conceitos abordados para medir o ganho de aprendizagem em comparação a um grupo de controle);
- c) Aplicação de Instrumento de Avaliação Formal: para validar o potencial pedagógico do jogo de forma mais robusta, recomenda-se a aplicação de um instrumento de avaliação já validado pela comunidade acadêmica, como o PAJDE (Programa de Avaliação de Jogos Digitais Educacionais). Tal análise permitiria classificar o "BECA LAND" dentro de uma métrica estabelecida e compará-lo com outros jogos educativos;
- d) Iteração e Ampliação do Design: com base nos dados coletados nos testes, o GDD deve ser revisado e expandido. Novas fases podem ser projetadas para abordar conceitos mais complexos (como transistores, portas lógicas e circuitos integrados), introduzindo novas mecânicas de jogo que mantenham o equilíbrio entre desafio e competência, o estado de *Flow* essencial para a aprendizagem engajada.

Em suma, este trabalho buscou demonstrar que o caminho para revitalizar o ensino acadêmico passa pela coragem de adotar novas linguagens. "BECA LAND" é mais do que uma proposta de jogo, é um argumento em favor de uma pedagogia que respeita a inteligência e a cultura da Geração Digital, utilizando a estrutura lógica e a capacidade motivacional dos jogos para transformar o complexo incompreensível e o abstrato em uma experiência palpável e empolgante.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. C. S. de; SIMAS FILHO, E. F. de. Experiência interdisciplinar no ensino de engenharia mecatrônica. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA-COBENGE**, 36., 2008, São Paulo. **Anais[...]**. São Paulo: ABENGE, 2008. Disponível em: <https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/5/artigos/145.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2026.

BACICH, L.; HOLANDA, L. (org.). **Steam em sala de aula**: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica. Porto Alegre: Penso, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016. Disponível em: <https://madmunifacs.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/08/anc3allise-de-contec3bado-laurence-bardin.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 12 jun. 2025.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow**: the psychology of optimal experience. New York: Harper & Row, 1990. Disponível em: <https://files.blogs.baruch.cuny.edu/wp-content/blogs.dir/2418/files/2013/04/Mihaly-Csikszentmihalyi-Flow.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2026.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, jul. 2013. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/41629>. Acesso em: 14 jan. 2026.

FORBECK, R. **Tutorial Godot do Zero 2025**. 21 abr. 2025. 1 vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/@RafaelForbeck>. Acesso em: 8 maio 2025.

GEE, J. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave Macmillan, 2004. Disponível em: <https://blog.ufes.br/kyriafinardi/files/2017/10/What-Video-Games-Have-to-Teach-us-About-Learning-and-Literacy-2003.-ilovepdf-compressed.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2026.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/mauriciofacanha/ensino-superior/redacao-cientifica/livros/gil-a.-c.-como-elaborar-projetos-de-pesquisa.-sao-paulo-atlas-2002./view>. Acesso em: 14 jan. 2026.

HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. MDA: a formal approach to game design and game research. In: **AAAI WORKSHOP ON CHALLENGES IN GAME AI**, 2004, San Jose. **Proceedings [...]**. Palo Alto: AAAI Press, 2004. Disponível em: <https://users.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2026.

KALINARM. **Linkito**. [Jogo eletrônico]. Paris: Playdigious Originals; Kimeria Games, 2024. Disponível em: <https://store.steampowered.com/app/2312770/Linkito/>. Acesso em: 2 out.

2025.

LEMOS, P. B.; JUCÁ, S. C. S.; SILVA, S. A. da; SILVA, J. F. da. Impactos da pandemia de Covid-19 para o ensino de engenharias: desafios e perspectivas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 18, n. 37, p. 267-285, 2021. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2021B/impactos.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2026.

MINAYO, M. C. S. (org.). **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 13. ed. São Paulo: Hucitec, 2013.

MORAIS, D. de S.; SOUZA, F. das C. S.; COSTA, A. M. F. da. A relação teoria e prática: investigando as compreensões de professores que atuam na educação profissional. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 1, n. 12, p. 112-126, 2017. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/5720>. Acesso em: 14 jan. 2026.

NASCIMENTO, M. L. R. **Ilustração de design Beca Land**. 2025. 1. ilustração.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/2317-1219rf.v12i12.2971>. Acesso em: 10 jan. 2026.

PIAGET, J. **O juízo moral na criança**. São Paulo: Summus, 1994. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/665117212/Jean-PIAGET-O-Juizo-Moral-Na-Crianca>. Acesso em: 10 jan. 2026.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. das G. C. **Docência no ensino superior**. Coleção Docência em formação, v. 1. São Paulo: Cortez, 2002.

PRADO, J. L.; QUINTELA, M. D.; MARIANO, R. S. Uma análise sobre STEM e engenharia: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 21, n. 7, p. 01-27, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/5330>. Acesso em: 14 jan. 2026.

PRENSKY, M. **Digital game-based learning**. New York: McGraw-Hill, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/950566.95059>. Acesso em: 14 jan. 2026.

RAMOS, D. K.; ROCHA, N. L. A contribuição dos jogos digitais na aprendizagem e no desenvolvimento do raciocínio lógico. **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 13, n. 3, p. 99-113, 2016. Disponível em: <https://univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/1296>. Acesso em: 02 jan. 2026.

RIECHI, S. de F.; MUNHOZ, T. (org.). **Neuroludens: intervenção neuropsicológica baseada em jogos**. Curitiba: Editora UFPR, 2024.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Rules of play: game design fundamentals**. Cambridge: MIT Press, 2003. Disponível em: <https://gamifique.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/11/1-rules-of-play-game-design-fundamentals.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2026.

SANTOS, R. dos. **Avaliação de jogos digitais educacionais**: uma proposta de modelo. 2018. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SWELLER, J.; VAN MERRIENBOER, J. J. G.; PAAS, F. G. W. C. Cognitive architecture and instructional design. **Educational Psychology Review**, v. 10, n. 3, p. 251-296, 1998. Disponível em: <https://docdrop.org/static/drop-pdf/SwellerMerrienboerPaas1998-93QJw.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2026.

UNESCO. **Education for sustainable development goals**: learning objectives. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2017. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>. Acesso em: 14 jan. 2026.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991. Disponível em: https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/pro-reitoria/graduacao-assuntos-acad/forum/X_Forum/LIVRO.VYGOTSKY.FORMACAO.MENTE.pdf. Acesso em: 14 jan. 2026.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs report 2023**. Cologny/Genebra, 2023. Disponível em: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>. Acesso em: 2 maio 2025.

APÊNDICE A

DOCUMENTO AUTORAL

BECA LAND

Game Design Document

Versão: 1.0

Autor: Pedro Henrique Rodrigues do Nascimento.

Cajazeiras, maio de 2026.

ÍNDICE

1.	História	3
2.	Gameplay	4
3.	Personagens	5
4.	Controles	6
5.	Câmera	7
6.	Universo do Jogo	8
7.	Inimigos	9
8.	Interface	10
9.	Cutscenes	11
10.	Cronograma	12

1. HISTÓRIA

Descrição detalhada da história (começo, meio e fim):

A história poderia envolver um personagem (o “CZ” - robô ajudante do instituto (estou colocando instituto para ser genérico)) que precisa ajudar um estudante a recuperar as páginas de seu livro para que ele possa aprender e aplicar conceitos de eletrônica, eletricidade e mecânica para superar desafios em um mundo ou resolver um problema específico.

- **Começo:** apresentação do personagem e do problema/desafio inicial que introduz a necessidade de aprender sobre as áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).
- **Meio:** jornada de aprendizado através de diferentes fases/mundos, cada um focado em conceitos específicos (eletricidade, eletrônica, mecânica). O personagem coleta conhecimento e ferramentas.
- **Fim:** Aplicação final do conhecimento adquirido para resolver o grande desafio ou

alcançar um objetivo maior, demonstrando o domínio dos conceitos aprendidos.

Descrição do ambiente onde o jogo acontece:

- Pode ser um laboratório futurista, uma cidade com problemas tecnológicos para resolver, ou mundos fantásticos onde as leis da física e da engenharia são a chave para progredir. O nome "BECA LAND" sugere um mundo próprio.

Principais personagens envolvidos na história:

- **Protagonista CZ:** Um robô ajudante que atua como jogador principal, você irá controlá-lo.
- Alguns professores atuaram como guias direcionadores das disciplinas, sendo cada um deles correspondente à mecânica, elétrica e eletrônica.

2. GAMEPLAY

Descrição da mecânica do jogo.

Jogo educacional de plataforma 2D. O jogador controlará um personagem que se move por cenários, superando obstáculos e resolvendo quebra-cabeças.

Quais são os desafios encontrados pelo jogador e quais os métodos usados para superá-los?

- Os desafios são quebra-cabeças e obstáculos que exigem a aplicação de conceitos básicos de eletrônica, eletricidade e mecânica.
- Métodos para superá-los envolvem aprender o conceito (talvez através de mini-explicações interativas ou dicas do mentor) e aplicá-lo corretamente (ex: conectar um circuito, escolher a ferramenta certa, entender o funcionamento de uma engrenagem).

Como o jogador avança no jogo e como os desafios ficam mais difíceis?

- As respectivas fases serão guiadas pelo próprio jogador, e com isso ele irá buscar ultrapassar os desafios propostos.
- O jogador avança completando fases ou "ilhas" temáticas, cada uma focada em uma área (elétrica, eletrônica, mecânica) ou em conceitos específicos dentro delas.
- Os desafios se tornam progressivamente mais difíceis, introduzindo conceitos mais complexos ou exigindo a combinação de conhecimentos já adquiridos.

Como o gameplay está relacionado com a história? O jogador deve resolver quebra-cabeças para avançar na história?

- Sim, o gameplay está diretamente conectado com a história. A proposta do jogo é que o

jogador avance no enredo ao resolver desafios e quebra-cabeças que representam situações técnicas relacionadas aos conteúdos de eletrônica, elétrica e mecânica. Cada obstáculo no jogo não é apenas um desafio por si só, mas carrega um significado dentro da narrativa: a personagem principal precisa solucionar problemas técnicos (como religar um sistema, entender o funcionamento de um circuito ou ajustar um mecanismo) para continuar sua jornada.

- Essa relação entre história e jogabilidade é importante porque torna a experiência mais imersiva e educativa ao mesmo tempo. O jogador não apenas “joga” para vencer fases, mas participa ativamente da construção do conhecimento, já que precisa aplicar conceitos aprendidos ao longo do caminho para desbloquear novas partes da narrativa. Em outras palavras: **a história anda na medida em que o jogador aprende e aplica.**

Como funciona o sistema de recompensas? Pontos, dinheiro, experiência, itens colecionáveis, armas, poderes?

- O sistema de recompensas é construído com base em **itens colecionáveis, pontos de experiência e objetos simbólicos** relacionados ao conteúdo técnico do jogo. A cada quebra-cabeça resolvido ou tarefa concluída, o jogador recebe “**componentes eletrônicos virtuais**” (como resistores, capacitores, engrenagens ou fusíveis), que funcionam como tokens de avanço e podem ser usados para desbloquear novas áreas, dicas ou recursos dentro da narrativa.
- Além dos colecionáveis, o jogador acumula **pontos de conhecimento** (XP técnico), que não são apenas decorativos eles indicam progresso educacional, e em determinados marcos de XP, o jogador desbloqueia **conteúdo explicativo extra** ou **minigames com desafios aplicados**.

Quais são os benefícios que o jogador tem com cada um desses itens?

- **Itens colecionáveis** (ex: resistores, engrenagens, sensores):
→ São usados para “reparar” sistemas do ambiente do jogo (como abrir uma porta elétrica, religar um painel ou ativar um elevador). Também funcionam como **marcadores de avanço no conteúdo técnico**, sinalizando que o aluno-jogador compreendeu ou interagiu com determinado conceito.
- **Pontos de conhecimento (XP)**:
→ Funcionam como feedback de progresso. A cada nova pontuação atingida, o jogador pode acessar **novos níveis, desafios bônus** ou **dicas técnicas contextualizadas**.
- **Moedas simbólicas ou circuitos especiais**:

→ Alguns desafios liberam “moedas técnicas”, que podem ser trocadas por **ajudas (hints)** ou por **elementos decorativos** do jogo (estética do laboratório, trajes do personagem etc.), reforçando o senso de autonomia e personalização.

Qual é a condição de vitória?

- A condição de vitória principal é completar todas as fases, demonstrando a compreensão e aplicação dos conceitos de eletrônica, eletricidade e mecânica ensinados. Pode estar atrelada à resolução do problema central da história.

Qual é a condição de derrota?

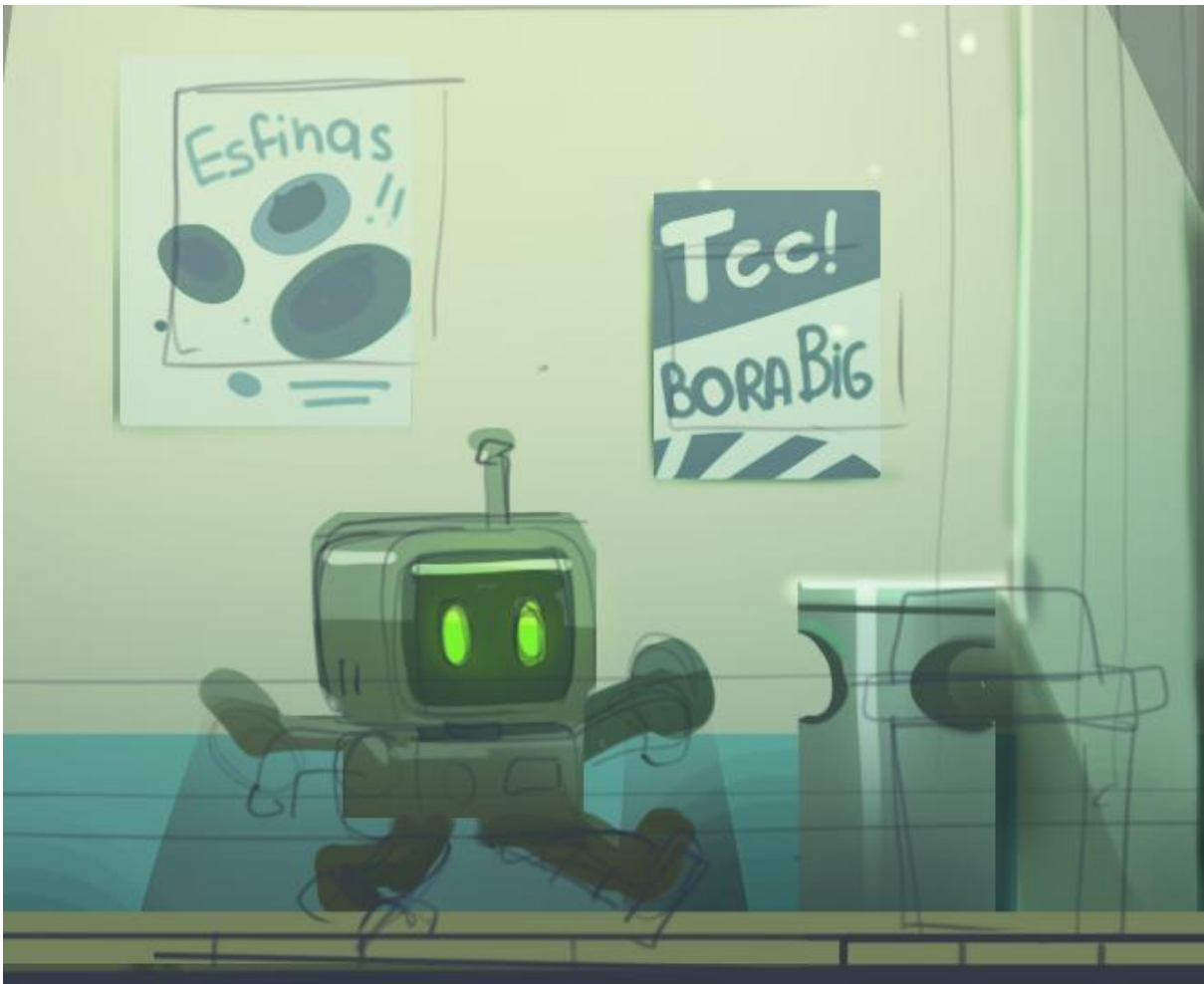
O jogo é pensado para ser **desafiador, mas não punitivo demais**, considerando o público-alvo (ensino médio e início da graduação). Por isso, a condição de derrota está vinculada a dois elementos:

1. **Sistema de energia** (barra que diminui com erros ou tentativas incorretas):
→ Se a barra de energia chegar a zero, o jogador **não perde o jogo**, mas precisa **refazer o desafio** com algumas restrições (menos dicas, tempo reduzido, ou reinício da fase).
2. **Limite de tentativas** (ex: 3 erros consecutivos):
→ Após três erros seguidos, o personagem “trava o sistema” e precisa **buscar um novo componente** no cenário (como uma bateria reserva ou fusível) antes de tentar novamente.

3. PERSONAGENS

- **Descrição das características dos personagens principais:**
 - **Protagonista (CZ):**
 - Nome: CZ.
 - Idade: Não consegue estimar sua idade por ser um robô.
 - Tipo: Robô, ajudante pessoal, cuidadoso, atencioso, explorador.
- **História do passado dos personagens:**
 - *(A ser desenvolvido)*. Um robô foi criado para auxiliar os personagens do instituto, onde ele pode ensinar, direcionar e guiar os estudantes (direcionando para o jogador).
- **Personalidade dos personagens:**
 - Curioso(a), inteligente, persistente, com vontade de aprender e ajudar.

- **Habilidades características de cada personagem:**
 - Inicialmente, habilidades básicas de plataforma (pular, correr).
 - Ao longo do jogo, o personagem "aprende" e "adquire" habilidades que representam os conceitos de engenharia.
- **Ilustração visual dos personagens:**



- Estilo visual amigável e atraente para o público-alvo.
- **Ações que os personagens podem executar):**
 - Andar, correr, pular (essenciais para plataforma 2D).
 - Interagir com objetos/elementos dos quebra-cabeças.
 - *(Outras ações como pulo duplo, escalar, etc., podem ser adicionadas conforme a necessidade do level design).*
- **Métricas de gameplay do personagem principal:**
 - *(A ser definido, ex: velocidade de movimento, altura do pulo).*

4. Controles

- **Como o jogador controla o personagem principal?**
 - Teclado (setas direcionais para mover, barra de espaço para pular, outras teclas para interagir/usar habilidades).

5. CÂMERA

Como é a câmera do jogo? Como o jogador visualiza o jogo?

- Câmera de progressão lateral (side-scrolling), típica de jogos de plataforma 2D. A câmera acompanhará o personagem.

Ilustre visualmente como o jogo será visualizado:

- *(A ser criado: um mockup ou esboço da tela do jogo mostrando a perspectiva).*

6. UNIVERSO DO JOGO

Descrição e ilustração dos cenários do jogo:

- Fases temáticas representando os domínios da Eletrônica, Eletricidade e Mecânica.
- Exemplos:
 - **Sala da Eletricidade:** Cenários com postes de luz, usinas hidrelétricas (simplificadas), circuitos gigantesco que o jogador precisa atravessar e consertar.
 - **Sala da Eletrônica:** Laboratórios com componentes eletrônicos (resistores, capacitores, LEDs) em tamanho aumentado, cidades futuristas com sistemas eletrônicos.
 - **Sala da Mecânica:** Fábricas com engrenagens, alavancas, sistemas de roldanas que o jogador precisa operar ou montar.
- *(Ilustrações a serem desenvolvidas na etapa de arte).*

Como as fases do jogo estão conectadas?

Será uma progressão linear, ou um mapa central ("BECA LAND") de onde o jogador acessa as diferentes salas/fases.



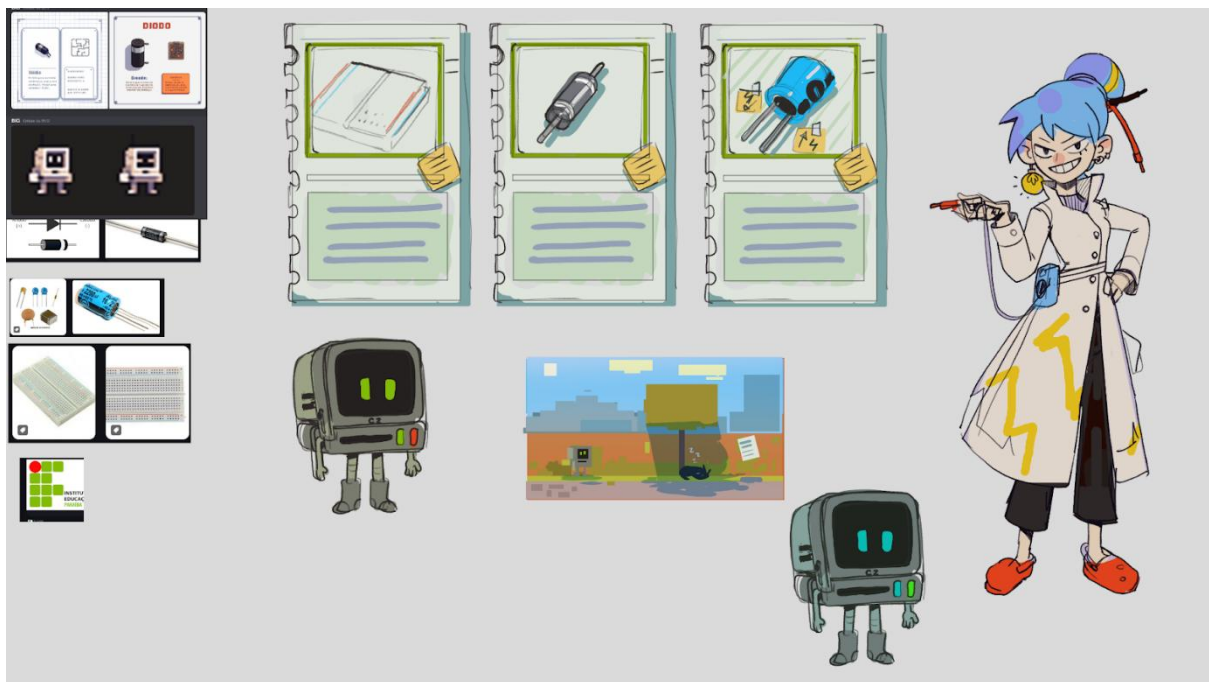
Qual é a estrutura do mundo?

- Mundo composto por diferentes ilhas/regiões, cada uma dedicada a um conjunto de conceitos.

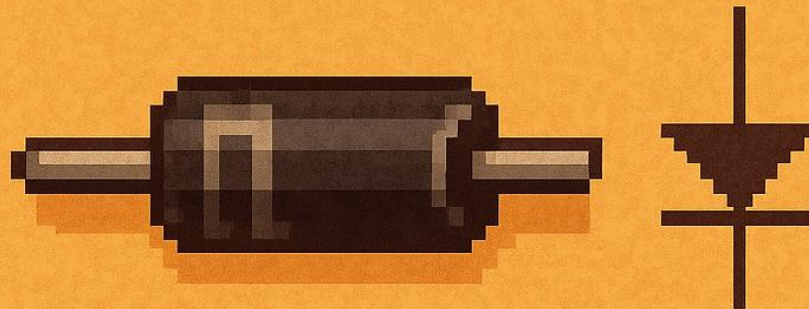
Qual é a emoção presente em cada ambiente?

- Curiosidade, descoberta, desafio, satisfação ao resolver problemas. Ambientes podem ser coloridos e convidativos, com elementos que instiguem a exploração.

Inclua ilustrações de todos os mapas e fases do jogo:



DIODO



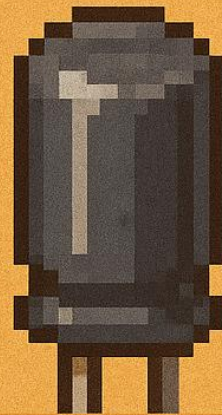
Diodo

Componente eletrônico que permite a passagem da corrente elétrica em apenas uma direção. Atua como uma válvula unidirecional.

Curiosidade

O LED (Diodo Emissor de Luz) é um tipo especial de diodo que, além de conduzir, emite luz quando a corrente flui!

CAPACITOR



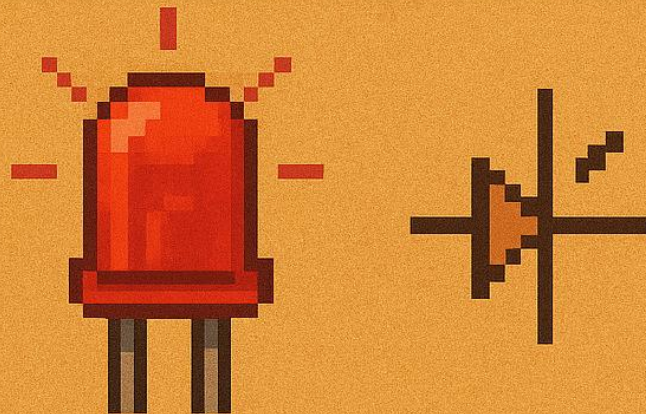
Capacitor:

Armazena energia elétrica temporariamente em um campo elétrico. Atua como uma pequena bateria ou filtro.

Curiosidade:

Capacitores podem ser usados para suavizar flutuações de energia ou até para piscar luzes, como em flashes de câmera!

LED

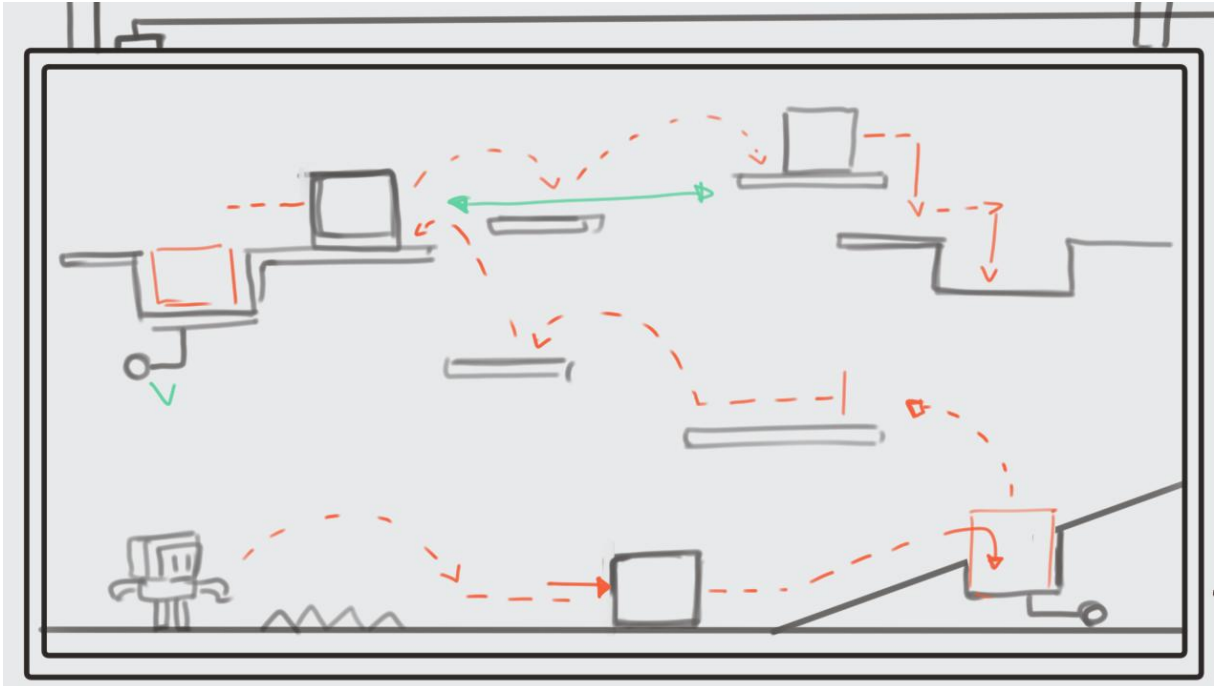


LED:

Um tipo de diodo que emite luz quando a corrente elétrica passa por ele. Muito eficiente e durável.

Curiosidade:

LEDs são usados em quase tudo hoje em dia, desde televisões e celulares até semáforos e iluminação de casas! Existem até LEDs que emitem luz invisível, como nos



7. INIMIGOS

- **Descrição e ilustração dos obstáculos:**
 - Exemplos: circuitos quebrados que precisam ser consertados, portas bloqueadas que exigem a montagem de um mecanismo simples, plataformas que só se movem se a fonte de energia correta for ativada.
 - *(Ilustrações a serem desenvolvidas).*
- **Em qual ambiente/fase cada obstáculo vai aparecer?**
 - Cada obstáculo estará contextualizado dentro da sua respectiva fase temática na cidade de Cajazeiras (elétrica, eletrônica, mecânica).
- **Como o jogador supera cada obstáculo?**
 - O jogador irá se movimentar diante do cenário tentando buscar formas de abrir portas e alterando os pilares para abrir portas (ainda em desenvolvimento).
- **O que o jogador ganha ao derrotar cada obstáculo?**
 - Progressão na fase, pontos, talvez um novo item/habilidade virtual, ou um fragmento de conhecimento que contribui para o aprendizado geral.
- **Qual é o comportamento e as habilidades de cada obstáculo?**
 - Podem ser empurrados (elementos de componentes) e alguns, por sua vez, são sólidos, capazes de barrar o jogador ou ele pular por cima

8. INTERFACE

Design e ilustração do HUD (head-up display):

- *(A ser desenvolvido)*. Elementos possíveis:
 - Contador de pontos.
 - Indicador de "tentativas" (se houver).
 - Mini-mapa ou indicador de objetivo (opcional).

Posicionamento dos elementos do HUD:

- Intuitivo e não obstrutivo, geralmente nos cantos da tela.

Design e ilustração das interfaces do jogo:

- *(A ser desenvolvido)*.
 - **Tela Inicial:** Com o logo do jogo, opções de "Iniciar Jogo", "Opções", "Créditos", "Sair".
 - **Menu de Opções:** Controles de volume (música, efeitos), idioma (se aplicável), etc.
 - **Telas de Aprendizado/Dicas:** Podem surgir antes de um desafio, explicando brevemente o conceito necessário.
 - **Tela de Loading:** Com dicas sobre os temas enquanto espera.



9. CUTSCENES

- **Descrição dos filmes que serão incluídos no jogo:**

- Vinhetas.
- **Descrição dos roteiros:**
 - *(A ser desenvolvido).*
- **Qual método será usado para a criação dos filmes?**
 - Animação 2D (utilizando a própria Godot Engine ou software externo), ou sequências de imagens com texto.
- **Em quais momentos eles serão exibidos?**
 - Início do jogo.
 - Transição entre fases/mundos.
 - Antes de desafios importantes ou para introduzir novos conceitos.
 - Final do jogo.

10. CRONOGRAMA

Tarefa/Semana	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Progresso
Fase 1: Ideação e Pesquisa Inicial							
Definição do Tema e Problema	X X						Concluído
Brainstorming de Ideias para o Jogo	XXX						Concluído
Pesquisa Preliminar (Jogos Educ., STEM)	X X X X	X					Concluído
Esboço Inicial da Mecânica do Jogo	X	X X					Planejado
Fase 2: Esboço do Projeto e GDD							
Desenvolvimento do GDD (seções iniciais)		X	X X				Em Planejamento
Pesquisa Bibliográfica (TCC)		XX	X X X X				Em Planejamento
Fase 3: Estruturação da Proposta TCC							
Definição de Objetivos (Geral/Espec.)			X	X X			Planejado
Elaboração da Justificativa (TCC)			X	X X	X X X		Planejado
Esboço da Metodologia (TCC)			X	X X	X X X		Planejado
Fase 4: Finalização e Apresentação							
Escrita da Proposta do TCC				X X	X X X X	X	Planejado
Revisão da Proposta com Orientador			X	X X		X X	Planejado
Preparação da Apresentação (Ideia TCC)						X X	Planejado
Apresentação da Ideia do TCC						X	Planejado