



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
Doutorado em Ciência da Computação Associação
UFMA/UFPI

Allan Kássio Beckman Soares da Cruz

**Geração de documentos de design de jogos
educacionais a partir de templates orientados ao
Pensamento Computacional**

Orientador: Prof. Dr. Carlos de Salles Soares Neto
Co-orientador: Prof. Dr. Mário Antônio Meireles Teixeira

São Luís - MA
Outubro, 2025

Allan Kássio Beckman Soares da Cruz

**Geração de documentos de design de jogos
educacionais a partir de templates orientados ao
Pensamento Computacional**

TESE DE DOUTORADO

Tese apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Doutor em Ci-
ência da Computação ao Doutorado em
Ciência da Computação, Associação UF-
MA/UFPI.

Orientador: Prof. Dr. Carlos de Salles Soares Neto
Co-orientador: Prof. Dr. Mário Antônio Meireles Teixeira

São Luís - MA
Outubro, 2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Cruz, Allan Kássio Beckman Soares da.

Geração de documentos de design de jogos educacionais a partir de templates orientados ao Pensamento Computacional / Allan Kássio Beckman Soares da Cruz. - 2025.
241 f.

Coorientador(a) 1: Mário Antônio Meireles Teixeira.

Orientador(a): Carlos de Salles Soares Neto.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação Doutorado em Ciência da Computação - Associação UFMA/UFPI, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025.

1. Pensamento Computacional. 2. Game Design Document. 3. Jogos Educacionais. 4. Template. 5. Gdd2pc. I. Soares Neto, Carlos de Salles. II. Teixeira, Mário Antônio Meireles. III. Título.

Allan Kássio Beckman Soares da Cruz

Geração de documentos de design de jogos educacionais a partir de templates orientados ao Pensamento Computacional

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação ao Doutorado em Ciência da Computação, Associação UFMA/UFPI.

Prof. Dr. Carlos de Salles Soares Neto

Orientador

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Mário Antônio Meireles Teixeira

Co-orientador

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho

Examinador Externo

Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Sérgio Colcher

Examinador Externo

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago Bonini Borchardt

Examinador Interno

Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Darlan Bruno Pontes Quintanilha

Examinador Interno

Universidade Federal do Maranhão

Certificamos que esta é a versão original e final da Tese de Doutorado que foi julgada adequada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciência da Computação.

Prof. Dr. Carlos de Salles Soares Neto

Orientador

Prof. Dr. Anselmo Cardoso de Paiva

Coordenador

São Luís - MA, 15 de Outubro de 2025

À minha esposa e minhas filhas.

Agradecimentos

A Pamela, minha esposa e companheira de todas as horas, por toda a paciência, apoio e colaboração enquanto desenvolvia sua própria pesquisa de doutorado.

A minha filha Ada que entendeu durante o processo a importância de sempre continuar estudando e renovou minhas forças sempre que eu cansava.

A minha filha Liz que havia acabado de nascer e estava internada enquanto eu escrevia o projeto para a seleção do doutorado do lado de fora da UTI e me mostrou os verdadeiros caminhos da força e da luta.

Ao meu orientador Professor Dr. Carlos Salles pela orientação, pelos insights e pela compreensão e paciência infinita no desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu co-orientador Professor Dr. Mário Teixeira por todo apoio durante o desenvolvimento do trabalho.

À UFMA e UFPI, pela criação e pela ótima gestão do programa, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Aos meus pais Marco e Lúcia e avó materna Maria do Carmo, pela educação, atenção e carinho de todas as horas.

Em memória do meu avô materno Babu, avós paternos Gilberto e Daria e do meu primo Alex.

Aos meus irmãos Ricardo, Deborah e Renan que sempre me apoiaram independentemente da decisão tomada.

As minhas tias Violeta, Elza, Telma, Márcia, Vera e Marcia; e tios Antônio, Kleber, Paulo, Silvio, Jorge e Marcio;

As minhas primas Danielle, Thayane, Mila, Maitê, Marina, Juliana e Manuela; e primos Lucas, Luan, Jones e Matheus;

A Saulo e Luana, irmãos da minha esposa, que sempre nos deram todo apoio.

A todos os demais familiares que não citarei nominalmente para não cometer a injustiça de esquecer alguém.

Ao meu amigo e colega de doutorado, Antônio Carlos, vulgo Carlinhos, por todo apoio antes e durante o doutorado, pela nossa amizade.

Às minhas professoras da graduação Maria Auxiliadora, Rosario Girardi e Simara Rocha, pelas importantes lições e contribuições, sem elas eu não estaria aqui.

Aos meus professores da graduação ACO, Aristófanes, Braga, Caracas,

Francisco, Ivo e Luciano.

Ao professor Anselmo Paiva, o qual deixei por último de propósito, pois ele foi minha grande inspiração para seguir carreira acadêmica.

Aos meus colegas da UFMA e UFPI.

Aos professores membros da banca examinadora.

A todos os professores e funcionários do DCCMAPI pelos ensinamentos e pela colaboração.

A todos que de uma forma ou de outra me estimularam ou me ajudaram.

"Estou em encantador estado de confusão."

(Ada Lovelace)

Resumo

Esta tese investiga como apoiar a autoria de jogos educacionais orientados ao Pensamento Computacional, articulando objetivos pedagógicos, mecânicas de jogo e avaliabilidade. Propõe-se o modelo GDD2PC, que explicita a correlação entre pilares do Pensamento Computacional (abstração, pensamento algorítmico, decomposição e reconhecimento de padrões) e famílias de mecânicas, e deriva-se um template operacional de *Game Design Document* voltado à prática docente, inclusive em formato enxuto do tipo *one-page*. Ambos foram materializados no artefato Hefesto Game Lab, concebido para reduzir esforço de autoria, padronizar a qualidade dos documentos e preservar flexibilidade para diferentes contextos educacionais. O percurso metodológico seguiu *Design Science Research*: levantamento de requisitos, construção do modelo e do template, implementação do artefato e avaliação com usuários potenciais. A avaliação de aceitação baseou-se no TAM, complementado por alinhamento pedagógico e aplicabilidade. Os resultados indicam utilidade percebida média de aproximadamente 4,0, facilidade de uso em torno de 4,1 e intenção de uso de 3,8 em escala Likert de 1 a 5, além de alta confiabilidade do instrumento (alfa de Cronbach elevado). As evidências sugerem que o arranjo reduz ambiguidades na autoria, acelera iterações e fortalece o alinhamento entre pilares do Pensamento Computacional e decisões de design, contribuindo para uma prática mais eficiente e replicável.

Palavras-chave: Pensamento Computacional; *Game Design Document*; Jogos educacionais; Template; TAM; *Design Science Research*; Hefesto Game Lab; GDD2PC.

Abstract

This thesis investigates how to support the authoring of educational games oriented to Computational Thinking by tightly linking pedagogical objectives, game mechanics, and assessability. It proposes the GDD2PC model, which makes explicit the correlation between Computational Thinking pillars (abstraction, algorithmic thinking, decomposition, and pattern recognition) and families of mechanics, and derives an operational Game Design Document template tailored to teaching practice, including a concise one-page format. Both were instantiated in the Hefesto Game Lab tool, designed to reduce authoring effort, standardize document quality, and preserve flexibility across educational contexts. The research followed a Design Science Research process: requirements elicitation, model and template construction, tool implementation, and user-oriented evaluation. Technology acceptance was assessed with the TAM, complemented by pedagogical alignment and applicability. Results show mean perceived usefulness around 4.0, perceived ease of use near 4.1, and behavioral intention at 3.8 on a 1–5 Likert scale, with high instrument reliability (high Cronbach's alpha). Evidence indicates that the approach reduces authoring ambiguity, speeds up iteration cycles, and strengthens alignment between Computational Thinking pillars and design decisions, contributing to a more efficient and replicable teaching practice.

Keywords: Computational Thinking; Game Design Document; Educational games; Template; TAM; Design Science Research; Hefesto Game Lab; GDD2PC.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Modelo de <i>One Page</i> GDD.	70
Figura 2 – Exemplo de um <i>One Page</i> GDD.	71
Figura 3 – Exemplo de um <i>One Page</i> GDD.	71
Figura 4 – Modelo de <i>Ten Page</i> GDD da Unity.	72
Figura 5 – Modelo de <i>Ten Page</i> GDD do livro <i>Level Up!</i>	73
Figura 6 – Criança programando com Scratch.	92
Figura 7 – Atividade em tabuleiro de papelão para ensino de computação des- plugada.	93
Figura 8 – Atividade em papel para ensino de computação desplugada.	93
Figura 9 – <i>Framework</i> para <i>Design Science</i>	100
Figura 10 – Exemplo de uso do GDD2PC.	127
Figura 11 – Gráfico de custo/benefício por GDD: relação entre custo estimado por documento e pontuação na rubrica.	143
Figura 12 – Arquitetura geral do artefato	145
Figura 13 – Tela inicial do artefato	145
Figura 14 – Tela de espera para geração do GDD	146
Figura 15 – Tela com GDD gerado	146
Figura 16 – Tela com Código gerado a partir do GDD	147
Figura 17 – Tela com Artefato desplugado gerado a partir do GDD	148
Figura 18 – Qual seu nível de experiência com desenvolvimento de jogos?	149
Figura 19 – Qual seu nível de formação acadêmica?	150
Figura 20 – Quantos anos de experiência com desenvolvimento de jogos?	150
Figura 21 – Você faz parte de um estúdio de desenvolvimento?	151
Figura 22 – Você possui algum jogo publicado? (Sendo somente seu OU como parte de uma equipe de desenvolvimento)?	151
Figura 23 – Como você se classificaria dentro de uma equipe de desenvolvimento de jogos?	152
Figura 24 – Você tem experiência com jogos educacionais ou sérios?	152
Figura 25 – O GDD gerado fornece informações suficientes para iniciar e orientar o desenvolvimento de um jogo?	153
Figura 26 – O jogo proposto no GDD explora bem o pilar de pensamento compu- tacional selecionado?	154
Figura 27 – O jogo proposto no GDD explora bem o pilar de pensamento compu- tacional selecionado?	154
Figura 28 – A mecânica de jogo apresentada é adequada para representar ou ensinar o pilar escolhido?	154

Figura 29 – Você percebe uma relação clara entre os desafios/jogabilidade e o pilar computacional abordado?	155
Figura 30 – A mecânica proposta no GDD reforça o desenvolvimento do pensamento computacional no jogador?	155
Figura 31 – A proposta de jogo descrita no GDD tem coerência interna (tema, narrativa, mecânica)?	156
Figura 32 – O GDD é útil como ferramenta de comunicação entre designer e desenvolvedor?	156
Figura 33 – O GDD incentiva a criatividade na hora de imaginar ou expandir o jogo?	157
Figura 34 – O código JavaScript fornecido serve como uma base útil para iniciar a construção de um protótipo jogável?	157
Figura 35 – O artefato desplugado é compreensível e pode ser utilizado como atividade educativa independente?	158
Figura 36 – O uso da ferramenta facilita o processo de design de jogos com fins educacionais?	158
Figura 37 – A utilização do GDD gerado pela ferramenta reduz o tempo necessário para iniciar o desenvolvimento do jogo?	159
Figura 38 – A estrutura e o conteúdo do GDD são claros, bem organizados e fáceis de entender, mesmo sem explicações adicionais?	160
Figura 39 – O GDD apresenta uma estrutura organizada e fácil de seguir?	160
Figura 40 – As seções do GDD (objetivos, mecânica, narrativa, etc.) estão bem definidas?	161
Figura 41 – A linguagem utilizada no GDD é adequada ao público-alvo (professores, <i>devs</i> , designers)?	161
Figura 42 – O GDD gerado ajuda a manter o foco nos objetivos pedagógicos ou mecânicos durante o desenvolvimento do jogo?	162
Figura 43 – É fácil localizar informações específicas (como objetivos, mecânica ou narrativa) dentro do GDD?	162
Figura 44 – A organização das seções no GDD facilita sua leitura e uso?	163
Figura 45 – O GDD pode ser compreendido por diferentes perfis da equipe (<i>devs</i> , designers, educadores) sem dificuldade?	163
Figura 46 – O código gerado é suficientemente comentado ou estruturado para que eu entenda sua lógica com facilidade?	164
Figura 47 – É fácil modificar ou expandir o código gerado para adaptar o jogo?	164
Figura 48 – A organização do código (variáveis, funções, estrutura) facilita a reutilização ou prototipagem?	164
Figura 49 – As instruções do artefato são claras e fáceis de seguir por professores ou alunos?	165

Figura 50 – O artefato é intuitivo o suficiente para ser aplicado com mínima orientação técnica?	165
Figura 51 – O artefato permite uma aplicação direta em sala de aula, sem necessidade de adaptações complexas?	166
Figura 52 – Você acredita que o GDD gerado é útil o suficiente para ser reutilizado em outros projetos ou contextos educacionais?	167
Figura 53 – Você utilizaria o GDD gerado pela ferramenta como base para iniciar o desenvolvimento de um novo jogo?	167
Figura 54 – Você considera adotar o GDD gerado pela ferramenta como um modelo de referência para projetos futuros?	168
Figura 55 – Você gostaria de utilizar uma ferramenta como essa em projetos futuros?	168
Figura 56 – Você recomendaria o uso da ferramenta para colegas desenvolvedores ou designers de jogos?	169
Figura 57 – Você vê valor em incluir a ferramenta no seu fluxo de trabalho para prototipagem de jogos?	169
Figura 58 – Você utilizaria novamente a ferramenta caso precisasse gerar um novo GDD ou artefato educacional?	170
Figura 59 – Você prefere utilizar uma ferramenta como essa em vez de começar o design de um jogo educacional do zero?	170
Figura 60 – Você considera a ferramenta uma aliada útil para projetos colaborativos de design e desenvolvimento de jogos?	171
Figura 61 – Você tem intenção de acompanhar atualizações e melhorias futuras da ferramenta?	171
Figura 62 – Você utilizaria a ferramenta como ponto de partida mesmo para jogos que não tenham foco educacional?	172
Figura 63 – Você acredita que a ferramenta pode fazer parte do seu repertório de ferramentas para design de jogos?	172
Figura 64 – Você se vê utilizando a ferramenta em contextos educacionais, como cursos, oficinas, game jams ou projetos com alunos?	173
Figura 65 – Você pretende utilizar ou adaptar o código JavaScript gerado como base para futuros protótipos de jogos?	173
Figura 66 – Você usaria o artefato desplugado gerado pela ferramenta em atividades educativas presenciais ou remotas?	174
Figura 67 – Jogo criado por participante via código gerado a partir do GDD	183

Lista de tabelas

Tabela 1 – Distribuição de estudos do primeiro mapeamento por base de dados	27
Tabela 2 – Correlação de Tipos de GDDs e Elementos do Pensamento Computacional	32
Tabela 3 – Distribuição de estudos do segundo mapeamento por base de dados	34
Tabela 4 – Correlação de Estilos de Jogos e Elementos do Pensamento Computacional	37
Tabela 5 – Distribuição de estudos do segundo mapeamento por base de dados	40
Tabela 6 – Resumo dos artigos quanto ao tipo de <i>template</i> e uso de IA	45
Tabela 7 – Distribuição de estudos do segundo mapeamento por base de dados	47
Tabela 8 – Resumo dos trabalhos quanto à criação automática de GDD e outras automações de game design	52
Tabela 9 – Comparação entre GDD e documentos técnicos tradicionais de software	75
Tabela 10 – Comparativo de tipos de GDD para contextos educacionais e ensino de PC	128
Tabela 11 – Desempenho comparativo dos tipos de GDD frente às técnicas de avaliação empregadas (Escala 1–5)	130
Tabela 12 – Perfis dos Especialistas que realizaram a primeira avaliação	131
Tabela 13 – Resultados da avaliação do GDD2PC por checklist/rubrica (Escala 1–5)	132
Tabela 14 – Principais Estilos de Jogos	133
Tabela 15 – Resumo de Estilos de Jogo × Pensamento Computacional	136
Tabela 16 – Templates por Estilo de Jogo × Pensamento Computacional	138
Tabela 17 – Comparativo síntese entre modelos (USD por 1M <i>tokens</i>). Custos reais; métricas de qualidade/latência simuladas.	142
Tabela 18 – Comparação entre este trabalho e estudos relacionados	186
Tabela 19 – Produções científicas em relação a esta pesquisa	193
Tabela 20 – Produções científicas em contextos interdisciplinares a esta pesquisa	194

Lista de abreviaturas e siglas

4DF	<i>Four-Dimensional Framework</i>
AAA	<i>Triple-A (jogos de alto orçamento e grande escala de produção)</i>
ACM	<i>Association for Computing Machinery</i>
ADDIE	<i>Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation</i>
ADR	<i>Action Design Research</i>
AFD	<i>Autômato Finito Determinístico</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
Alg.	<i>Algoritmos</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
AR	<i>Augmented Reality</i>
Abs.	<i>Abstração</i>
BD	<i>Banco de Dados</i>
BE	<i>Backend</i>
BEP	<i>Building Execution Plan</i>
BI	<i>Behavioral Intention to Use (Intenção de Uso)</i>
BNCC	<i>Base Nacional Comum Curricular</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
BERT	<i>Bidirectional Encoder Representations from Transformers</i>
CEGE	<i>Context, Experience, Gameplay, Evaluation</i>
CI/CD	<i>Continuous Integration / Continuous Deployment</i>
CIAM	<i>Collaborative Interactive Activity Model</i>
CIAN	<i>Collaborative Interactive Activity Notation</i>
CIAT	<i>Collaborative Interactive Activity Template</i>

CIEB	<i>Centro de Inovação para a Educação Brasileira</i>
CNL	<i>Controlled Natural Language</i>
CSV	<i>Comma-Separated Values</i>
CSS	<i>Cascading Style Sheets</i>
Ctx	<i>Context Window</i>
DDE	<i>Design, Dynamics, Experience</i>
Dec.	<i>Decomposição</i>
DocGenie	<i>Document Generator (framework)</i>
DPE	<i>Design, Play, Experience</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
DUA	<i>Desenho Universal para a Aprendizagem</i>
EGL	<i>Epsilon Generation Language</i>
EGDD	<i>Educational Game Design Document</i>
EGX	<i>Epsilon Generation eXtension</i>
EVL	<i>Epsilon Validation Language</i>
FAQ	<i>Frequently Asked Questions</i>
FID	<i>First Input Delay</i>
Fundeb	<i>Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação</i>
GD	<i>Game Design</i>
GDD	<i>Game Design Document</i>
GDD2PC	<i>Game Design Document to Computational Thinking</i>
GDDs	<i>Game Design Documents (plural)</i>
GP	<i>Game Producer</i>
GSN	<i>Goal Structuring Notation</i>
GT	<i>Grupo de Trabalho</i>

HCI	<i>Human-Computer Interaction</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IA	<i>Inteligência Artificial</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
JS	<i>JavaScript</i>
Kanban	<i>(Sistema visual de gestão de tarefas)</i>
LLM	<i>Large Language Model</i>
LM-GM	<i>Learning Mechanics – Game Mechanics</i>
LMS	<i>Learning Management System</i>
LayoutLMv3	<i>Layout Language Model version 3</i>
LUDES-GD	<i>Ludic Design for Educational Systems – Game Design</i>
MATH	<i>Model of Adoption of Technology in Households</i>
MDA	<i>Mechanics, Dynamics, Aesthetics</i>
MEC	<i>Ministério da Educação</i>
MEEGA+	<i>Model for the Evaluation of Educational Games Plus</i>
ML	<i>Machine Learning</i>
MLLM	<i>Multimodal Large Language Model</i>
NPC	<i>Non-Playable Character</i>
P50	<i>Percentile 50 (mediana estatística)</i>
PC	<i>Pensamento Computacional</i>
PCG	<i>Procedural Content Generation</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PEOU	<i>Perceived Ease of Use (Facilidade de Uso Percebida)</i>

PICOC	<i>Population, Intervention, Context, Outcome, Comparison</i>
PLN	<i>Processamento de Linguagem Natural</i>
PoC	<i>Proof of Concept</i>
POO	<i>Programação Orientada a Objetos</i>
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations</i>
PU	<i>Perceived Usefulness (Utilidade Percebida)</i>
QA	<i>Quality Assurance</i>
RAG	<i>Retrieval-Augmented Generation</i>
RGDD	<i>Rapid Game Design Document</i>
Rec.	<i>Reconhecimento de Padrões</i>
RNF	<i>Requisitos Não Funcionais</i>
RPG	<i>Role-Playing Game</i>
S4P	<i>Science4Pandemics</i>
SAD	<i>Software Architecture Document</i>
SAM	<i>Self-Assessment Manikin</i>
SBGames	<i>Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital</i>
SBIE	<i>Simpósio Brasileiro de Informática na Educação</i>
Scrum	<i>(Framework ágil de gestão de projetos)</i>
SG	<i>Serious Games</i>
SGDD	<i>Short Game Design Document</i>
SGs	<i>Serious Games (plural)</i>
SI	<i>Sistemas de Informação</i>
Simva	<i>Plataforma analítica integrada ao uAdventure</i>
SRS	<i>Software Requirements Specification</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>

STEM	<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>
TAM2	<i>Technology Acceptance Model 2</i>
TAM3	<i>Technology Acceptance Model 3</i>
TRA	<i>Theory of Reasoned Action</i>
TTI	<i>Text-To-Image</i>
TWIX	<i>Templatized Wrapper for Inference and Extraction</i>
UI	<i>User Interface</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UNDIME	<i>União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação</i>
UTAUT2	<i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2</i>
UX	<i>User Experience</i>
uAdventure	<i>Ferramenta de autoria de jogos com suporte analítico</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	22
1.1	Objetivo Geral	23
1.2	Objetivos Específicos	23
1.3	Organização do Trabalho	24
2	TRABALHOS RELACIONADOS	25
2.1	Uso de GDD em Jogos para o Ensino de Pensamento Computacional	26
2.2	Correlação entre Estilos de Jogos e Linhas do Pensamento Computacional	33
2.3	Criação Automatizada de Documentos através de <i>Templates</i>	40
2.4	Criação Automatizada de GDDs	46
2.5	Considerações Finais	55
3	DESENVOLVIMENTO DE JOGOS	57
3.1	Metodologias de Desenvolvimento	57
3.1.1	Adaptações de Modelos Tradicionais de Software	57
3.1.2	Metodologias Ágeis no Desenvolvimento de Jogos	59
3.1.3	<i>Frameworks</i> Específicos para Game Design	60
3.1.4	Prototipagem Rápida e Design Iterativo	62
3.1.5	Abordagens para Jogos Sérios e Educacionais	63
3.2	Indústria de Desenvolvimento de Jogos	65
3.2.1	Estúdios Triplo A	65
3.2.2	Desenvolvimento <i>Indie</i>	67
3.3	<i>Game Design Document</i>	69
3.3.1	Tipos de GDD	70
3.3.2	Diferença para outros tipos de documentação de software	74
3.4	Considerações Finais	76
4	JOGOS SÉRIOS PARA PENSAMENTO COMPUTACIONAL	77
4.1	Jogos Sérios	77
4.1.1	Classificações e Domínios de Aplicação	78
4.1.2	Desafios de Design e Avaliação	79
4.1.3	Jogos Sérios na Educação Básica	81
4.2	Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	83
4.2.1	Mundo Digital	84

4.2.2	Cultura Digital	85
4.2.3	Pensamento Computacional	86
4.3	Ensino Plugado x Ensino Desplugado	92
4.4	Considerações Finais	94
5	MATERIAIS E MÉTODOS	96
5.1	<i>Design Science Research</i>	96
5.1.1	Definição	96
5.1.2	Artefato	98
5.1.3	Prática	99
5.1.4	<i>Framework para Design Science</i>	100
5.2	Engenharia de Documentos	102
5.2.1	Geração de documentos baseada em <i>templates</i>	103
5.2.2	Geração de documentos baseada em dados	104
5.3	Métodos de Avaliação de GDD	105
5.3.1	Avaliação do GDD por Produção Baseada Apenas no Documento	107
5.3.2	Avaliação da conformidade dos requisitos documentados	108
5.3.3	Avaliação dos requisitos não funcionais (com base no GDD)	109
5.3.4	Avaliação do GDD por especialistas	110
5.3.5	Análise de <i>feedback</i> de usuários ou especialistas sobre o GDD	110
5.4	Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)	112
5.4.1	Descrição do Modelo	113
5.4.2	Extensões do Modelo TAM	114
5.4.3	Constructos Centrais	115
5.4.4	Aplicações do TAM	116
5.4.5	Aplicação com Escala Likert	118
5.4.6	Limitações do Modelo TAM	120
5.5	Considerações Finais	122
6	RESULTADOS	124
6.1	Visão Geral dos Experimentos e Etapas	124
6.2	Construção do Modelo Inicial de GDD	124
6.2.1	Avaliação do Modelo por Especialistas	129
6.3	Definição dos Estilos de jogo de Jogo afins ao Pensamento Computacional	133
6.3.1	Correlação entre Estilo de jogo e Pilares do Pensamento Computacional	135
6.3.2	Definição dos <i>Templates</i> por Estilo de Jogo	137
6.4	Desenvolvimento do Artefato	139
6.4.1	Seleção da LLM	140
6.4.2	Implementação do Artefato	143

6.5	Avaliação do Artefato com Usuários	148
6.5.1	Perfil dos participantes	149
6.5.2	Utilidade Percebida (<i>Perceived Usefulness</i> – PU)	152
6.5.3	Facilidade de Uso Percebida (<i>Perceived Ease of Use</i> – PEOU)	159
6.5.4	Intenção de Uso (<i>Behavioral Intention to Use</i> – BI)	166
6.6	Análise de respostas abertas no questionário	174
6.6.1	Sugestões de melhorias para tornar o GDD mais útil	175
6.6.2	Sugestões de melhoria para o código e/ou artefato desplugado	177
6.6.3	Indicação de outros estilos para os pilares do pensamento computacional	179
6.6.4	Sugestão de melhoria para a integração entre o pilar computacional e o design do jogo?	180
6.6.5	Comentários gerais, críticas ou elogios	182
6.7	Comparação com Trabalhos Relacionados	184
6.8	Discussão Final dos Resultados	188
7	CONCLUSÃO	191
7.1	Contribuições	191
7.2	Trabalhos Futuros	192
7.3	Repositório do Hefesto Game Lab	193
7.4	Produções Científicas	193
	REFERÊNCIAS	195

1 Introdução

O ensino de Pensamento Computacional (PC) consolidou-se como uma competência para a formação acadêmica e profissional, estendendo-se da educação básica ao ensino superior e à capacitação continuada (HUNSAKER, 2020; NOURI et al., 2020; CURASMA; CURASMA, 2020). Nesse cenário, jogos educacionais se apresentam como estratégia promissora para engajamento e avaliação de habilidades, mas seu desenvolvimento demanda a articulação de objetivos pedagógicos, estilos e mecânicas de jogo, narrativa, fluxos de interação e critérios de avaliação (VANBECELAERE et al., 2020; SCHULDT; NIEGEMANN, 2021; TORI; TORI; NUNES, 2022). O *Game Design Document* (GDD) é um ponto de partida que organiza esses elementos (RÊGO; PORTELA; OLIVEIRA, 2020; COLBY; COLBY, 2019; Unity Technologies, 2020), porém a sua elaboração costuma ser demorada, heterogênea e, muitas vezes, pouco alinhada a construtos pedagógicos específicos como os pilares do PC (abstração, pensamento algorítmico, decomposição e reconhecimento de padrões) (CRUZ et al., 2023a; MORENO, 2024; HOOSHYAR et al., 2021).

Observa-se, na prática docente, a presença de dois gargalos recorrentes, que entende-se como o *gap* a ser explorado por este trabalho. O primeiro é a ausência de modelos de GDD realmente orientados ao PC, capazes de guiar o professor na seleção de estilos de jogos coerentes com objetivos de aprendizagem (CRUZ et al., 2023a). O segundo é a falta de ferramentas que reduzam o esforço de autoria e padronizem a qualidade do documento produzido, preservando ao mesmo tempo a flexibilidade necessária ao contexto de sala de aula (CRUZ; LIMA, 2014; CRUZ, 2016; DAMASCENO et al., 2014). Ao mesmo tempo, cresce o interesse em abordagens baseadas em *templates* e, mais recentemente, em técnicas de apoio por IA generativa, que prometem acelerar a produção de artefatos instrucionais sem abrir mão de critérios de qualidade e avaliabilidade (ALWAZAE, 2015; PINTO-SANTOS et al., 2021; Unity Technologies, 2020; NETO; SOARES; SOUZA, 2010; SAARINEN, 2024; LINKINEN, 2024; MASTROCOLA, 2025; MANDVIKAR, 2023; HUTSON; FULCHER; RATICAN, 2024).

Esta tese propõe uma resposta integrada a essas lacunas por meio de um modelo de GDD orientado ao PC (GDD2PC) que explicita a correlação entre pilares do PC e famílias de estilos de jogo, desdobrando tal correlação em *templates* operacionais e reutilizáveis. O modelo é materializado no artefato Hefesto Game Lab, uma ferramenta que apoia a autoria docente na geração de GDDs educacionais (em especial versões concisas do tipo *one-page*), bem como na produção de artefatos complementares quando pertinente. Ao organizar a tomada de decisão pedagógica em passos guiados

e padronizados, o Hefesto busca reduzir ambiguidades, acelerar iterações de design e facilitar a avaliação formativa.

A investigação segue a abordagem de *Design Science Research* (DSR), cobrindo da identificação do problema e levantamento de requisitos à construção e avaliação do artefato. A avaliação de aceitação do Hefesto Game Lab adota o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), considerando utilidade percebida, facilidade de uso percebida e intenção de uso, complementados por construtos pedagógicos (alinhamento e aplicabilidade/reutilização). O instrumento de coleta utiliza itens em escala Likert e é analisado quanto à confiabilidade e tendências de aceitação, oferecendo evidências empíricas sobre a viabilidade do modelo e do *template* proposto.

Em resumo, a contribuição desta tese é tripla: (i) um modelo de GDD fundamentado na relação sistemática entre pilares do PC e estilos de jogo; (ii) um *template* operacional que transforma tal relação em passos de autoria claros e avaliáveis; e (iii) um artefato de software avaliado com usuários potenciais e especialistas, com análise de aceitação e de alinhamento pedagógico. Espera-se, com isso, reduzir a distância entre a teoria de PC e a prática de design de jogos educacionais, oferecendo uma base replicável para novas experiências e pesquisas.

1.1 Objetivo Geral

Propor um modelo para geração de *Game Design Documents* educacionais orientados ao Pensamento Computacional, com apoio à autoria docente, redução do esforço e da heterogeneidade do processo de design.

1.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, faz-se necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- mapear e formalizar a correlação entre pilares do PC e famílias de estilos de jogo, consolidando um modelo de GDD orientado ao PC;
- derivar um *template* operacional de GDD a partir desse modelo, com seções e critérios explícitos de alinhamento pedagógico e avaliabilidade;
- projetar e implementar um artefato que materialize o *template* e apoie a autoria docente;
- elaborar e validar um instrumento de avaliação utilizando o modelo TAM para aceitação de novas tecnologias;

- conduzir estudos com usuários potenciais e especialistas para mensurar utilidade percebida, facilidade de uso, intenção de uso e alinhamento pedagógico do artefato;
- analisar a confiabilidade do instrumento e sintetizar evidências sobre a aceitação e a viabilidade do modelo e do artefato;
- discutir implicações práticas para adoção em contextos educacionais e delinear oportunidades de evolução do *template* e da ferramenta.

1.3 Organização do Trabalho

Os demais capítulos deste trabalho foram organizados em:

- O Capítulo 2 apresenta um mapeamento e síntese dos trabalhos relacionados a GDDs, jogos educacionais e abordagens de automação e *templates*.
- O Capítulo 3 discute fundamentos de desenvolvimento de jogos e de documentação de design, com ênfase em variações de GDD e seus usos educacionais.
- O Capítulo 4 aborda jogos sérios para pensamento computacional, destacando práticas de ensino, exemplos e desafios de avaliação.
- O Capítulo 5 descreve os materiais e métodos adotados, incluindo *Design Science Research*, Engenharia de Documentos, métodos de avaliação de GDD e o modelo TAM para o delineamento da avaliação.
- O Capítulo 6 apresenta o desenvolvimento do modelo de GDD e do artefato, além de discutir os resultados empíricos obtidos com o instrumento de avaliação e com o uso do artefato.
- Finalmente, o Capítulo 7 apresenta as considerações finais e sugestões de trabalhos futuros.

2 Trabalhos Relacionados

Este capítulo tem como objetivo apresentar e discutir os estudos relacionados ao desenvolvimento de jogos educacionais, principalmente através do uso de *Game Design Documents* (GDDs) com foco no ensino de pensamento computacional, além de estudos relacionados ao uso de *templates* para a geração automática de documentos. Para garantir uma revisão ampla, transparente e reproduzível da literatura existente, foi conduzido um mapeamento sistemático de literatura. Esse tipo de investigação permite identificar, classificar e analisar pesquisas relevantes sobre um determinado tema, estabelecendo uma visão geral do estado da arte e das lacunas existentes.

A metodologia adotada baseou-se na definição de uma estratégia de busca estruturada, composta por palavras-chave combinadas por operadores booleanos. As expressões foram construídas com base na formulação de critérios de inclusão e exclusão, alinhando os termos a cinco dimensões principais comumente utilizadas em revisões sistemáticas, baseada na metodologia PICOC (*Population, Intervention, Context, Outcome, Comparison*) (AMIR-BEGHADAMI; JANATI, 2020), possibilitou a delimitação de um escopo preciso para a busca.

A estratégia de busca usada neste trabalho para mapeamento sistemático é guiada pela estrutura PICOC, que auxilia na formulação de perguntas de pesquisa e definição de critérios de busca em revisões ou mapeamentos sistemáticos. O acrônimo PICOC refere-se a cinco elementos: *Population* (população ou grupo de interesse), *Intervention* (intervenção ou tecnologia analisada), *Context* (contexto em que a intervenção é aplicada), *Outcome* (resultados esperados) e *Comparison* (comparações entre métodos, quando aplicável). No entanto, em mapeamentos sistemáticos de escopo exploratório, como o realizado nesta pesquisa, nem todos os componentes precisam ser utilizados com o mesmo peso (SCHIAVENATO; CHU, 2021; NISHIKAWA-PACHER, 2022).

É comum que os elementos *Comparison* e *Outcome* sejam omitidos ou tratados de forma mais ampla (RAO et al., 2017; NIXON et al., 2014), especialmente quando o objetivo é identificar tendências e categorizações gerais, e não avaliar a eficácia comparativa entre abordagens (SIVAKUMAR et al., 2025). Da mesma forma, o *Context* pode ser flexibilizado para abarcar uma maior diversidade de cenários de aplicação (SCHIAVENATO; CHU, 2021), especialmente em áreas interdisciplinares como o uso de jogos digitais no ensino de pensamento computacional. Essa adaptação contribui para tornar a busca mais abrangente e sensível, evitando a exclusão prematura de estudos relevantes (NISHIKAWA-PACHER, 2022; KAZI et al., 2021). A formulação das

strings, portanto, priorizou os termos relacionados à população-alvo (por exemplo, jogos e pensamento computacional) e à intervenção (por exemplo, uso ou ausência de documentos de design), resultando em uma combinação balanceada entre especificidade e cobertura.

As construções das strings de busca consideraram termos em português e em inglês, como sinônimos, relacionados ao escopo do mapeamento. Todas as buscas foram realizadas em bases de dados acadêmicas, incluindo o *Google Scholar*, *ACM Digital Library*, *Scopus* e *Springer Link*. Os resultados iniciais passaram por um processo de triagem por leitura de título, resumo e, quando necessário, texto completo. Os estudos selecionados foram então analisados com base na questão de pesquisa específica para cada mapeamento.

Vale destacar que a abordagem metodológica adotada neste trabalho seguiu uma lógica *top-down*, em que primeiramente foi delimitado o escopo geral da pesquisa, com base nos objetivos centrais do estudo. A partir dessa definição, foram estabelecidos os mapeamentos específicos a serem conduzidos, de modo a garantir a cobertura sistemática dos diferentes aspectos investigativos relacionados ao uso de GDDs e ao ensino de pensamento computacional.

2.1 Uso de GDD em Jogos para o Ensino de Pensamento Computacional

Para identificar estudos que utilizam documentos de design de jogos (GDDs) no contexto do ensino de pensamento computacional, foi realizada uma busca estruturada com base na metodologia de mapeamento sistemático. A *string* de busca foi elaborada a partir dos elementos principais definidos no modelo PICOC, priorizando os componentes *Population* (pensamento computacional), *Intervention* (uso de GDD) e *Context* (jogos educacionais). A *string* de busca final utilizada foi a seguinte:

("computational thinking"OR "pensamento computacional") AND ("documento de design de jogo"OR "game design document"OR "game design framework"OR "modelo de design de jogo")

A busca foi executada em quatro bases de dados: *Google Scholar*, *ACM Digital Library*, *Scopus* e *Springer Link*. A Tabela 1 apresenta o número de artigos identificados em cada base.

Os estudos recuperados foram submetidos a três rodadas de avaliação. A primeira consistiu em uma triagem por data de publicação, considerando apenas trabalhos publicados a partir de 2021. Na segunda etapa, foram selecionados apenas

Tabela 1 – Distribuição de estudos do primeiro mapeamento por base de dados

Fonte	Estudos Identificados
Google Scholar	175
ACM Digital Library	20
Scopus	1
Springer Link	8

os estudos que apresentavam menções explícitas aos termos "GDD", "*game design document*" ou "documento de design de jogo" no título, nas palavras-chave ou no resumo. Por fim, na terceira etapa, foram incluídos apenas os artigos que demonstravam a aplicação efetiva do GDD como parte do processo de criação ou análise de um jogo com foco no ensino de pensamento computacional. Ao final do processo, 18 artigos foram classificados como relevantes para a presente análise, conforme apresentados a seguir e listados em correlação entre o uso de GDD e elementos de pensamento computacional na Tabela 2 ao fim da seção.

O trabalho de [Pérez-Colado et al. \(2021\)](#) apresenta uma abordagem de ensino baseada na criação de jogos sérios com suporte a análises de aprendizagem, utilizando um ambiente de autoria e ferramentas analíticas integradas. Os estudantes elaboraram *Game Design Documents* estruturados contendo narrativa, objetivos educacionais e puzzles, com foco em habilidades de pensamento computacional como abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos. Os jogos desenvolvidos incluíam recursos narrativos e baseados em localização, usando a ferramenta *uAdventure* conectada à plataforma analítica *Simva*. O objetivo do curso foi capacitar os alunos a projetar jogos educacionais com suporte analítico desde o início do desenvolvimento, permitindo a coleta e interpretação de dados. Os resultados mostraram que os alunos conseguiram construir jogos funcionais com análises integradas, identificar pontos críticos do design e refinar seus projetos com base nos dados coletados dos testes com colegas.

[Suandique, Beça e Aresta \(2021\)](#) apresentam o desenvolvimento e adaptação da ferramenta *Gamers4Nature Toolkit to Game Design*, que inclui cartas de elementos de jogo, conteúdo temático ambiental e um documento rápido de design (RGDD), com o objetivo de apoiar jovens adultos na criação de jogos digitais voltados à conscientização sobre a poluição marinha por plástico. A abordagem utiliza elementos do pensamento computacional vinculados à programação visual com *Scratch*, promovendo o aprendizado por meio do construcionismo. As oficinas foram aplicadas com estudantes do primeiro ano do ensino superior em Moçambique, divididos em grupos com e sem o uso da ferramenta. O estudo buscou validar a eficácia da metodologia quanto ao desenvolvimento dos jogos e ao impacto na percepção ambiental dos participantes, por meio de observações, análise dos jogos criados e coleta de dados qualitativos sobre o

envolvimento com a temática ambiental.

[Honda et al. \(2022a\)](#) descreve o desenvolvimento de uma sequência didática voltada ao ensino de teoria dos grafos por meio de um jogo educacional, utilizando como base um *Educational Game Design Document* (EGDD). O jogo incorpora explicitamente os quatro pilares do pensamento computacional: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo, aplicados ao contexto de entregas em uma cidade com base em rotas de custo mínimo. O objetivo foi criar um conjunto de mecânicas lúdicas que facilitassem a aprendizagem de conceitos complexos da computação por estudantes de graduação. A avaliação envolveu docentes e discentes da área, sendo utilizada para verificar a aplicabilidade dos conteúdos e a identificação de melhorias no protótipo, com resultados apontando para a viabilidade do jogo como ferramenta complementar de ensino, apesar de dificuldades na implementação inicial.

Em outro trabalho, [Honda et al. \(2023\)](#) apresentam o processo de desenvolvimento do jogo educacional *Automigos*, baseado em um EGDD estruturado que integra elementos pedagógicos, mecânicos e de interface. O jogo foi concebido para facilitar o ensino de Autômatos Finitos Determinísticos (AFD) em cursos superiores de computação, utilizando uma narrativa espacial e desafios interativos que exigem a construção de autômatos. São trabalhados os quatro pilares do pensamento computacional incorporados nas mecânicas de jogo e nos objetivos de fase. Foram criados três protótipos em diferentes níveis de fidelidade, com avaliações realizadas por estudantes universitários por meio do instrumento MEEGA+, que mediu aspectos como estética, acessibilidade e percepção de aprendizagem. Os resultados apontaram boa aceitação geral, com ressalvas relacionadas à compreensão das regras e complexidade do conteúdo.

Além disso, anteriormente, [Honda et al. \(2022b\)](#) desenvolvem um jogo educacional voltado ao ensino médio e a iniciantes em cursos de computação, estruturado com base em um EGDD adaptado. O jogo foi projetado para exercitar implicitamente os quatro pilares do pensamento computacional — decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo — por meio da mecânica de entregas de pizza em uma cidade, utilizando conceitos de teoria dos grafos como caminho mínimo e alocação de recursos. O objetivo do projeto foi integrar conteúdos matemáticos com práticas computacionais em uma proposta lúdica aplicada a dispositivos móveis. Os testes com protótipo de média fidelidade foram realizados com 23 participantes utilizando instrumentos como emoti-SAM, SUS e MEEGA+, e os resultados indicaram a necessidade de ajustes em regras, clareza dos objetivos e feedback ao jogador, o que levou à implementação de um novo protótipo na *game engine Unity*.

[Malpartida e Rodrigues \(2023\)](#) apresentam o design de um jogo digital sério baseado na abordagem SemTh, com uso de GDD estruturado, voltado para o de-

envolvimento de habilidades cognitivas associadas ao pensamento computacional em crianças com Transtorno do Espectro Autista. O jogo utiliza os quatro pilares do pensamento computacional — decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e algoritmos — aplicados em atividades da vida cotidiana, como higiene e organização da rotina. O objetivo é permitir que profissionais da saúde e educação configurem o jogo de forma personalizada, utilizando a plataforma RUFUS, de modo a adaptá-lo às necessidades de cada criança. O resultado é a criação de uma mecânica generalizável para outros jogos, além de um protótipo em fase de validação com especialistas, com perspectiva de implementação e estudos futuros de efetividade.

Syamsuddin (2022) descreve o desenvolvimento de um jogo digital voltado ao ensino de pensamento algorítmico como ferramenta para melhorar a capacidade de resolução de problemas de estudantes. O projeto utilizou um GDD estruturado contendo elementos como mecânicas de jogo, fases e fluxos de interação baseados em instruções. O jogo é do tipo *sokoban* em 3D, com controle indireto do personagem por meio de comandos programáveis. Os elementos de pensamento computacional abordados incluem principalmente pensamento algorítmico e abstração. O objetivo do estudo foi criar um jogo que canalizasse o interesse de jogadores por videogames para fins educacionais, promovendo o raciocínio sequencial e a antecipação de ações. O resultado foi a construção de um jogo funcional com testes internos das mecânicas, embora sem aplicação empírica com estudantes para medir o impacto real no aprendizado.

Macena et al. (2022) desenvolveram o jogo *Hello Food* com base em um EGDD personalizado, estruturado para abranger jogabilidade, cognição e avaliação de aprendizagem. O jogo aborda explicitamente os quatro pilares do pensamento computacional: decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e algoritmos, incorporados em tarefas realizadas em um restaurante virtual. O objetivo do jogo é apoiar estudantes iniciantes, especialmente do ensino técnico, na aprendizagem de estruturas de programação como condicionais, laços de repetição e vetores por meio de simulações baseadas em receitas. Os resultados foram obtidos por meio da aplicação de testes com 15 participantes utilizando os modelos SAM e MEEGA+, indicando compreensão parcial dos conteúdos e apontando a necessidade de melhorias no design instrucional e na mecânica do jogo.

Henriques e Mandoju (2021) apresentam o desenvolvimento do jogo digital "Léo e Maya" com base na metodologia LUDES-GD, que estrutura o processo em etapas compatíveis com *Game Design Documents* formais, incluindo definição de narrativa, mecânicas, estética e avaliação. O jogo foi concebido para desenvolver os quatro pilares do pensamento computacional por meio de missões ambientadas em uma casa interativa. O objetivo foi criar uma ferramenta de apoio ao ensino de computação

para crianças e adolescentes a partir dos 10 anos, utilizando atividades inspiradas na rotina doméstica. Os resultados foram obtidos com testes com 27 estudantes do ensino fundamental, com aplicação de questionário adaptado do modelo MEEGA+ e observação direta, revelando dados sobre usabilidade, estética e percepção de aprendizado.

[Moreno \(2024\)](#) propõe e documenta o desenvolvimento do jogo *Logic Think* com base em um GDD formal, estruturado em seções como narrativa, objetivos, regras, interações, estrutura técnica e roteiro das fases. O jogo foi criado com foco no ensino dos quatro pilares do pensamento computacional por meio de desafios progressivos relacionados à lógica e à resolução de problemas. O objetivo foi construir um recurso educacional voltado a estudantes do Ensino Fundamental II, contribuindo para o ensino de computação desde os anos finais da educação básica. O documento detalha todas as etapas do design, mas o artigo não apresenta dados de avaliação empírica com usuários ou aplicação prática do jogo.

Em seu trabalho, [Alves et al. \(2024a\)](#) descrevem o desenvolvimento do jogo “Avalanche Silábica” utilizando um EGDD estruturado, com foco na aprendizagem de encontros vocálicos por meio da aplicação dos quatro pilares do pensamento computacional. O objetivo é apoiar a alfabetização de alunos do Ensino Fundamental I integrando conteúdos de Língua Portuguesa com mecânicas de jogo. Os resultados foram obtidos por meio de testes de usabilidade com estudantes de cursos superiores que avaliaram dois protótipos, indicando boa aceitação, sugestão de melhorias e identificação de que o jogo contribui para o reforço do conteúdo e engajamento dos jogadores.

[Mangeli et al. \(2021\)](#) apresentam a metodologia LUDS-GD. O tipo de GDD utilizado varia conforme o projeto, incluindo versões de uma página e canvas como o Endo-GDC. A metodologia é composta por cinco etapas: concepção, projeto, produção, avaliação e empacotamento, com foco em práticas iterativas. Os elementos de pensamento computacional abordados nos jogos desenvolvidos incluem abstração, algoritmos e, em casos como o jogo Mapa do Tesouro, concorrência. Os objetivos são criar jogos que alcancem propósitos educacionais ou de conscientização, e os resultados são avaliados por meio de testes internos e externos com base em *frameworks* como o MDA e instrumentos como o MEEGA+.

[Dutra, Maschio e Gasparini \(2023\)](#) apresentam o desenvolvimento do jogo Pensar e Lavar, baseado em um *Game Design Document* (GDD) formal contendo enredo, regras, mecânicas, objetivos educacionais e estratégias de acessibilidade. O jogo trabalha os quatro pilares do pensamento computacional em atividades relacionadas à rotina de higiene pessoal. O objetivo foi criar um recurso educacional acessível e adaptado tanto para crianças neurotípicas quanto para aquelas com Transtorno do

Espectro Autista, com idades entre 8 e 10 anos. Os resultados foram obtidos por meio de sessões de jogo com alunos e entrevistas com professores e especialistas, indicando compreensão das atividades propostas, sugestões de refinamento da experiência interativa e propostas de ampliação para outros cenários do cotidiano.

Trindade, Nogueira e Ferreira (2023) apresentam o desenvolvimento de um jogo educacional mobile utilizando um GDD adaptado a partir de um modelo publicado, contendo definições gerais, características, metas de desenvolvimento e estrutura das fases. O jogo explora conceitos do pensamento computacional, especialmente raciocínio lógico, algoritmos e estruturas de repetição. O objetivo do projeto foi criar uma aplicação que introduzisse esses conceitos de forma lúdica, por meio de desafios sequenciais nos quais o jogador monta e executa instruções em sequência lógica para atingir objetivos. O jogo foi implementado com 10 fases jogáveis, testado em diferentes dispositivos e compilado para *Android* e *Windows*.

Neto e Aranha (2023) apresentam uma análise qualitativa e quantitativa de 35 GDDs elaborados por alunos do ensino médio, com base em um modelo adaptado, utilizado como referência estrutural. Os elementos do pensamento computacional abordados nos documentos incluem raciocínio lógico, abstração e definição de regras e mecânicas, associados à criação de experiências lúdicas e interativas. O objetivo do estudo foi avaliar a viabilidade de introdução da escrita de GDDs no contexto escolar como forma de desenvolver habilidades de escrita e pensamento computacional. Os resultados indicaram desempenho variado entre os alunos, com destaque para a deficiência recorrente na descrição de aspectos relacionados ao áudio e à trilha sonora, e apontaram a necessidade de adaptação pedagógica para apoiar esse tipo de atividade em diferentes níveis escolares.

Neto e Odakura (2025) descrevem o desenvolvimento de um jogo digital educacional com base em um *Short Game Design Document* (SGDD), que organiza os elementos principais como enredo, mecânicas, som, arte e fluxo do jogo em um texto corrido estruturado. Os elementos de pensamento computacional abordados incluem estrutura condicional, laços de repetição, variáveis compostas homogêneas, lógica e resolução de problemas. O objetivo foi criar um jogo que auxilie no ensino de algoritmos e programação para estudantes de graduação, utilizando uma abordagem prática e visual com foco na linguagem Português. Os resultados da avaliação indicaram boa aceitação pelos estudantes quanto à motivação, usabilidade e contribuição do jogo para a aprendizagem, com sugestões de melhorias pontuais relacionadas à experiência de jogo.

Miguel et al. (2024) utilizam o EGDD, que detalha aspectos como narrativa, *gameplay* e mecânicas de aprendizagem. Os elementos de pensamento computacional integrados às mecânicas do jogo por meio de atividades como a criação de operações

matemáticas com pedras mágicas para derrotar inimigos. O objetivo do jogo é auxiliar estudantes do 6º ao 9º ano do ensino fundamental na aprendizagem das quatro operações básicas de matemática. Os resultados incluem a criação de um protótipo de média fidelidade validado por especialistas, documentação do processo e melhorias incrementais com base no *feedback* recebido.

Santos, Nascimento e Rique (2021) apresentam o jogo educacional ZeroUm, voltado ao ensino de números binários para crianças entre 4 e 10 anos. Utiliza um GDD formal, detalhado no apêndice, que define identidade, mecânica, arte, controles e público-alvo. O jogo aplica conceitos de pensamento computacional, especialmente pensamento algorítmico, resolução de problemas e raciocínio lógico, com base na conversão entre números decimais e binários. A metodologia combina técnicas de computação desplugada e tecnologias web. Os resultados incluem a implementação de desafios de múltipla escolha e uma interface interativa que mede o desempenho dos jogadores, oferecendo uma introdução ao raciocínio computacional para o público infantil.

Tabela 2 – Correlação de Tipos de GDDs e Elementos do Pensamento Computacional

Trabalho	Tipo de GDD	Alg.	Abs.	Dec.	Rec.
Pérez-Colado et al. (2021)	Baseado em Modelo	X	X	X	X
Suandique, Beça e Aresta (2021)	Framework Gamers4Nature Toolkit	X	X	X	X
Honda et al. (2022a)	EGDD	X	X	X	X
Honda et al. (2023)	EGDD	X	X	X	X
Honda et al. (2022b)	EGDD	X	X	X	X
Malpartida e Rodrigues (2023)	Baseado em Modelo	X	X	X	X
Syamsuddin (2022)	Baseado em Modelo	X			
Macena et al. (2022)	Baseado em Modelo	X	X	X	X
Henriques e Mandoju (2021)	Framework LUDES-GD	X	X	X	X
Moreno (2024)	Baseado em Modelo	X	X	X	X
Alves et al. (2024a)	EGDD	X	X	X	X
Mangeli et al. (2021)	Framework LUDES-GD	X	X		
Dutra, Maschio e Gasparini (2023)	EGDD	X	X	X	X

Trabalho	Tipo de GDD	Alg.	Abs.	Dec.	Rec.
Trindade, Nogueira e Ferreira (2023)	EGDD	X	X		
Neto e Aranha (2023)	Baseado em Modelo	X	X	X	X
Neto e Odakura (2025)	SGDD	X			
Miguel et al. (2024)	EGDD	X	X	X	X
Santos, Nascimento e Rique (2021)	Baseado em Modelo	X	X	X	X

Legenda: Alg. = Algoritmo, Abs. = Abstração, Dec. = Decomposição, Rec. = Reconhecimento de Padrões

A análise dos estudos revela que o uso de GDDs no ensino de pensamento computacional se mostra uma abordagem útil e eficaz, permitindo integrar objetivos pedagógicos, estilos e mecânicas de jogo e elementos técnicos em um documento estruturado que orienta todo o processo de desenvolvimento. Os trabalhos revisados demonstram que, independentemente do tipo de GDD adotado (modelo tradicional, EGDD, SGDD ou *frameworks* adaptados) há potencial para explorar de forma equilibrada os quatro pilares do PC, promovendo aprendizagem ativa e contextualizada. Entretanto, observa-se que nem todos os projetos aplicam avaliações empíricas robustas, o que reforça a necessidade de investigações que validem, em diferentes contextos educacionais, a efetividade dessas abordagens no desenvolvimento de habilidades cognitivas e computacionais.

2.2 Correlação entre Estilos de Jogos e Linhas do Pensamento Computacional

Para identificar estudos que utilizam de correlação ou mesmo aplicação de estilos e mecânicas de jogos e as linhas de pensamento computacional, foi realizada uma busca estruturada com base na metodologia de mapeamento sistemático. A *string* de busca foi elaborada a partir dos elementos principais definidos no modelo PICOC, priorizando os componentes *Population* (estudantes, professores, jogadores), *Intervention* (uso de mecânicas), *Outcome* (pensamento computacional, habilidades cognitivas) e *Context* (jogos educacionais, ensino, aprendizagem). A *string* de busca final utilizada foi a seguinte:

("Estudantes"OR "Students"OR "aprendizes"OR "computer science educators"OR "jogadores"OR "learners"OR "players"OR "professores de computação") AND ("Use of game mechanics"OR "Uso de mecânicas de jogos") AND ("cognitive skills"OR "computational thinking"OR "habilidades cognitivas"OR "pensamento computacional")

A busca foi executada em quatro bases de dados: *Google Scholar*, *ACM Digital Library*, *Scopus* e *Springer Link*. A Tabela 3 apresenta o número de artigos identificados em cada base.

Tabela 3 – Distribuição de estudos do segundo mapeamento por base de dados

Fonte	Estudos Identificados
Google Scholar	130
ACM Digital Library	13
Scopus	1
Springer Link	20

Os estudos recuperados foram submetidos a três rodadas de avaliação. A primeira consistiu em uma triagem por data de publicação, considerando apenas trabalhos publicados a partir de 2021. Na segunda etapa, foram selecionados apenas os estudos que apresentavam menções explícitas aos termos "mecânicas de jogos", "estilo de jogo" e/ou "pensamento computacional" no título, nas palavras-chave ou no resumo. Por fim, na terceira etapa, foram incluídos apenas os artigos que faziam em algum nível, mesmo que incipiente a correlação entre estilos de jogos e pensamento computacional, revisões de literatura também foram incluídas pois apresentaram essa correlação dentro do estado da arte apresentado por elas. Ao final do processo, 7 artigos foram classificados como relevantes para a presente análise, conforme apresentados a seguir e listados em correlação entre o uso de alguma mecânica ou estilo de jogo e elementos de pensamento computacional na Tabela 4 ao fim da seção.

O estudo de [Yang e Kopcha \(2025\)](#) mostrou que o jogo de tabuleiro *Lucky Codes* integrou de forma eficaz conceitos centrais do pensamento computacional ao design de suas mecânicas, promovendo engajamento e progressão estratégica entre crianças do ensino fundamental. O sequenciamento foi trabalhado ao montar tiles de código em ordem lógica para mover o personagem, enquanto a decomposição surgiu da limitação de tiles por turno, incentivando a divisão de metas em sub-objetivos menores. As condicionais, oferecidas como tiles "*if-then*" pré-prontos, permitiram que decisões estratégicas fossem aplicadas sem a complexidade da sintaxe, e os *loops* possibilitaram repetir ações de forma mais eficiente. Além disso, emergiu a noção de eficiência algorítmica, com aumento no número e na combinação de tiles por turno, refletindo um melhor planejamento e otimização das jogadas, embora em alguns momentos houvesse pequenas confusão nas escolhas feitas pelos jogadores.

O artigo de [Triantafyllou, Sapounidis e Farhaoui \(2024\)](#) apresenta uma revisão sistemática sobre a relação entre gamificação e pensamento computacional (PC) na educação básica, destacando como mecânicas e elementos de jogos (como pontos, medalhas, rankings, níveis, missões e narrativa) tem sido incorporados em aplicações e metodologias de ensino, especialmente em STEM, para estimular motivação, enga-

jamento e desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas. Ao mapear estudos e exemplos práticos (como CodeCombat, CodeMonkey, Radix Endeavor), os autores evidenciam que tais mecânicas se alinham aos pilares do PC: decomposição (quebrar problemas em partes menores durante desafios e missões), reconhecimento de padrões (identificar estruturas e repetições em puzzles e cenários), abstração (selecionar informações relevantes no contexto do jogo) e algoritmos (planejar e executar sequências de ações para cumprir objetivos). A revisão conclui que, quando bem projetada, a gamificação não apenas aumenta a participação dos alunos, mas também cria condições concretas para a prática dos processos cognitivos centrais do PC.

Já em [Lunding et al. \(2022\)](#), os autores apresentam o ExposAR, um sistema de realidade aumentada projetado para apoiar atividades educativas em exposições científicas, com foco em promover o pensamento computacional (PC) por meio de interação física e digital. Utilizando dispositivos móveis e marcadores AR, os usuários exploram conteúdos interativos que incorporam mecânicas de jogo como resolução de desafios, coleta de pistas e execução de instruções sequenciais. Essas mecânicas se alinham aos pilares do PC: decomposição (dividir o objetivo de completar a atividade em subtarefas, como encontrar e analisar marcadores específicos), reconhecimento de padrões (identificar símbolos, imagens ou dados recorrentes nos objetos expostos), abstração (selecionar as informações mais relevantes apresentadas na interface AR, ignorando detalhes irrelevantes) e algoritmos (seguir ou criar sequências de passos para resolver os desafios propostos). O estudo mostra que a integração de realidade aumentada com mecânicas lúdicas aumenta o engajamento e facilita a aprendizagem de conceitos complexos, conectando teoria e prática de forma intuitiva.

[Ali, Tajuddin e Bramantoro \(2024\)](#) realizam uma revisão sistemática para classificar mecânicas de jogos digitais, organizando-as em seis categorias principais — core, meta, *feedback*, social, narrativa e estética — e detalhando subcategorias para cada uma. Ele descreve como cada tipo de mecânica molda a experiência do jogador, desde ações fundamentais (como combate e resolução de puzzles) até elementos de progressão (níveis, árvores de habilidades), sistemas de retorno (pontuação, recompensas), interação social (*multiplayer*, *chat*), estrutura narrativa (missões, escolhas) e aspectos sensoriais (gráficos, áudio). Embora o texto não trate diretamente de pensamento computacional, várias dessas mecânicas se relacionam com seus pilares: decomposição (dividir problemas em etapas via puzzles ou progressão), reconhecimento de padrões (identificar estratégias em combates ou desafios), abstração (filtrar informações narrativas e visuais relevantes) e algoritmos (planejar sequências de ações em missões ou turnos). A análise reforça que um esquema de classificação padronizado pode apoiar tanto o design de jogos mais eficazes quanto aplicações educacionais que desenvolvam habilidades cognitivas associadas ao pensamento computacional.

O artigo de [Soboleva et al. \(2021\)](#) investiga como jogos de computador podem ser usados no ensino de matemática para desenvolver habilidades de pensamento computacional (PC), destacando que a integração entre conteúdos matemáticos e mecânicas de jogo aumenta a motivação e promove aprendizagem ativa. São apresentados exemplos de jogos que utilizam resolução de problemas passo a passo, desafios baseados em padrões, cenários que exigem abstração de informações irrelevantes e construção de sequências lógicas para alcançar objetivos. Essas mecânicas se alinham aos pilares do PC: decomposição (dividir problemas matemáticos complexos em etapas menores), reconhecimento de padrões (identificar regularidades numéricas ou geométricas), abstração (isolar variáveis ou informações essenciais para a solução) e algoritmos (planejar e executar sequências de operações para resolver o desafio). O estudo conclui que jogos bem desenhados para o ensino de matemática não apenas reforçam conceitos, mas também constroem competências cognitivas fundamentais para a solução de problemas.

Por sua vez, [Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou \(2024\)](#) exploram como atividades de Computação Desplugadas podem ser combinadas com gamificação para desenvolver e avaliar habilidades de pensamento computacional sem o uso direto de computadores. São propostas práticas que utilizam mecânicas como resolução de desafios físicos, simulação de algoritmos, uso de padrões binários e jogos de tabuleiro para trabalhar os pilares do PC: decomposição (quebrar problemas complexos em partes menores, como no “*Human Sorting Algorithm*”), reconhecimento de padrões (identificar estruturas recorrentes em números binários ou redes de ordenação), abstração (focar apenas nas informações relevantes para resolver um problema, como na representação de dados), e algoritmos (criar sequências lógicas de passos para atingir um objetivo). A gamificação, por meio de pontos, níveis, missões e recompensas, aumenta o engajamento e permite também avaliar progresso usando métricas como tempo, tentativas e colaboração. O estudo destaca que alinhar atividades desplugadas com a taxonomia de Bloom amplia o nível cognitivo alcançado, levando os estudantes de simples recordação de conceitos até a criação de soluções originais, tornando a aprendizagem mais motivadora e eficaz.

O trabalho de [Caruso, Cavalheiro e Aguiar \(2023\)](#) se apresenta como o mais similar ao objetivo deste mapeamento, pois realiza um estudo detalhado sobre a relação entre mecânicas de jogos sérios e as linhas do pensamento computacional, no entanto, adotando as seis dimensões propostas por [Junior, Cavalheiro e Foss \(2020\)](#) (abstração, decomposição, algoritmos, dados, automação e avaliação). Utilizando o *framework* LM-GM e análise semântica com BERT, os autores identificam correspondências entre 32 mecânicas e as linhas do PC, validando os resultados com especialistas. Como prova de conceito, exploram a decomposição, mapeando mecânicas como *Behavioral Momentum*, *Communal Discovery*, *Competition*, *Design-editing*, *Tile Based Movement*,

Role Playing, *Tile-Laying*, *Tokens as Cards/Random Elements* e *Virality*. O estudo destaca como cada mecânica pode desenvolver competências específicas do PC tanto na perspectiva do designer (planejamento e integração de elementos) quanto do jogador (uso e aplicação das estratégias), evidenciando que o mapeamento pode orientar o design de jogos educativos alinhados a habilidades computacionais.

Dos mesmos autores do trabalho anterior, mas agora focando apenas na linha de decomposição, [Caruso, Cavalheiro e Aguiar \(2025\)](#) descrevem o desenvolvimento e aplicação de um jogo educativo voltado para o ensino de lógica de programação e pensamento computacional no contexto escolar, integrando conteúdos curriculares a mecânicas lúdicas para aumentar engajamento e aprendizagem ativa. O design incorpora desafios progressivos que exigem decomposição (dividir problemas em etapas menores, como na construção de soluções passo a passo), reconhecimento de padrões (identificar estruturas recorrentes em códigos e comportamentos), abstração (isolar informações relevantes ignorando detalhes desnecessários) e algoritmos (criar sequências ordenadas de comandos para resolver tarefas). O estudo destaca que a aplicação prática do jogo em sala de aula gerou aumento significativo na motivação dos estudantes e na compreensão dos conceitos trabalhados, evidenciando que a combinação de mecânicas adequadas e objetivos pedagógicos claros potencializa a efetividade do ensino de PC.

Tabela 4 – Correlação de Estilos de Jogos e Elementos do Pensamento Computacional

Estilos de Jogos	Trabalhos	Alg.	Abs.	Dec.	Rec.
Movimentos em Tabuleiro	Yang e Kopcha (2025) , Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou (2024)	X		X	
Puzzles	Yang e Kopcha (2025) , Triantafyllou, Sapounidis e Farhaoui (2024) , Lunding et al. (2022) , Ali, Tajuddin e Bramantoro (2024) , Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou (2024) , Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023) , Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)	X	X	X	X
Desafio lógico	Yang e Kopcha (2025) , Lunding et al. (2022) , Soboleva et al. (2021) , Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou (2024) , Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)		X	X	X

Estilos de Jogos	Trabalhos	Alg.	Abs.	Dec.	Rec.
Sequenciamento e ordenação	Yang e Kopcha (2025), Soboleva et al. (2021), Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou (2024), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)	X	X		X
Busca de caminhos	Yang e Kopcha (2025), Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou (2024), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023)	X	X		
Missões e desafios	Triantafyllou, Sapounidis e Farhaoui (2024), Lunding et al. (2022), Ali, Tajuddin e Bramantoro (2024), Soboleva et al. (2021), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023)		X	X	
Narrativas e cenários	Triantafyllou, Sapounidis e Farhaoui (2024), Lunding et al. (2022), Ali, Tajuddin e Bramantoro (2024), Soboleva et al. (2021)		X		X
Criação de ações programáveis	Triantafyllou, Sapounidis e Farhaoui (2024), Lunding et al. (2022), Soboleva et al. (2021), Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou (2024), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)	X			
Combate ou Competição	Ali, Tajuddin e Bramantoro (2024), Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou (2024), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)			X	X
Progressão de fases	Ali, Tajuddin e Bramantoro (2024), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)		X	X	

Estilos de Jogos	Trabalhos	Alg.	Abs.	Dec.	Rec.
Pontuação	Ali, Tajuddin e Bramantoro (2024), Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou (2024), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023)	X	X		
Cooperação	Ali, Tajuddin e Bramantoro (2024), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)		X	X	X
Gerenciamento de Recursos	Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023)		X		
Simulação	Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)		X		
Combinação	Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)		X		
Cartas	Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023), Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2025)			X	
Turnos	Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023)	X			
Estratégia em tempo real	Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023)	X			

Legenda: Alg. = Algoritmo, Abs. = Abstração, Dec. = Decomposição, Rec. = Reconhecimento de Padrões

Apesar da variedade de estilos de jogos e mecânicas identificadas nos estudos analisados, a revisão evidencia que essas associações não se esgotam nelas próprias, sendo necessário ampliar a avaliação para incluir também estilos de jogos consagradas em jogos amplamente reconhecidos pelo mercado. Tal abordagem, apresentada no Capítulo 6 permite não apenas validar as conexões entre estilos de jogos e elementos do pensamento computacional, mas também explorar de forma mais abrangente o potencial dessas mecânicas e estilos de jogos na promoção de habilidades cognitivas, garantindo que o design de jogos educacionais se beneficie de práticas já testadas e consolidadas na indústria.

2.3 Criação Automatizada de Documentos através de *Templates*

Para identificar estudos que executam a criação de documentos de forma automatizada através do uso de *templates*, foi realizada uma busca estruturada com base na metodologia de mapeamento sistemático. A *string* de busca foi elaborada a partir dos elementos principais definidos no modelo PICOC, priorizando os componentes *Population* (documentos educacionais, documentos técnicos, documentos acadêmicos e documentos corporativos), *Intervention* (*templates* estruturados, geração automática baseada em *templates* e geração orientada a modelo), *Outcome* (documento final, documento funcional, documento aplicável) e *Context* (educação, engenharia de software, publicação científica). A *string* de busca final utilizada foi a seguinte:

("academic documents"OR "business documents"OR "documentos acadêmicos"OR "documentos corporativos"OR "documentos educacionais"OR "documentos técnicos"OR "educational documents"OR "technical documents") AND ("geração automática baseada em templates"OR "geração orientada a modelo"OR "model-driven generation"OR "structured templates"OR "template-based document generation"OR "templates estruturados") AND ("applicable document"OR "documento aplicável"OR "documento final"OR "documento funcional"OR "functional document"OR "useful document")

A busca foi executada em quatro bases de dados: *Google Scholar*, *ACM Digital Library*, *Scopus* e *Springer Link*. A Tabela 5 apresenta o número de artigos identificados em cada base.

Tabela 5 – Distribuição de estudos do segundo mapeamento por base de dados

Fonte	Estudos Identificados
Google Scholar	189
ACM Digital Library	0
Scopus	0
Springer Link	0

Os estudos recuperados foram submetidos a três rodadas de avaliação. A primeira consistiu em uma triagem por data de publicação, considerando apenas trabalhos publicados a partir de 2021. Na segunda etapa, foram selecionados apenas os estudos que apresentavam menções explícitas aos termos "baseado em *template*", "*template*" e/ou "geração automática de documentos" no título, nas palavras-chave ou no resumo. Por fim, na terceira etapa, foram incluídos apenas os artigos que faziam

em algum nível, a geração automatizada de qualquer tipo de documento, utilizando ou não inteligência artificial, a partir de *templates* ou modelos pré definidos. Ao final do processo, 11 artigos foram classificados como relevantes para a presente análise, conforme apresentados a seguir e listados, identificando o tipo de *template* para o documento de interesse e se fez ou não uso de IA na geração, na Tabela 6 ao fim da seção.

Com uso de *templates* não apenas para gerar, mas também para extrair dados, Lin et al. (2025) apresentam o TWIX, uma ferramenta para extração automática de dados estruturados a partir de documentos "templatizados", que são aqueles gerados programaticamente por meio do preenchimento de campos em um modelo visual fixo, como faturas, formulários e registros policiais. O processo central consiste em inferir o *template* subjacente antes da extração, o que garante maior precisão e eficiência. Para isso, o TWIX identifica padrões de posição e alinhamento de campos que se repetem nos documentos, utilizando algoritmos baseados em grafos, vetores de localização e suporte pontual de LLMs para diferenciar chaves de valores. Após a previsão, o *template*, que define blocos de dados no formato de tabelas e *key-value* e sua estrutura hierárquica, é utilizado para dividir os documentos em registros e blocos, aplicando métodos específicos de extração para cada tipo. Esse uso de *templates* permite reduzir de forma significativa erros comuns em métodos genéricos e aumentar a escalabilidade, pois o custo de predição do *template* é pago uma única vez e depois reutilizado para todos os documentos. Experimentos em 34 conjuntos reais mostraram que o TWIX supera abordagens industriais e LLMs visuais em mais de 25% de precisão e *recall*, além de ser até 734 vezes mais rápido e 5836 vezes mais barato em grandes volumes.

Xing et al. (2025) investigam como o uso de *templates* em *prompts* podem ser usados para gerar documentos estruturados, explorando a combinação de instruções claras e exemplos para guiar LLMs na produção de textos consistentes com padrões predefinidos. A geração do documento é feita a partir de *prompts* que especificam formato, conteúdo esperado e relação entre seções, permitindo que o LLM produza saídas com estrutura replicável. O uso de *templates* é central, pois eles funcionam como moldes que delimitam o arranjo das informações, a ordem das seções e o estilo de escrita, reduzindo variações indesejadas e aumentando a aderência ao formato esperado. Esses *templates* podem ser preenchidos automaticamente pelo modelo com base nos dados de entrada, garantindo que cada instância do documento mantenha consistência estrutural e semântica. O estudo demonstra que, ao alinhar cuidadosamente o design dos *prompts* com a lógica dos *templates*, é possível obter documentos de alta qualidade, úteis para aplicações como relatórios técnicos, resumos acadêmicos e formulários padronizados.

A dissertação de Saarinen (2024) explora o uso de ferramentas de IA generativa,

como ChatGPT e GitHub Copilot, no desenvolvimento de um sistema real, com foco especial na geração de documentação e no emprego de *templates* para acelerar o trabalho. A geração de documentos é realizada a partir de *prompts* que fornecem requisitos ou descrições iniciais, permitindo que o LLM produza textos estruturados como *System Design Documents*, embora com tendência a conteúdo genérico que requer revisão humana para utilidade prática. O uso de *templates*, tanto para documentos quanto para a estrutura de código, serve como molde reutilizável que padroniza a forma e a ordem das informações, sendo preenchido automaticamente pela IA com base nos dados ou instruções fornecidas. Essa abordagem reduz variações, facilita o *scaffolding* de projetos e agiliza a produção, mas não substitui o raciocínio técnico humano, que permanece essencial para transformar saídas genéricas em decisões de design efetivas.

Em seu artigo, [Balmer et al. \(2024\)](#) investigam um método baseado em IA para apoiar a criação de *Building Information Modelling (BIM) Execution Plans (BEPs)*, usando como base *templates* estruturados que são preenchidos de forma automática a partir de dados e requisitos de projeto. A geração do documento ocorre por meio de um fluxo em que informações fornecidas pelos usuários e dados previamente disponíveis são processados para preencher seções predefinidas do *template*, garantindo consistência e padronização. Esses *templates* funcionam como moldes que organizam o conteúdo em blocos fixos (por exemplo, objetivos, responsabilidades, cronograma, padrões técnicos), permitindo que a ferramenta adapte o texto e os parâmetros às necessidades específicas de cada projeto sem alterar a estrutura principal. Essa abordagem automatizada reduz o tempo e o esforço necessários para elaborar documentos complexos como o BEP, aumenta a qualidade e a uniformidade das entregas e mantém a conformidade com normas da indústria, mas ainda requer validação e ajustes manuais para garantir a completude e relevância das informações geradas.

Em sua tese, [Kim \(2024\)](#) investiga métodos para automatizar a criação de *design documents* para sistemas de software a partir de especificações de requisitos, combinando *prompt engineering* com o uso de *templates* estruturados. A geração do documento ocorre por meio de um fluxo em que requisitos textuais são processados por modelos de linguagem, que recebem instruções claras para produzir conteúdo alinhado a seções predefinidas do *template*, como arquitetura, módulos, interfaces e fluxos de dados. Esses *templates* funcionam como moldes fixos que definem a organização, a ordem e o formato das informações, permitindo que o sistema preencha cada parte com o texto gerado automaticamente, mantendo consistência estrutural e terminológica. Essa abordagem facilita a padronização de documentos, reduz o tempo de elaboração e diminui a variabilidade entre diferentes autores, mas ainda requer revisão humana para corrigir ambiguidades e garantir que o conteúdo técnico reflita com precisão as

necessidades do projeto.

Por sua vez, [Marković e Gostojić \(2023\)](#) apresentam em seu trabalho um sistema para apoiar a elaboração de contratos legais inteligentes usando modelos baseados em *templates* e técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN). A geração do documento ocorre a partir da seleção de um *template* pré-configurado, que contém a estrutura fixa do contrato (cláusulas obrigatórias, variáveis e campos parametrizáveis), sendo então preenchido automaticamente com informações fornecidas pelo usuário ou extraídas de bases de dados. Esses *templates* atuam como moldes formais que garantem consistência jurídica e conformidade normativa, enquanto o preenchimento automatizado adapta o conteúdo às especificidades do caso, preservando a lógica e a ordem predefinidas. A abordagem reduz erros de redação, aumenta a eficiência e mantém a rastreabilidade, mas ainda exige revisão jurídica humana para validação e eventuais ajustes de linguagem ou interpretação.

O estudo de [Henzgen e Strey \(2023\)](#) apresenta uma abordagem baseada em engenharia dirigida a modelos para automatizar a agregação de informações de modelos (UML, BPMN e GSN) em documentos estruturados que sigam padrões ISO/IEC/IEEE 42010 (descrição de arquitetura) e 26514 (informação instrucional). A geração do documento é guiada por metamodelos que definem seções fixas e opcionais para cada tipo de documento, permitindo mapear elementos dos modelos para conteúdos textuais, tabelas, listas ou figuras. O processo envolve extração de dados XML, transformação via pseudo-algoritmos e uso de *templates* dinâmicos que adaptam a estrutura e a redação ao conteúdo disponível, garantindo consistência e conformidade com os padrões. O protótipo, implementado em Java, integra módulos de planejamento de texto, processamento de modelos e realização linguística, exportando o resultado em .pdf ou .docx. O uso de *templates* é central para converter elementos técnicos em descrições compreensíveis, ajustando-se automaticamente ao número e ao tipo de itens extraídos, reduzindo esforço manual e erros humanos.

O artigo de [Wu et al. \(2023\)](#) propõe um método para apoiar a elaboração de documentos de planos de segurança de canteiro de obras usando um sistema semiautomático baseado em *templates* e dados contextuais do projeto. A geração do documento inicia-se com a coleta de informações do local, tipo de obra, riscos e medidas previstas, que são processadas por um módulo que mapeia esses dados para seções predefinidas do *template* do plano de segurança. Os *templates* contêm a estrutura fixa do documento (como objetivos, responsabilidades, procedimentos e *checklists*) e são preenchidos automaticamente com textos e parâmetros adaptados ao contexto específico, mantendo a conformidade com normas de segurança. Essa abordagem permite padronizar a forma e o conteúdo, reduzir tempo de preparação e garantir que todos os requisitos regulamentares sejam contemplados, embora ainda

dependa de revisão por especialistas para adequações finais e validação técnica.

Mishra et al. (2023) propõe em seu trabalho um sistema semiautomático baseado em IA para gerar trailers em vídeo de cursos online usando *Machine Learning* e Processamento de Linguagem Natural. A geração do documento audiovisual ocorre a partir de um fluxo que organiza o conteúdo em uma linha do tempo composta por fragmentos pré-definidos, como título, informações do autor, resumo do conteúdo, dados complementares e chamada para ação. Cada fragmento é formado por quadros que contêm elementos textuais e visuais, preenchidos automaticamente a partir de dados do curso, entradas do criador e informações coletadas da web. Os *templates* desempenham papel central ao definir a estrutura fixa, a ordem e o estilo dos elementos, além de incorporar recursos multimodais como narração, legendas, sons e animações. Essa abordagem padroniza a forma, reduz o tempo de produção e garante consistência estética e informacional, embora ainda dependa de revisão humana para ajustes finais e adequação ao contexto do curso.

Já o artigo de Arroyo et al. (2021), apresenta o Learn-CIAM, uma metodologia dirigida a modelos para desenhar fluxos de aprendizagem colaborativa e gerar semi-automaticamente as ferramentas que os suportam, tomando como documento estruturado o diagrama criado no editor Learn-CIAT com a notação Learn-CIAN, onde o professor especifica objetivos, atividades, papéis, critérios pedagógicos e componentes de consciência colaborativa. A geração do documento ocorre ao transformar esse modelo em artefatos executáveis por meio de *model-to-text* com a *Epsilon Generation Language* (EGL), que recebe o diagrama validado e produz o código das interfaces e funções, coordenado por EGX, enquanto regras EVL asseguram consistência pedagógica e técnica antes da geração. Os *templates* EGL funcionam como moldes reutilizáveis que definem a estrutura fixa das ferramentas e dos *workspaces*, com “*slots*” preenchidos pelos elementos do modelo, permitindo criar, por exemplo, um editor colaborativo de Java e um editor gráfico de circuitos com chat, painel de sessão, *turn-taking* e outros *widgets* a partir do mesmo esquema de *template*, apenas trocando o conteúdo do modelo. O processo é suportado por um ecossistema Eclipse e pelo *plugin* SpacEclipse para colaboração em tempo real, e foi validado com especialistas de Educação e Computação, indicando utilidade e boa aceitação.

Por fim, o trabalho de Harikrishnan et al. (2025) apresenta o DocGenie, um *framework* para geração sintética de documentos de negócios de alta fidelidade que combina um LLM para produzir HTML estruturado com conteúdo e layout alinhados ao domínio, renderizado depois em PDF, e avaliado por um métrico próprio chamado Layout-FID que usa *embeddings* do LayoutLMv3 para captar texto, estrutura e aspecto visual. A geração do documento ocorre de modo condicionado a uma categoria alvo e a um pequeno conjunto de *seeds* reais que guiam estilo, campos e convenções,

permitindo criar faturas, recibos, formulários e orçamentos com coerência estrutural e semântica; há ainda um estudo de realismo visual com distorções aplicadas por regras humanas ou sugeridas pelo MLLM. O uso de *templates* aparece em dois níveis: *templates* de *prompt* para geração sem *seed* e guiada por *seed*, que especificam campos obrigatórios, requisitos de formatação A4, variação entre amostras e encapsulamento em blocos <HTML>, e *templates* de efeitos para realismo que definem listas de artefatos como ruído, *blur*, texturização e sombras a serem aplicados conforme o domínio. A metodologia mostra ganhos claros sobre abordagens sem *seed* e fornece um *pipeline* reproduzível para *data augmentation* em tarefas de *Document AI*.

Tabela 6 – Resumo dos artigos quanto ao tipo de *template* e uso de IA

Título	Tipo de Template	Usa IA?
Lin et al. (2025)	Template estrutural fixo para documentos templatizados (faturas, formulários, registros)	Sim
Xing et al. (2025)	Template textual para estrutura de documento guiada por prompts	Sim
Saarinen (2024)	Template de documento de design e de estrutura de código	Sim
Balmer et al. (2024)	Template estruturado de BEP (Building Execution Plan)	Sim
Marković e Gostojić (2023)	Template jurídico de contrato inteligente	Sim
Kim (2024)	Template de documento de design de software	Sim
Henzgen e Strey (2023)	Template estruturado conforme padrões ISO/IEC/IEEE para documentos técnicos	Não
Wu et al. (2023)	Template estruturado de plano de segurança	Sim
Mishra et al. (2023)	Template audiovisual com estrutura de fragmentos e quadros	Sim
Arroyo et al. (2021)	Template EGL para geração de ferramentas colaborativas a partir de modelos	Não
Harikrishnan et al. (2025)	Template de prompt HTML e <i>templates</i> visuais para efeitos	Sim

Com isso podemos perceber um panorama dos estudos que tratam da criação automatizada de documentos a partir de *templates*, destacando diferentes contextos como educação, engenharia, publicação científica e negócios. O levantamento identificou trabalhos que aplicam desde *templates* estruturais fixos até abordagens orientadas a modelos e *prompt engineering*, com ou sem uso de IA. A geração dos documentos ocorre geralmente a partir do preenchimento automático de campos definidos nos *templates*, usando dados de entrada fornecidos por usuários, extraídos de bases ou inferidos por modelos de linguagem, resultando em saídas que mantêm consistência estrutural e semântica. Os *templates* funcionam como moldes reutilizáveis que estabelecem a organização, a ordem e o formato das informações, reduzindo variabilidade e tempo de elaboração. Embora tragam ganhos claros em padronização e eficiência, os estudos mostram que a curadoria humana ainda é fundamental para garantir precisão técnica, adequação ao contexto e relevância do conteúdo final.

2.4 Criação Automatizada de GDDs

Para identificar estudos que utilizam em algum nível a criação automatizada de GDDs, foi realizada uma busca estruturada com base na metodologia de mapeamento sistemático. A *string* de busca foi elaborada a partir dos elementos principais definidos no modelo PICOC, priorizando os componentes *Population* (documento de design de jogo, documentação de jogos), *Intervention* (geração automática, escrita assistida por IA, *large language models*) e *Context* (desenvolvimento de jogos, ensino de game design, prototipagem de jogos). A *string* de busca final utilizada foi a seguinte:

("documentação de jogos"OR "documento de design de jogo"OR "game design document"OR "game design specification") AND ("automatic"OR "automatic generation"OR "automatic game design document generation"OR "geração automática"OR "large language models"OR "modelos de linguagem"OR "natural language generation"OR "geração de linguagem natural")

A busca foi executada em quatro bases de dados: *Google Scholar*, *ACM Digital Library*, *Scopus* e *Springer Link*. A Tabela 7 apresenta o número de artigos identificados em cada base.

Os estudos recuperados foram submetidos a três rodadas de avaliação. A primeira consistiu em uma triagem por data de publicação, considerando apenas trabalhos publicados a partir de 2021. Na segunda etapa, foram selecionados apenas os estudos que apresentavam menções explícitas aos termos "GDD", "game design document" e/ou "geração automática" (ou termos similares) no título, nas palavras-chave ou no resumo. Por fim, na terceira etapa, foram incluídos apenas os artigos

Tabela 7 – Distribuição de estudos do segundo mapeamento por base de dados

Fonte	Estudos Identificados
Google Scholar	259
ACM Digital Library	19
Scopus	17
Springer Link	26

que faziam em algum nível, alguma automatização no processo de game design, não necessariamente apenas no GDD. Ao final do processo, 13 artigos foram classificados como relevantes para a presente análise, conforme apresentados a seguir e listados em correlação na Tabela 4 ao fim da seção, apresentando se possuem geração automática de GDD, se possuem algum tipo de geração automática em qualquer outra parte do processo de game design e que tipo de de automatização é feita.

No trabalho de [Kwan \(2023\)](#) é proposto o *framework* Piniverse e demonstra, no “produto profissional”, um *Retro Game Creation Assistant* que encadeia agentes de IA para automatizar etapas de game design: após a conversação inicial, um *Concept Document worker* envia o projeto para um *Game Design Document (GDD) Worker*, que gera e mantém automaticamente o GDD, mitigando a crítica clássica de manutenção do documento; esse GDD, por sua vez, alimenta outros *workers* (planejamento de produção, alocação de tarefas, geração de esqueleto de código e depuração), automatizando um pipeline que vai da documentação de design à implementação; os autores reconhecem que o pipeline ainda não é estável a ponto de gerar um jogo executável em 100% das tentativas, mas sustentam que ele ilustra a viabilidade de automatizar múltiplas fases do processo com uma arquitetura multiagente e interfaces naturais.

[Mastrocola \(2025\)](#) descreve criação semi-automatizada de GDD mediada por IA em um estudo de caso do jogo Stygma, o autor estrutura seções do documento (p. ex., sumário/narrativa, persona de público-alvo, arte conceitual e exemplos de mecânicas) a partir de *prompts* com *Google Gemini* (texto) e *Leonardo.ai* (imagens), marcando explicitamente os trechos gerados e propondo um fluxo que busca “reproduzir quase todo” o processo de elaboração do GDD com suporte de IA. A decisão aqui é que há automação de partes do processo de game design (assistida por IA), mas não uma geração totalmente automática: as conclusões enfatizam a manutenção da autoria humana e o papel da IA como aceleradora/auxiliadora para equipes pequenas, aumentando abrangência e eficiência do GDD. Para uma revisão de literatura, classifica-se este trabalho como evidência de IA generativa aplicada à produção de GDDs (*human-in-the-loop*), com benefícios práticos e limites claros de autonomia.

O estudo de caso de [Spjut \(2025\)](#) descreve um *game jam* em que o autor usa várias GAIs (ChatGPT-4o para *brainstorming*, Gemini para editar o *game design*

document, DALL·E/Stable Diffusion para artes, Perplexity para instruções de Godot) e depois integra manualmente os resultados (inclusive copiando e ajustando código), mantendo o humano como agente principal de decisão e implementação; o trabalho até inclui um GDD no material suplementar e relata que o título/ideias vieram de sugestões da IA, mas não apresenta um pipeline que gere ou mantenha o GDD automaticamente — nem automatiza macro-etapas de game design, focando antes em apoio criativo e técnico.

Em [Tap et al. \(2021\)](#) existe sim a criação semi-automatizada de GDD, mas sem IA. O artigo propõe o modelo de treinamento de criatividade LK2RBPD e um *GDD Tool* que organiza o fluxo de ideação (seleção de papéis, geração de ideias, *brainstorming*) e gera/permite o download do *Game Design Document* ao final da sessão, transformando entradas estruturadas do grupo em um documento de design utilizável (com requisito explícito de exportar doc/pdf). Em testes com alunos e validação por especialistas, o estudo relata a produção de nove GDDs a partir do uso da ferramenta e alta concordância de avaliação (*Kappa* 0,94), caracterizando automação de documentação de game design voltada a ensino/treinamento, sem pipeline de IA para criação de conteúdo.

Em seu trabalho [Araújo e Salgado \(2022\)](#) propõem uma plataforma de *Game Analytics* para apoiar o game design com coleta automática de telemetria e visualização de métricas a fim de embasar decisões de melhoria — mas não descreve criação automatizada de GDD nem automatiza etapas de game design (com ou sem IA). A ideia central é “ligar o jogo” a um coletor automático e processar tudo numa plataforma de *Data Science* para que o designer ajuste mecânicas, dinâmicas e *level design* com base em dados, funcionando como suporte à decisão e não geração de conteúdo ou design automático; os autores inclusive destacam a ausência de ferramentas similares e apresentam o trabalho como proposta em andamento. Em trabalhos relacionados, citam o uso de algoritmos de classificação (p.ex., K-means e Árvore de Decisão) para perfis de jogadores, mas isso aparece como referência e não como implementação no próprio estudo. Em suma, trata-se de uma contribuição analítica/diagnóstica (telemetria + painéis) para informar o game design, sem automação de GDD.

Já [Fernandes et al. \(2020\)](#) busca automatizar etapas do game design a partir de textos dos alunos: uma estratégia em três fases (produção textual → reescrita em linguagem natural controlada → interpretador), na qual uma ferramenta “processa o texto... gerando os artefatos componentes do game design” e chegando a montar a interface do jogo (ex.: texto sobre “pista de corrida” e “carro” vira tela com cenário e personagem), com saída prevista para plataformas como *Scratch/Code.org/Blockly*; contudo, o relato empírico executa apenas a fase 1, centrada na produção textual apoiada por catálogo/guia, deixando a automação como etapa planejada e ilustrada

por exemplo, mas não validada na experiência reportada. Podemos identificar esse trabalho como uma proposta educacional de *pipeline* CNL, que gera artefatos de game design (*human-in-the-loop*), com automação concebida e exemplificada, porém ainda não implementada no estudo.

Também em [Herold \(2024\)](#) não há criação automatizada de GDD; há, sim, automação de uma etapa do game design (diálogos de NPCs). O trabalho escreve o GDD manualmente (modelo de Chris Taylor) e só depois integra GPT-3.5/4 à Unity para gerar dinamicamente os diálogos conforme características, contexto e “regras” definidas pelos designers; essas regras são orquestradas via *prompts*, *Scriptable Objects* e um esquema de marcadores condicionais (p. ex., a tag EOS) que o código detecta para disparar ações no jogo, compondo um pipeline automatizado de conversação, não de documentação ou de design estrutural do jogo. Em síntese, classifica-se como evidência de IA generativa aplicada ao design de diálogos (*human-in-the-loop*), com arquitetura e testes que demonstram viabilidade e controle por restrições, mas sem automação de GDD nem de outras macro-etapas de game design.

O artigo de [Hutson, Fulcher e Ratican \(2024\)](#), foca em automação de avaliação e *feedback* em cursos de game design com IA generativa — propondo rubricas adaptativas geradas por IA, análise automatizada de arquivos (código, vídeos de *gameplay*, modelos 3D), *prompts* dinâmicos para tarefas narrativas, síntese de *feedback* personalizado e plataformas interativas para aumentar o engajamento com o retorno, além de um exemplo aplicado para avaliar narrativas ramificadas; “*game design documents*” aparecem apenas como artefatos submetidos e avaliados, não como produtos gerados automaticamente.

Em [Long et al. \(2024\)](#) também não há criação automatizada de GDD, o artigo apresenta automação (com IA) de etapas do game design, especificamente para conceituação e prototipagem de personagens. O sistema Sketchar usa geração hierárquica com ChatGPT/GPT-3.5 e DALL·E para transformar entradas em linguagem natural em perfis textuais estruturados (resumo, palavras-chave, traços, narrativa) e imagens de referência, permitindo iteração/edição humana, emissão de “*ID cards*”, simulação de diálogos com o personagem e mapeamento de relações/família, um fluxo *human-in-the-loop* que padroniza a documentação de personagem e serve de ponte entre designers e ilustradores, mas não descreve a geração de um GDD completo. Em avaliação mista, o Sketchar elevou a percepção de colaboração (CSI) e mostrou utilidade especial para designers sem formação artística, com *outputs* considerados incorporáveis ao trabalho real.

Em [Linkinen \(2024\)](#) existe apenas uma automação parcial (com IA) de etapas do game design — geração de texto, imagem e música — conduzida por um humano em fluxo iterativo de *prompting*. O estudo (M.Sc., 2024) investiga benefícios e desafios

do uso de GAI em desenvolvimento de jogos por meio de um protótipo-artefato e do método *Design Science Research*, usando o jogo apenas como “moldura” para avaliar conteúdos gerados (texto, imagens, trilhas), não como um sistema que componha ou mantenha um GDD. O escopo explicitamente foca nos *outputs* (texto, imagem, som) e nas ferramentas (Unreal Engine 5, ChatGPT-4, Stable Diffusion, Midjourney, AIVA), com perguntas de pesquisa que incluem o quanto de esforço manual ainda é necessário para refinar a saída gerada. Na prática, o autor automatiza partes do design textual (sete tipos: história principal, notícias, perfis de operador, *briefings* e *outcomes* de missões/tarefas) e arte conceitual/música, mas sempre via processo iterativo e guiado, cabendo ao projetista orientar e revisar a IA; além disso, registra limitações como consistência de estilo ainda frágil em geradores de imagem, o que impede um pipeline estável “de ponta a ponta”.

A partir da automação de apenas uma etapa do *game design* (*level design*) via geração procedural, em sua dissertação, Truedsson (2023) propõe e avalia um protótipo de ferramenta *designer-driven* para posicionamento contextual de objetos em ambientes 3D (microsegurança/*microscale*), baseada em um sistema de regras em árvore (inspiração em gramáticas/L-systems, porém menos rígida) que automatiza *scatter* com consciência de parentesco (raiz→filhos) e parâmetros de colocação (superfície, ângulo, probabilidade), mantendo alto grau de customização e iteração humana no fluxo (*human-in-the-loop*). O escopo exclui IA/*machine learning* e não trata de GDD, focando em acelerar tarefas repetitivas do *level design* e em diretrizes de usabilidade/controle para ferramentas de PCG (importância de iteração e personalização, produto “quase certo” para ajuste manual).

Volioti et al. (2024) não realiza a criação automatizada de GDD, mas faz uma automação (sem IA) de partes do processo, sobretudo a passagem de especificações estruturadas para um protótipo no Unity. O artigo apresenta o Codeless3D, uma ferramenta *low-code* cuja UI (“*Scene Initializer*”) capta atributos de objetos, mecânicas básicas e configurações, exportando tudo em JSON para o “*Scene Importer*” gerar a cena no Unity; nessa importação, o sistema instancia automaticamente modelos, texturas, animações padrão, câmera, física/colisores e atributos como vida/dano, reduzindo o tempo de design e desenvolvimento, mas sem produzir ou manter um GDD. A “formalização” do design aparece como objetivo (organizar as características do jogo), e a digitalização colaborativa do GDD é indicada como trabalho futuro, não como funcionalidade atual.

Assim como Murta (2023) descreve e aplica automação/procedural apenas em partes visuais do game design (sem IA), como *scattering* de objetos e variações de cena no Blender via *Geometry Nodes*—por exemplo, florestas, carros e pedestres distribuídos automaticamente para representar “movimento” (vazio/moderado/lotado),

e *addons* para gerar neve com texturas procedurais—com o objetivo de acelerar a produção de *assets* e estudar seu efeito emocional nos jogadores. O próprio documento cita um *Game Design Document* do projeto S4P como referência de concepção, mas não relata qualquer geração automática ou manutenção automatizada desse GDD.

O capítulo escrito por [Ma et al. \(2025\)](#) descreve apenas automatizações localizadas (sobretudo geração de regras e arte conceitual) dentro de fluxos de trabalho com IA generativa para jogos de tabuleiro sérios. Os autores relatam um *workshop* de quatro semanas em que estudantes usaram ChatGPT (texto) e MidJourney (imagens) para prototipar jogos. A IA ajudou a estruturar ideias “fundindo” propostas dos designers com regras existentes e produzindo rascunhos rapidamente, mas foi tratada pelos participantes como assistente de recursos, não como co-designer; consertar saídas equivocadas demandou mais esforço do que editar manualmente, e não há pipeline que gere ou mantenha um *Game Design Document* completo de ponta a ponta. Em especial, a adoção concentrou-se na fase de Game Rule (alguns copiaram regras sugeridas pela IA), enquanto temas e decisões mais originais permaneceram humanos; o trabalho encerra propondo melhorias para futuras ferramentas (p. ex., eficiência de *prompting* e edições “constrangidas” para preservar a coerência global), o que reforça que a automação é parcial, sem automatizar documentação formal do design.

Em sua tese [Muhammad \(2023\)](#) não propõe nem realiza a criação automatizada de GDDs; ele não descreve ferramentas para redigir, estruturar ou manter documentos de game design. O foco está em processos automatizados de game design no nível de conteúdo: o autor desenvolve um gerador/solucionador de *puzzles* de *Flow Free* como um CSP resolvido via busca em profundidade (DFS) para garantir solvabilidade, ou seja, uma forma de PCG (*procedural content generation*) aplicada ao *level design* de quebra-cabeças, sem uso de IA generativa (foram gerados 3.373 níveis com diferentes tamanhos e cores). Além disso, o estudo introduz a métrica *Motion-in-Mind* para estimar dificuldade a partir de propriedades do puzzle e valida com dados humanos; os resultados sugerem que essa métrica pode guiar o *pacing* e reduzir a carga de trabalho de designers ao fornecer níveis no “ponto certo” de desafio—um suporte automatizado à decisão no design de níveis, mas não à documentação (GDD). Em suma, a contribuição é um pipeline algorítmico de geração e avaliação de níveis (PCG + métrica de dificuldade), e não a automatização do GDD.

Em [Palacios-Alonso et al. \(2024\)](#) é apresentado um relato de experiências e propostas pedagógicas sobre o uso de IA generativa em três disciplinas (jogos, algoritmos avançados e processadores de linguagem) e não descreve nem apresenta um sistema próprio de automação de game design ou de criação automatizada de GDD. Na disciplina de jogos, os autores apenas reportam um inquérito com estudantes: 58% dos que usaram IA recorreram ao OpenAI GPT-3 para auxiliar a redação do

GDD, enquanto o restante não utilizou *GenAI*; não há, porém, definição de um pipeline, ferramenta ou método automatizado desenvolvido pelos autores para gerar GDDs ou automatizar decisões de design (é um uso espontâneo dos alunos, não uma solução do trabalho) . O escopo do artigo é reconhecer oportunidades/limitações educacionais da *GenAI* e sugerir como integrá-la ao ensino e à avaliação, sem propor automações de processos de game design além da observação desse uso assistido pelos alunos.

Por fim, no trabalho de [Werning \(2024\)](#) também não há criação automatizada de GDD neste trabalho; trata-se de uma análise conceitual do “imaginário tecnológico” do game design frente às *GenAIs*, mapeando discursos, *affordances* de ferramentas (p.ex., Ludo AI que hibridiza jogos populares e gera listas de mecânicas, inimigos, condições de vitória/derrota e níveis) e usos experimentais de ChatGPT/Copilot em fluxos iterativos, mas sem propor ou implementar um pipeline que gere ou mantenha um GDD. O autor inclusive cita um desenvolvedor sugerindo que “conversando” com o ChatGPT seria possível “chegar a um GDD completo” rapidamente, porém isso aparece como relato de prática e *framing*, não como sistema validado pelo autor.

Tabela 8 – Resumo dos trabalhos quanto à criação automática de GDD e outras automações de game design

Trabalho	GDD auto-mático?	Outras automati-zações?	Quais automações de game design possui
Kwan (2023)	Sim	Sim	Pipeline multiagente: GDD Worker, planejamento e alocação, geração de esqueleto de código e depuração; chega a gerar build (PoC).
Mastrocola (2025)	Sim (assis-tida)	Sim	IA redige trechos do GDD (resumo, mecânicas, perso-nagens) e gera concept art; sem PCG/balanceamento.
Spjut (2025)	Sim (assis-tida)	Sim	GDD parcialmente redigi-do/organizado por LLMs; geração de arte, som e tre-chos de código; script de build gerado pela IA.

Trabalho	GDD automático?	Outras automações?	Automações de game design que possui
Tap et al. (2021)	Sim (assistida)	Sim (limitadas)	Automação de <i>processo</i> (papéis, brainstorming, tempo) e compilação/export do GDD a partir de inputs humanos.
Araújo e Salgado (2022)	Não	Sim	Telemetria, dashboards/heatmaps e métricas para apoiar ajustes de design.
Fernandes et al. (2020)	Não (proposta futura)	Sim (parcial)	Interpretador para gerar artefatos/tela a partir de linguagem natural controlada — <i>não implementado</i> neste estudo.
Herold (2024)	Não	Sim	Geração dinâmica de diálogos de NPC via API GPT integrada ao jogo.
Hutson, Fulcher e Ratican (2024)	Não	Sim (avaliação)	Rubricas com IA, análise automática de arquivos (vídeo/arte/código) e síntese de feedback; não automatiza design.
Long et al. (2024)	Não	Sim	Perfis textuais, keywords e concept art de personagens com IA; simulação de diálogos; árvore de relações.
Linkinen (2024)	Não	Sim (assistiva)	Texto, imagens e música gerados por IA como insumo criativo; curadoria e iteração humanas.
Truedsson (2023)	Não	Sim	Colocação procedural de props (árvore de <i>templates</i> + raycast), regeneração por seed; acelera level dressing.

Trabalho	GDD automático?	Outras automações?	Automações de game design que possui
Volioti et al. (2024)	Não	Sim	Geração automática de cena/objetos no Unity a partir de JSON; automação de implementação, não de decisão de design.
Murta (2023)	Não	Sim	Scattering procedural (Geometry Nodes), texturas procedurais e variações rápidas para cenas.
Ma et al. (2025)	Não	Sim (assistiva)	Ideação e rascunho de regras com LLM (ChatGPT); protótipos visuais com TTI (MidJourney); estruturação combinando ideias com regras existentes; sem automação ponta a ponta nem GDD automático.
Muhammad (2023)	Não	Sim	Automatiza a geração de níveis (PCG) e fornece métricas/data pipelines que poderiam alimentar decisões de design (e eventualmente um GDD)
Palacios-Alonso et al. (2024)	Não	Sim (limitado)	Uso assistivo de GenAI pelos estudantes (inclusive para redigir trechos de GDD)
Werning (2024)	Não	Sim (limitado)	a IA é posicionada para auxiliar/automatizar ideação, geração de conteúdo e playtesting (inclusive a possibilidade de “rascunhar” um GDD via LLM)

O mapeamento sistemático identificou que há poucos trabalhos que efetivamente tratam da criação automatizada de GDDs, sendo a maioria voltada para abordagens

semi-automatizadas ou assistivas, muitas vezes com o humano no centro do processo. Entre os casos de geração automatizada ou parcialmente automatizada de GDD, destacam-se soluções como Piniverse e ferramentas educacionais que compilam insumos estruturados em um documento final. Contudo, a análise também revelou que diversos estudos exploram a automação de outras etapas do processo de game design, desde geração procedural de níveis, prototipagem visual, criação de personagens e diálogos dinâmicos, até métricas analíticas para apoio à decisão e avaliação com IA generativa. Esses trabalhos, embora não produzam um GDD completo, oferecem contribuições relevantes para compreender como a automação, com ou sem IA, está sendo integrada a diferentes fases do desenvolvimento de jogos, evidenciando caminhos que podem influenciar ou alimentar, direta ou indiretamente, a documentação formal do design.

2.5 Considerações Finais

O Capítulo 2 mostrou que, embora exista um conjunto crescente de pesquisas explorando a aplicação de *Game Design Documents* (GDDs) e de processos automatizados no desenvolvimento de jogos educacionais, ainda há um número limitado de estudos que realmente implementam a geração automática de GDDs de forma robusta e validada. A maioria das soluções identificadas se concentra em abordagens semi-automatizadas ou assistivas, com o humano atuando como elemento central na curadoria e na tomada de decisões. Ao mesmo tempo, foi possível observar um ecossistema diversificado de iniciativas que, mesmo sem gerar o GDD completo, automatizam etapas críticas do game design, oferecendo suporte que pode enriquecer a documentação formal do design.

No campo do ensino de pensamento computacional, o levantamento mostrou que GDDs estruturados podem integrar de forma eficaz objetivos pedagógicos, estilos e mecânicas de jogo e elementos técnicos, permitindo um alinhamento direto com os pilares do PC. Entretanto, nem todos os trabalhos analisados apresentam avaliações empíricas robustas, o que aponta para a necessidade de investigações futuras que validem a efetividade dessas abordagens em diferentes contextos educacionais.

Já a análise da correlação entre estilos de jogos e elementos do pensamento computacional indicou padrões claros de associação, mas também revelou lacunas — como a ausência de estudos que considerem um repertório mais amplo de estilos já consolidadas no mercado. De forma similar, o mapeamento sobre criação automatizada de documentos via *templates* mostrou que, embora a padronização e a eficiência sejam ganhos recorrentes, a curadoria humana continua indispensável para assegurar precisão técnica e relevância contextual.

Assim, o capítulo confirma que o avanço na automatização está intimamente

ligado à integração equilibrada entre inteligência artificial, metodologias de design e expertise humana. Tal integração representa um caminho possível para a otimização do processo criativo e instrucional, além de uma oportunidade de ampliar o alcance e o impacto dos jogos educacionais como ferramentas para o desenvolvimento de competências cognitivas e computacionais.

O Capítulo 3 examina os conceitos fundamentais sobre desenvolvimento de jogos. Apresentando as metodologias, práticas e estruturas documentais fundamentais no processo de criação de jogos digitais.

3 Desenvolvimento de Jogos

Este capítulo apresenta os conceitos de desenvolvimento de jogos, bem como as metodologias, práticas e estruturas documentais fundamentais no processo de criação de jogos digitais. São discutidas abordagens tradicionais e ágeis, *frameworks* específicos voltados ao game design e estratégias de prototipagem iterativa, considerando as particularidades que diferenciam os jogos de outros tipos de software.

Além disso, o capítulo analisa o panorama da indústria de jogos, contrastando os modelos produtivos de grandes estúdios e desenvolvedores independentes, e destaca o papel central do *Game Design Document* (GDD) como ferramenta integradora no processo criativo. Esses fundamentos servirão de base para a discussão, no capítulo seguinte, sobre o uso de jogos sérios no ensino de pensamento computacional.

3.1 Metodologias de Desenvolvimento

O desenvolvimento de jogos digitais exige a articulação entre áreas como engenharia de software, design, narrativa e psicologia do jogador. Para lidar com essa complexidade, diferentes metodologias vêm sendo utilizadas e adaptadas ao longo do tempo, desde abordagens tradicionais de desenvolvimento até *frameworks* específicos voltados à natureza iterativa, criativa e experiencial dos jogos.

3.1.1 Adaptações de Modelos Tradicionais de Software

Modelos tradicionais como o cascata (*waterfall*) foram inicialmente utilizados no desenvolvimento de jogos, especialmente durante a consolidação da indústria nos anos 1990 e início dos anos 2000, quando o planejamento sequencial parecia adequado à previsibilidade exigida por grandes editoras (RABOWSKY, 2010; HIGHSMITH, 2023). No entanto, esses modelos mostraram-se inadequados para a realidade do game design contemporâneo, dada a rigidez de suas fases — análise, design, implementação, testes e manutenção — e a dificuldade de acomodar mudanças frequentes no escopo do projeto, comuns em jogos digitais (RABOWSKY, 2010; ISMAIL; MALONE; GEEST, 2014; HIGHSMITH, 2023). Estudos recentes indicam que a aplicação direta de modelos lineares pode comprometer a qualidade da experiência do jogador, pois não contempla de forma eficaz a iteração com protótipos nem o refinamento contínuo das mecânicas, aspectos centrais no desenvolvimento de jogos (FULLERTON, 2024; NOORBEHBAHANI, 2024).

A rigidez desses modelos torna-se um problema quando aplicada ao design de experiências interativas, como jogos, nos quais as decisões de *gameplay* muitas

vezes só se consolidam após vários testes com usuários. Isso significa que, mesmo em estágios avançados do desenvolvimento, mudanças significativas no design podem ser necessárias para garantir engajamento e balanceamento. Nessas situações, os modelos tradicionais não oferecem suporte adequado à reavaliação cíclica do produto, dificultando a resposta ágil a problemas identificados durante o *playtesting* ou em fases de validação interna.

Em resposta a essas limitações, modelos iterativos e incrementais (DING; LIN, 2022) passaram a ser adaptados para o contexto de desenvolvimento de jogos. O modelo em espiral (SOMMERVILLE, 2016), por exemplo, permite a incorporação de ciclos de prototipagem, avaliação e refinamento, garantindo maior flexibilidade ao processo de design. Essa abordagem tem sido aplicada com sucesso em estúdios de médio porte e em projetos acadêmicos, nos quais a experimentação com diferentes ideias é fundamental para o processo criativo (LARSEN; WALTHER, 2024).

Esses modelos iterativos são relevantes em jogos com forte dependência de narrativa emergente, estilos e mecânicas inovadoras ou experiências centradas no usuário. Neles, cada iteração permite testar aspectos específicos do jogo — como sistema de combate, economia interna ou curva de aprendizado — antes da integração ao sistema como um todo (CORMIO et al., 2024; BLICK, 2024; ROZEN, 2025). O modelo incremental também permite que versões parciais, mas funcionalmente jogáveis, sejam entregues periodicamente para testes, facilitando a coleta de *feedback* em ciclos curtos e direcionando a evolução do produto com base em dados empíricos.

Na prática, observa-se que grandes produtoras (o que convencionou-se a chamar de produtoras "AAA", ou "Triplo A") ainda podem utilizar adaptações dos modelos tradicionais em estágios de pré-produção e planejamento, principalmente para alinhar cronogramas e orçamentos com investidores e distribuidores (SCHAFER; FANG, 2024; KANERVISTO et al., 2025). No entanto, mesmo nessas estruturas, há a incorporação crescente de ciclos iterativos no desenvolvimento técnico e criativo, como evidenciado em processos híbridos combinando *Scrum* com *milestones* tradicionais (CASE; FREEZE; PANE, 2024; TOFTEDAHL, 2025).

Por outro lado, desenvolvedores independentes (também chamados de "indie") e pequenos estúdios costumam adotar com mais intensidade modelos iterativos e flexíveis (STANKOVIĆ, 2024; ROZEN, 2025). Isso ocorre não apenas pela necessidade de lidar com recursos limitados, mas também pelo desejo de explorar inovações de forma ágil, muitas vezes em projetos autorais onde o ciclo "ideia-protótipo-teste-ajuste" se torna o eixo central da produção (OBERTOP, 2022; TOFTEDAHL, 2025; KANERVISTO et al., 2025). Nesses contextos, a ênfase recai sobre a prototipagem rápida, validação frequente com a comunidade de jogadores e iteração contínua até a obtenção de uma experiência satisfatória.

Portanto, a evolução das práticas metodológicas no desenvolvimento de jogos reflete uma transição de paradigmas: de um modelo rígido e previsível, voltado à engenharia de software tradicional, para abordagens mais dinâmicas, centradas na experimentação e na adaptação constante, que são requisitos essenciais para o sucesso de projetos em um mercado altamente competitivo e voltado à experiência do usuário.

3.1.2 Metodologias Ágeis no Desenvolvimento de Jogos

As metodologias ágeis vêm se consolidando como práticas predominantes no desenvolvimento de jogos digitais, substituindo progressivamente modelos sequenciais mais rígidos (MCKENZIE et al., 2021). Sua popularidade decorre da capacidade de lidar com incertezas, promover iterações frequentes e integrar equipes multidisciplinares em processos colaborativos, características essenciais em projetos cujo sucesso depende da qualidade da experiência do jogador e da capacidade de adaptação durante o desenvolvimento (GODOY; BARBOSA, 2010; SILVA; SILVA, 2017; RAHADIANTO, 2021).

Dentre as abordagens ágeis, o Scrum é uma das mais utilizadas em equipes de médio e grande porte (GODOY; BARBOSA, 2010; OBERTOP, 2022), especialmente por sua estruturação clara em ciclos de entrega (*sprints*), reuniões diárias de acompanhamento (*daily meetings*) e papéis bem definidos (*Scrum Master*, *Product Owner*, time de desenvolvimento). No contexto de jogos, o Scrum é frequentemente adaptado com a introdução de “*sprints* jogáveis” — iterações nas quais se entrega uma versão funcional e testável do jogo, ainda que incompleta — para garantir que os sistemas essenciais possam ser avaliados em funcionamento (MCKENZIE et al., 2021; OBERTOP, 2022). Essa prática é particularmente importante para validar hipóteses de design e manter o foco na experiência do usuário desde as primeiras fases do projeto.

Já o *Kanban* tem sido amplamente adotado por desenvolvedores independentes e pequenos estúdios, que valorizam sua simplicidade e capacidade de visualização contínua do fluxo de trabalho (ULLAH, 2024). Como não impõe ciclos fixos, o *Kanban* permite maior flexibilidade na priorização e entrega de tarefas, o que é vantajoso em contextos onde os recursos humanos são limitados e as decisões precisam ser revistas com frequência (ALEEM; CAPRETZ; AHMED, 2016; MCKENZIE et al., 2021).

Além de sua flexibilidade, as metodologias ágeis fomentam a comunicação constante entre os membros da equipe, um aspecto essencial em projetos de jogos que envolvem designers, programadores, artistas, compositores e escritores (OBERTOP, 2022; ULLAH, 2024). Essa colaboração contínua contribui para que decisões de *gameplay*, estética e narrativa sejam tomadas em conjunto e refinadas ao longo do tempo, reduzindo riscos de desalinhamento entre áreas técnicas e criativas.

Outra característica relevante das abordagens ágeis no desenvolvimento de jogos é o foco na entrega incremental de valor. Ao contrário de softwares corporativos, onde funcionalidades específicas são o foco, os jogos devem entregar experiências (THOMINET, 2018; MCKENZIE et al., 2021). Assim, cada incremento precisa ser jogável e testável, permitindo avaliar não apenas o funcionamento técnico, mas também a qualidade do engajamento, balanceamento e estética interativa (AMARA; SELLAMI; SAID, 2024a). Esse processo contínuo de *feedback* e iteração permite que equipes ajustem mecânicas, níveis de dificuldade, interfaces e *loops* de jogo com base em testes internos ou *feedback* de usuários, inclusive em fases de acesso antecipado (*early access*) (OBERTOP, 2022).

Estúdios de médio porte muitas vezes combinam *Scrum* e *Kanban* em uma abordagem híbrida, utilizando *Scrumban* (MCKENZIE et al., 2021) para manter a estrutura de *sprints*, mas com a fluidez do *Kanban* para lidar com demandas imprevisíveis ou manutenção. Já estúdios AAA, embora operem com cronogramas rígidos e departamentos segmentados, têm adotado princípios ágeis para fases específicas do ciclo de produção, como desenvolvimento de protótipos, design de níveis e testes de jogabilidade.

Em ambientes acadêmicos e educacionais voltados ao ensino de desenvolvimento de jogos, as metodologias ágeis também vêm sendo empregadas como forma de promover uma cultura iterativa de design, favorecendo o aprendizado prático e colaborativo por meio de ciclos curtos e entregas incrementais de jogos ou protótipos funcionais (ROEDAVAN et al., 2021; SOUZA; PRATES; SANTOS, 2023; AMARA; SELLAMI; SAID, 2024a).

Dessa forma, as metodologias ágeis não apenas se ajustam às demandas técnicas do desenvolvimento de jogos, como também se alinham à própria natureza experimental e iterativa do game design, representando uma abordagem metodológica eficaz para diferentes perfis de equipes e tipos de projetos.

3.1.3 Frameworks Específicos para Game Design

Embora metodologias ágeis ofereçam estruturas eficazes para a organização e gestão do desenvolvimento de jogos, elas não abordam de forma específica as dimensões criativas, emocionais e mecânicas que caracterizam o game design como prática singular. Nesse contexto, diversos *frameworks* específicos foram propostos nas últimas décadas — e, mais recentemente, refinados — com o objetivo de estruturar o design de jogos a partir de suas características particulares, como estética, interação, mecânicas e dinâmica emergente.

Um dos *frameworks* mais influentes da área, o MDA (*Mechanics, Dynamics,*

Aesthetics), foi originalmente introduzido por [Hunicke et al. \(2004\)](#), mas continua sendo revisitado e expandido em abordagens mais recentes. O modelo DDE (*Design, Dynamics, Experience*), por exemplo, propõe uma evolução do MDA ao enfatizar a relação iterativa entre a intenção de design, os comportamentos emergentes durante o jogo e a experiência percebida pelo jogador ([WALK, 2015](#)). Em estudo recente, [Natucci e Borges \(2021\)](#) demonstraram como o DDE pode ser aplicado para mapear de forma sistemática as decisões de design e sua repercussão na experiência emocional, social e cognitiva dos jogadores. O DDE tem sido particularmente útil em projetos de jogos narrativos, exploratórios e com foco em experiências subjetivas, como jogos artísticos ou experimentais, comuns em estúdios independentes.

Outro modelo recente é o DPE (*Design, Play, and Experience*) que estrutura o processo de desenvolvimento de jogos em ciclos contínuos centrados na prática do *playtesting* ([GÜNZEL et al., 2008](#); [BELLOTTI; BERTA; GLORIA, 2010](#)). O DPE parte da premissa de que a experiência do jogador não pode ser antecipada apenas por decisões de design teóricas, exigindo iteração prática e observação empírica durante o uso. Esse modelo tem sido especialmente adotado no contexto de jogos sérios e educacionais, onde é fundamental alinhar a eficácia da experiência com objetivos pedagógicos ou comportamentais.

Frameworks como o DDE e o DPE trazem contribuições importantes para diferentes tipos de equipes. Em estúdios AAA, podem ser utilizados em fases de pré-produção e design conceitual para garantir coerência entre intenção estética e dinâmica emergente. Já em estúdios independentes, esses modelos são frequentemente incorporados de forma mais orgânica ao processo criativo, sendo utilizados como guias reflexivos para decisões de design e análise crítica de protótipos.

Além disso, o modelo CEGE (*Context, Experience, Gameplay, Evaluation*), desenvolvido por [Calvillo-Gámez, Cairns e Cox \(2015\)](#), tem ganhado atenção por seu foco na integração de contexto de uso, objetivos de aprendizagem e métricas de avaliação, sendo amplamente adotado em projetos de jogos voltados à saúde, formação profissional e treinamento. O CEGE parte da compreensão de que o design de jogos utilitários deve considerar variáveis externas ao jogo — como perfil dos usuários, ambiente de aplicação e expectativas institucionais — desde a concepção até a avaliação final da experiência.

Esses *frameworks* específicos contribuem para a construção de um vocabulário estruturado e de processos replicáveis no campo do game design. Ao contrário de metodologias genéricas, eles possibilitam análises mais profundas das experiências lúdicas, viabilizando o desenvolvimento intencional de jogos com impacto emocional, cognitivo ou formativo.

Finalmente, observa-se que esses modelos são também relevantes para fins

acadêmicos, sobretudo em programas de pós-graduação em design de jogos, computação aplicada ou educação. Eles permitem sistematizar práticas de criação de jogos de maneira que possam ser avaliadas, replicadas e aprimoradas com base em critérios metodológicos claros (MAXIM; ARNEDO-MORENO, 2025; ASADZADEH et al., 2024; TORI; TORI; NUNES, 2022).

3.1.4 Prototipagem Rápida e Design Iterativo

A prototipagem rápida e o design iterativo constituem práticas fundamentais no desenvolvimento contemporâneo de jogos digitais (BOND, 2014). Essas abordagens permitem que ideias sejam testadas de maneira econômica e ágil, promovendo ciclos curtos de feedback e ajuste, que são essenciais para a criação de experiências interativas centradas no jogador (MACKLIN; SHARP, 2016). Em oposição a processos lineares e altamente documentados, a prototipagem busca construir versões funcionais mínimas — jogáveis, ainda que incompletas — capazes de validar conceitos de design, mecânicas ou dinâmicas antes do comprometimento com a implementação completa (OLLILA; SUOMELA; HOLOPAINEN, 2008; POLLOK et al., 2021).

A adoção da prototipagem rápida está fortemente associada à natureza exploratória e criativa do desenvolvimento de jogos. Segundo Abbasi et al. (2022), o jogo digital é uma forma de design orientado à experiência, e essa experiência não pode ser prevista com precisão apenas por documentação ou *wireframes*. É necessário testar jogabilidade, fluxo de interação, níveis de desafio e engajamento real com usuários (WIEBE et al., 2014; O'BRIEN; TOMS, 2008; BOWMAN; KEENE; NAJERA, 2021). Por isso, protótipos são tratados como artefatos de reflexão e iteração, mais do que como versões intermediárias do produto final.

Ferramentas amplamente utilizadas como *Unity*, *Godot* e *Unreal Engine* se mostram fundamentais nesse processo. Elas oferecem ambientes integrados que permitem programar lógica básica, importar *assets* e gerar *builds* rapidamente. Além disso, suportam práticas como *script* visual (no caso da Unreal) ou programação baseada em componentes (como no Unity), o que reduz barreiras técnicas e acelera o ciclo "ideação -> implementação -> teste" (JOHANSEN, 2022; TAP et al., 2021).

Esse processo é valorizado em estúdios independentes, onde a limitação de recursos impõe a necessidade de validar rapidamente o potencial de uma ideia antes de investir em produção. A prototipagem iterativa, nesses casos, permite descobrir estilos e mecânicas emergentes, ajustar o *pacing* da experiência e refinar a curva de aprendizado. Muitas vezes, jogos de sucesso em mercados alternativos (como *itch.io* ou *Steam Early Access*) nascem de protótipos que passaram por múltiplas iterações abertas ao público (SILVÉRIO, 2021; LEHONKOSKI, 2022).

Já em contextos de estúdios AAA, a prototipagem é frequentemente utilizada em fases de pré-produção, como parte do processo de avaliação de viabilidade técnica e lúdica. Departamentos dedicados ao design de sistemas ou níveis criam protótipos internos para testar modelos de física, comportamentos de inimigos, fluxos de missão ou *loops* de jogabilidade antes da integração com outras áreas de produção (ROLLINGS; MORRIS, 2003; HOLLSTRAND, 2020). Mesmo com pipelines estruturados e dependência de múltiplas equipes, a lógica iterativa permanece essencial para reduzir riscos e evitar retrabalho em larga escala.

Na educação, a prototipagem também é um elemento central de currículos em game design. Cursos universitários e *bootcamps* priorizam ciclos rápidos de criação e revisão de jogos como forma de desenvolver o pensamento crítico, a criatividade aplicada e a capacidade de receber e aplicar *feedback*. A abordagem iterativa permite que estudantes aprendam com seus próprios erros e evoluam seus projetos de forma incremental e reflexiva (DIAZ; DÍAZ; URBANO, 2020).

Além disso, metodologias como “*fail early, fail often*”, típicas do design experimental, são encorajadas na criação de jogos sérios, onde a prototipagem permite verificar se os objetivos extra-lúdicos — como o ensino de conceitos, mudança de comportamento ou engajamento com causas sociais — estão sendo atingidos de forma eficaz (NELSON; ANNETTA, 2016).

Portanto, a prototipagem rápida, quando integrada a ciclos de design iterativo, não apenas reduz custos e retrabalho, mas viabiliza um desenvolvimento mais criativo, responsivo e orientado à experiência do jogador, consolidando-se como uma prática essencial em equipes de diferentes perfis e escopos de projeto.

3.1.5 Abordagens para Jogos Sérios e Educacionais

O desenvolvimento de jogos sérios — voltados à educação, treinamento, saúde, cidadania ou engajamento social — exige metodologias que combinem intencionalidade pedagógica com estratégias lúdicas envolventes (MAXIM; ARNEDE-MORENO, 2025). Diferentemente dos jogos puramente comerciais, esses produtos precisam equilibrar dois domínios muitas vezes divergentes: a transmissão de conhecimento ou competências, e a manutenção de uma experiência de jogo prazerosa e significativa (BELLOTTI; BERTA; GLORIA, 2010; NATUCCI; BORGES, 2021; ROEDAVAN et al., 2021). Para isso, *frameworks* específicos foram propostos a fim de orientar o design desses jogos com base em princípios de design instrucional, avaliação formativa e engajamento do usuário.

Um dos modelos mais amplamente utilizados nesse contexto é o ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (MORRISON et al., 2019),

originalmente concebido para o planejamento de materiais instrucionais. O modelo tem sido adaptado com sucesso ao design de jogos educativos ao permitir uma organização sistemática do processo criativo sem comprometer a iteratividade e a experimentação, essenciais ao game design (CHAO et al., 2021; SCHULDT; NIEGEMANN, 2021; CASTRONOVO et al., 2022). Listiani (2022) e Crompton et al. (2024) argumentam que, ao aplicar o ADDIE em jogos sérios, os objetivos educacionais podem ser incorporados desde os estágios iniciais do projeto, assegurando coerência entre conteúdo, estilo de jogo e mecânicas. Essa abordagem é particularmente eficaz em contextos institucionais, como escolas, universidades e programas de treinamento corporativo.

Outro *framework* relevante é o *Four-Dimensional Framework* (4DF) (FREITAS; OLIVER, 2005), revisitado por Viudes-Carbonell et al. (2021), que estrutura o design de jogos educacionais em quatro dimensões interdependentes: conteúdo educacional, engajamento lúdico, estrutura de jogo e avaliação. O 4DF oferece uma matriz conceitual para mapear o alinhamento entre estilo de jogo e objetivos pedagógicos, promovendo uma integração mais robusta entre os dois campos. Essa abordagem tem sido empregada, por exemplo, no desenvolvimento de jogos de alfabetização, matemática, educação ambiental e competências socio-emocionais.

A adoção desses *frameworks* é comum em equipes multidisciplinares compostas por educadores, desenvolvedores, designers instrucionais e pesquisadores. Em muitos casos, o processo ocorre em ambientes acadêmicos ou laboratórios de pesquisa aplicada, onde a avaliação de eficácia do jogo é parte integrante do ciclo de desenvolvimento (WANG; HUANG, 2021). A prototipagem iterativa com alunos ou usuários-alvo é frequentemente incorporada, permitindo ajustes com base em dados qualitativos e quantitativos, como desempenho, engajamento e usabilidade.

Estudos recentes também têm explorado modelos híbridos que combinam elementos de metodologias ágeis com *frameworks* educacionais (BUNT; GREEFF; TAYLOR, 2024; RAMALHO et al., 2024; BUNT; GREEFF; TAYLOR, 2024). Geralmente propondo uma abordagem iterativa baseada em ciclos curtos de desenvolvimento (*sprints*) integrados a momentos de avaliação de aprendizagem, criando um fluxo contínuo de design, teste e refinamento de objetivos pedagógicos.

Além disso, o uso de análises de *learning analytics* e de telemetria em jogos sérios tem se expandido, permitindo que o próprio jogo colete dados sobre o progresso e as estratégias dos jogadores (RAZAK; KAMSIN; RAHMAN, 2024; BANIHASHEM et al., 2024; KASIAMA; CAPUS, 2024). Esses dados podem ser utilizados para personalizar experiências, ajustar níveis de dificuldade ou avaliar competências, ampliando as possibilidades de adaptação pedagógica em tempo real.

No setor privado, empresas especializadas em gamificação e jogos para capacitação profissional têm adotado abordagens semelhantes. Plataformas de treinamento

corporativo baseadas em jogos, por exemplo, integram o modelo ADDIE com princípios do design centrado no usuário, utilizando *dashboards* e relatórios automatizados para gestores acompanharem a evolução dos usuários (AMJAD et al., 2025; KAMNARDSIRI et al., 2024).

Portanto, as abordagens para jogos sérios e educacionais demandam uma articulação entre as áreas de design de jogos e pedagogia, exigindo metodologias que não apenas contemplem a criação de experiências imersivas, mas que também assegurem resultados concretos de aprendizagem ou mudança de comportamento. A consolidação desses *frameworks* tem ampliado a legitimidade dos jogos como ferramentas de ensino, intervenção e formação em diversos contextos sociais.

As metodologias analisadas demonstram que o desenvolvimento de jogos demanda abordagens flexíveis, iterativas e integradas às especificidades do design lúdico. Enquanto métodos ágeis como Scrum e Kanban favorecem ciclos curtos e colaboração multidisciplinar, *frameworks* específicos como DPE e DDE aprofundam o olhar sobre a experiência do jogador.

A prototipagem rápida e o design iterativo consolidam-se como práticas essenciais em equipes de diferentes perfis, desde estúdios independentes até grandes produtoras. No contexto dos jogos sérios, destaca-se a necessidade de alinhamento entre objetivos pedagógicos e estilos de jogo. Essa diversidade metodológica serve como base para a proposta desta pesquisa, que busca integrar design de jogos e objetivos educacionais de forma estruturada e eficaz.

3.2 Indústria de Desenvolvimento de Jogos

A indústria de jogos digitais é composta por um ecossistema diversificado de estúdios, práticas de produção e modelos de negócio. Esse setor, que movimenta bilhões anualmente, abrange desde grandes empresas multinacionais com estruturas altamente especializadas até pequenos grupos de desenvolvedores independentes que atuam com recursos limitados, porém com elevada liberdade criativa. Compreender essas diferenças estruturais é essencial para situar as metodologias, ferramentas e práticas discutidas nesta pesquisa, sobretudo no que diz respeito às estratégias de design e desenvolvimento.

3.2.1 Estúdios Triplo A

Estúdios conhecidos como Triplo A (AAA) representam o segmento de maior escala da indústria de jogos digitais. Caracterizam-se por operar com orçamentos elevados, muitas vezes superiores a dezenas de milhões de dólares, prazos extensos de desenvolvimento — que podem ultrapassar cinco anos — e estruturas organizacionais

complexas, compostas por centenas ou até milhares de profissionais distribuídos em áreas especializadas como arte, programação, narrativa, design de níveis, efeitos sonoros, trilha sonora, controle de qualidade (QA), marketing e suporte ao jogador (MARCHAND; HENNIG-THURAU, 2013; RAUSCHNABEL; ROSSMANN; DIECK, 2017; GOH; AL-TABBAA; KHAN, 2023).

Esses estúdios frequentemente contam com o apoio financeiro e logístico de grandes distribuidoras (*publishers*), como *Sony Interactive Entertainment*, *Microsoft*, *Ubisoft*, *Electronic Arts*, *Activision Blizzard* e *Take-Two Interactive*. Essa relação com as *publishers* implica não apenas financiamento, mas também obrigações contratuais, metas comerciais e expectativas relacionadas ao desempenho de mercado do produto.

A estrutura altamente segmentada favorece a adoção de processos rigorosamente planejados e documentados. Embora metodologias ágeis, como Scrum, tenham sido parcialmente incorporadas em setores internos, o modelo predominante continua sendo híbrido, combinando práticas tradicionais de engenharia de software — como *milestones* rígidos, controle de escopo e planejamento por fases — com ciclos iterativos limitados a áreas como *level design* ou UX (HOLLSTRAND, 2020; BOURSCHEID; STEIL; PAIXÃO, 2025). Em muitos casos, times ágeis operam localmente dentro de departamentos específicos, mas estão subordinados a macroestruturas de produção baseadas em cronogramas centralizados e entregas escalonadas.

O foco dos jogos AAA recai frequentemente sobre aspectos técnicos e de mercado. Há uma forte ênfase em inovação gráfica — como uso de *ray tracing*, física realista, inteligência artificial avançada e suporte a resoluções 4K/8K — além de narrativa cinematográfica, com atores digitalizados, roteiros complexos e dublagens profissionais. Essas produções visam públicos amplos e mercados globais, buscando maximizar retorno sobre investimento por meio de vendas multiplataforma, merchandising, microtransações, passes de temporada e conteúdos adicionais (DYER-WITHEFORD; PEUTER, 2009; SIMON, 2011; SEMENCHENKO et al., 2025).

A complexidade desses projetos exige o uso intensivo de ferramentas de gestão de configuração, integração contínua, pipelines automatizados de *build* e testes, além de sistemas robustos de controle de qualidade. A automação de testes e o uso de *big data* para rastreamento de *bugs*, balanceamento e telemetria são comuns em ambientes AAA, permitindo o monitoramento detalhado do comportamento do jogador desde as fases de QA até o pós-lançamento (THOBARI et al., 2021; THATI et al., 2024; MEDVEDEV; AKSYONOV, 2021; MERODE, 2023).

Contudo, a escala e o custo desses projetos impõem limitações significativas à experimentação. O desenvolvimento de novas mecânicas ou estilos de jogo representa risco elevado, sendo frequentemente evitado em favor de franquias já consolidadas ou fórmulas de sucesso testadas. Isso pode levar à estagnação criativa e à repetição

de modelos de design, um fenômeno frequentemente criticado tanto por especialistas quanto pela comunidade de jogadores.

Além disso, as condições de trabalho em estúdios AAA têm sido alvo de debates, especialmente em relação ao chamado *crunch time* — períodos prolongados de sobrecarga de trabalho para cumprir prazos de entrega. Estudos como o de Niemelä (2021) apontam para a necessidade de revisão das práticas organizacionais nesses ambientes, promovendo uma cultura mais sustentável de produção, sem comprometer a saúde mental e física dos desenvolvedores.

Portanto, embora os estúdios AAA estejam na vanguarda tecnológica da indústria, sua rigidez estrutural e o foco comercial limitam, em muitos casos, a adoção plena de práticas iterativas e experimentais, especialmente quando comparados a modelos mais flexíveis adotados por desenvolvedores independentes.

3.2.2 Desenvolvimento *Indie*

O segmento independente, ou *indie*, refere-se a jogos desenvolvidos por indivíduos ou pequenos estúdios que operam com autonomia criativa, orçamentos limitados e, em geral, sem o suporte direto de grandes publicadoras. Esse modelo de produção tornou-se mais viável nas últimas duas décadas graças à democratização das ferramentas de desenvolvimento, à expansão das plataformas de distribuição digital e à consolidação de modelos alternativos de financiamento. Ferramentas como Unity, Godot e Unreal Engine, com versões gratuitas ou de baixo custo, permitem que desenvolvedores criem jogos completos sem a necessidade de infraestrutura complexa (HILL-WHITTALL, 2015; HJORTH, 2016; SILVÉRIO, 2021). Ao mesmo tempo, *marketplaces* como Steam, itch.io, Google Play e Epic Games Store viabilizam a publicação e a comercialização direta, reduzindo a dependência de intermediários.

O perfil organizacional dos desenvolvedores *indie* costuma ser horizontal, com papéis pouco hierarquizados e elevada flexibilidade de funções. Em muitos casos, os membros da equipe acumulam responsabilidades de programação, design, arte, narrativa e até marketing. Esse cenário favorece o uso de metodologias ágeis leves, como o Kanban, que permitem uma gestão visual do fluxo de trabalho e adaptação constante às demandas do processo criativo (VILLALOBOS, 2013; II, 2016; CROGAN, 2018). A prototipagem rápida também é uma prática recorrente nesse contexto, viabilizando a experimentação com mecânicas inovadoras ou conceitos estéticos não convencionais sem comprometer recursos excessivos.

De fato, o ambiente *indie* tem se destacado como espaço de inovação, tanto mecânica quanto temática. Segundo Grabarczyk (2016), jogos independentes frequentemente desafiam padrões estabelecidos da indústria AAA ao explorarem estilos

artísticos minimalistas, narrativas interativas complexas ou mecânicas que rompem com o tradicional foco em performance e competição. Títulos como *Celeste*, *Undertale* e *Papers, Please* exemplificam a capacidade do setor *indie* de produzir experiências profundas com recursos limitados, frequentemente abordando temas como saúde mental, ética, identidade e relações sociais.

Essa liberdade criativa também tem aproximado o desenvolvimento *indie* de práticas artísticas e autorais. Em vez de priorizar o apelo comercial imediato, muitos desenvolvedores optam por jogos que funcionam como expressões pessoais ou intervenções sociais. Young, Reed e Keogh (2024) e II (2016) destacam que a cena *indie* abriga produções voltadas à crítica política, à representação de minorias e à inclusão de perspectivas marginalizadas, constituindo um espaço importante para a diversidade no meio digital.

Por outro lado, as limitações de orçamento, mão de obra e acesso a redes de divulgação podem afetar negativamente a qualidade técnica do produto final, a estabilidade financeira da equipe e o alcance da distribuição. Em razão disso, práticas como o financiamento coletivo (ex.: Kickstarter, Catarse), o acesso antecipado (*early access*) e o engajamento direto com a comunidade tornaram-se estratégias essenciais para a viabilização dos projetos. O relacionamento próximo com os jogadores, por meio de redes sociais, fóruns ou plataformas de *feedback* aberto, permite validar ideias, corrigir problemas em tempo real e gerar visibilidade orgânica (HILL-WHITTALL, 2015; STOJILJKOVIĆ; MIHIĆ; BJELICA, 2023; ISLAM; PHILLIPS, 2020).

Em ambientes acadêmicos e educacionais, o modelo *indie* também se mostra relevante por sua acessibilidade metodológica e pedagógica. Por exigir poucos recursos e permitir liberdade criativa, ele é frequentemente utilizado como base em projetos de iniciação científica, laboratórios de pesquisa aplicada ou cursos de graduação voltados ao game design, tornando-se uma via eficaz para a formação de novos profissionais e para a experimentação de jogos sérios, educativos ou culturais (ZAGAL, 2013; ŠAŠALOVÁ; MACÁK, 2025).

Portanto, o desenvolvimento *indie* constitui uma vertente dinâmica, resiliente e criativamente fértil da indústria de jogos, oferecendo alternativas relevantes tanto ao mainstream comercial quanto à pesquisa aplicada, e contribuindo para a ampliação das linguagens, finalidades e públicos dos jogos digitais.

A indústria de jogos digitais apresenta um espectro amplo de modelos produtivos, que vão desde grandes estúdios AAA, com estruturas corporativas complexas e foco em inovação técnica e escala comercial, até desenvolvedores independentes, marcados por flexibilidade organizacional, criatividade autoral e práticas de baixo custo. Enquanto os estúdios AAA operam sob fortes exigências de mercado e adotam processos estruturados para mitigar riscos, o desenvolvimento *indie* se destaca pela

experimentação, agilidade metodológica e exploração de temáticas alternativas.

Compreender essas diferenças é fundamental para contextualizar as metodologias de desenvolvimento analisadas nesta dissertação, bem como para fundamentar a proposta de criação de ambientes "gamificados" educacionais. O diálogo entre abordagens estruturadas e práticas ágeis, formais e experimentais, comerciais e educativas, informa o design de soluções que aliam rigor técnico a liberdade criativa — aspectos centrais na construção de jogos com finalidades pedagógicas e sociais, como os que serão explorados nos capítulos seguintes.

3.3 *Game Design Document*

O *Game Design Document* (GDD) é um documento estruturado que centraliza todas as informações relevantes sobre um jogo digital em desenvolvimento. Ele funciona como um guia de referência abrangente que descreve, de forma sistemática, o conceito do jogo, suas mecânicas, narrativa, estilo visual, aspectos técnicos e cronograma de produção (ROGERS, 2010; PEDERSEN, 2009; KRAMARZEWSKI; NUCCI, 2018). O GDD é geralmente criado pelo designer principal ou pela equipe de design, mas sua manutenção envolve colaboração constante entre diferentes áreas do projeto.

O principal objetivo do GDD é garantir que todos os membros da equipe compartilhem uma compreensão clara e coerente da visão do jogo. Ele serve como uma ferramenta de planejamento, comunicação e tomada de decisão, permitindo que designers, programadores, artistas, roteiristas e outros *stakeholders* acompanhem o progresso do desenvolvimento com base em parâmetros comuns (THOMPSON; BERBANK-GREEN; CUSWORTH, 2007; BOND, 2014; MOTTA; JUNIOR, 2013).

Na prática, o GDD é utilizado desde as fases iniciais de concepção, quando o projeto ainda está sendo idealizado, até as etapas finais de implementação e refinamento. Ele orienta a alocação de recursos, o escopo das funcionalidades, os critérios de qualidade e até mesmo estratégias de marketing e monetização, dependendo da sua abrangência (WILLHELM, 2021; MITCHELL, 2012).

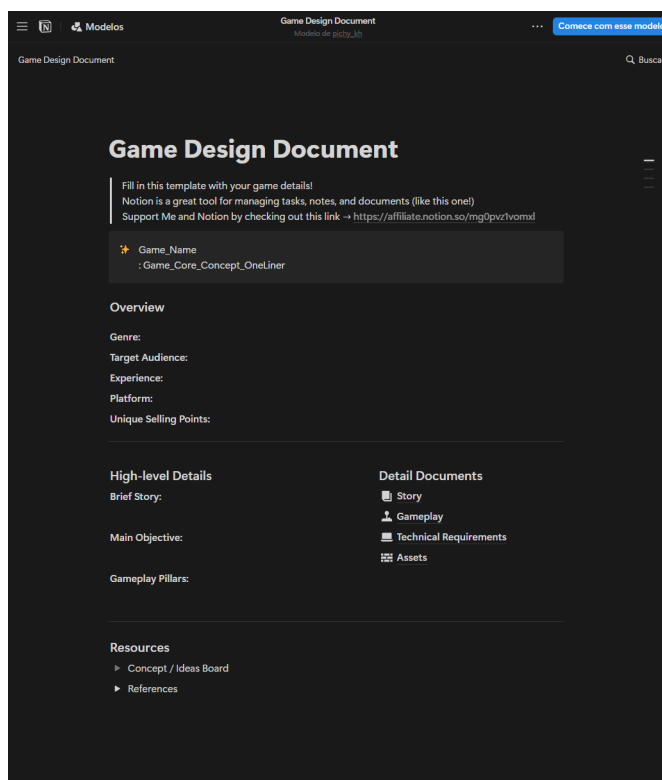
Com o aumento da complexidade dos jogos e a diversidade das equipes envolvidas, o GDD tornou-se um artefato essencial. Sua importância está na capacidade de alinhar expectativas, antecipar riscos e documentar decisões, ao mesmo tempo em que oferece flexibilidade para incorporar mudanças ao longo do processo de desenvolvimento (ROGERS, 2010; MITCHELL, 2012; KRAMARZEWSKI; NUCCI, 2018). Assim, o GDD é não apenas uma documentação formal, mas uma ferramenta dinâmica e colaborativa indispensável ao sucesso de projetos de jogos digitais.

3.3.1 Tipos de GDD

O *Game Design Document* pode assumir diferentes formatos, variando em nível de detalhamento, estrutura e finalidade, de acordo com o estágio do projeto e as necessidades da equipe de desenvolvimento. Embora existam diversas variações e adaptações ao longo do tempo, dois formatos principais se destacam na prática da indústria: o *One Page GDD* e o *Ten Page GDD* (ROGERS, 2010).

O *One Page GDD* é um modelo enxuto e altamente condensado que resume os principais elementos do jogo em uma única página. Existem diversos modelos possíveis para esse tipo de GDD como por exemplo o *template* sugerido por Khanapattanawong (2023) na Figura 1 ou por Osorio (2016) como vemos na Figura 2. No entanto, o modelo mais comumente seguido foi proposto por Rogers (2010) e está disposto na Figura 3.

Figura 1 – Modelo de *One Page GDD*.



Fonte: Extraído de Khanapattanawong (2023).

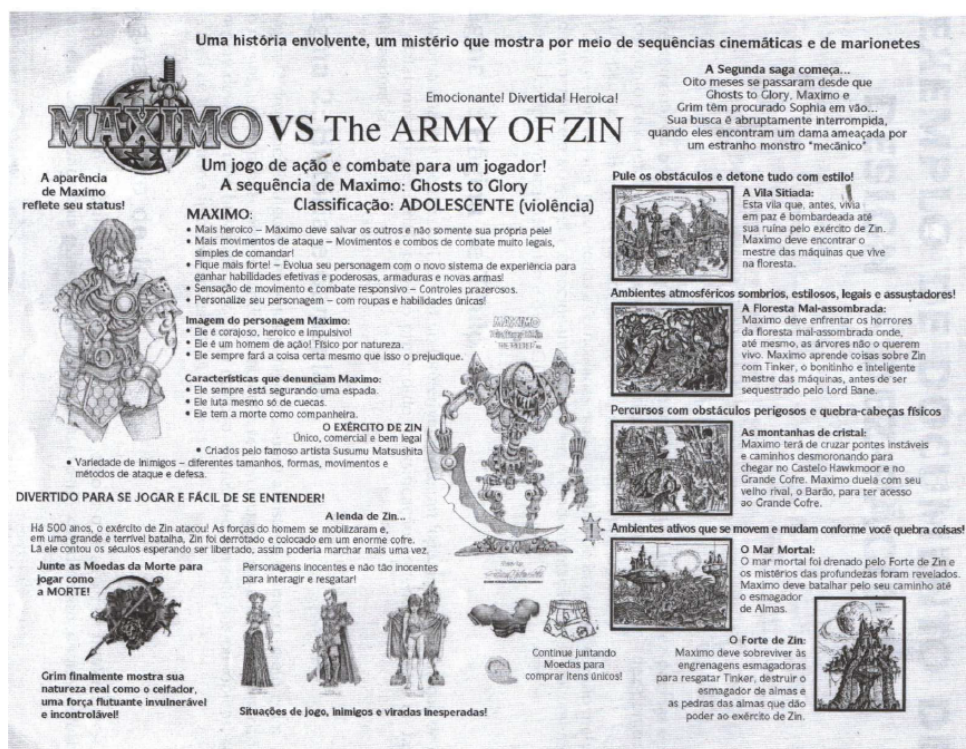
Seu foco está na comunicação rápida da essência do projeto, apresentando informações como o estilo do jogo, o conceito central, o público-alvo, as mecânicas principais, o estilo visual e, em alguns casos, a proposta de valor ou diferencial do jogo (ADAMS, 2010; CRUZ et al., 2023a). Este tipo de documento é amplamente utilizado nas fases iniciais do desenvolvimento, especialmente durante o *pitch* para investidores ou durante sessões de *brainstorming*.

Figura 2 – Exemplo de um One Page GDD.



Fonte: Extraído de Osorio (2016).

Figura 3 – Exemplo de um One Page GDD.



Fonte: Extraído de Rogers (2010).

Sua principal vantagem é a clareza e objetividade. Ao obrigar os designers a sintetizarem a ideia do jogo em poucos parágrafos ou blocos visuais, o *One Page GDD* favorece o alinhamento rápido entre os membros da equipe e facilita a iteração de ideias de forma ágil.

O *Ten Page GDD*, por sua vez, é um documento mais robusto, com aproximadamente dez páginas ou mais, que explora detalhadamente os aspectos do jogo. Este formato é recomendado para estágios avançados de desenvolvimento, quando a ideia já foi validada e a equipe precisa de um plano de execução mais minucioso.

Entre os elementos que compõem o *Ten Page GDD*, destacam-se: o estilo do jogo, descrição aprofundada das mecânicas de jogo; desenvolvimento da narrativa, personagens e diálogos; design de níveis e desafios; diretrizes de arte e trilha sonora; requisitos técnicos (motor gráfico, plataformas-alvo, performance); estratégias de monetização e marketing, se aplicável. A *game engine* [Unity Technologies \(2020\)](#), por exemplo, possui um modelo desse GDD, apresentado na Figura 4, sugerido aos seus usuários.

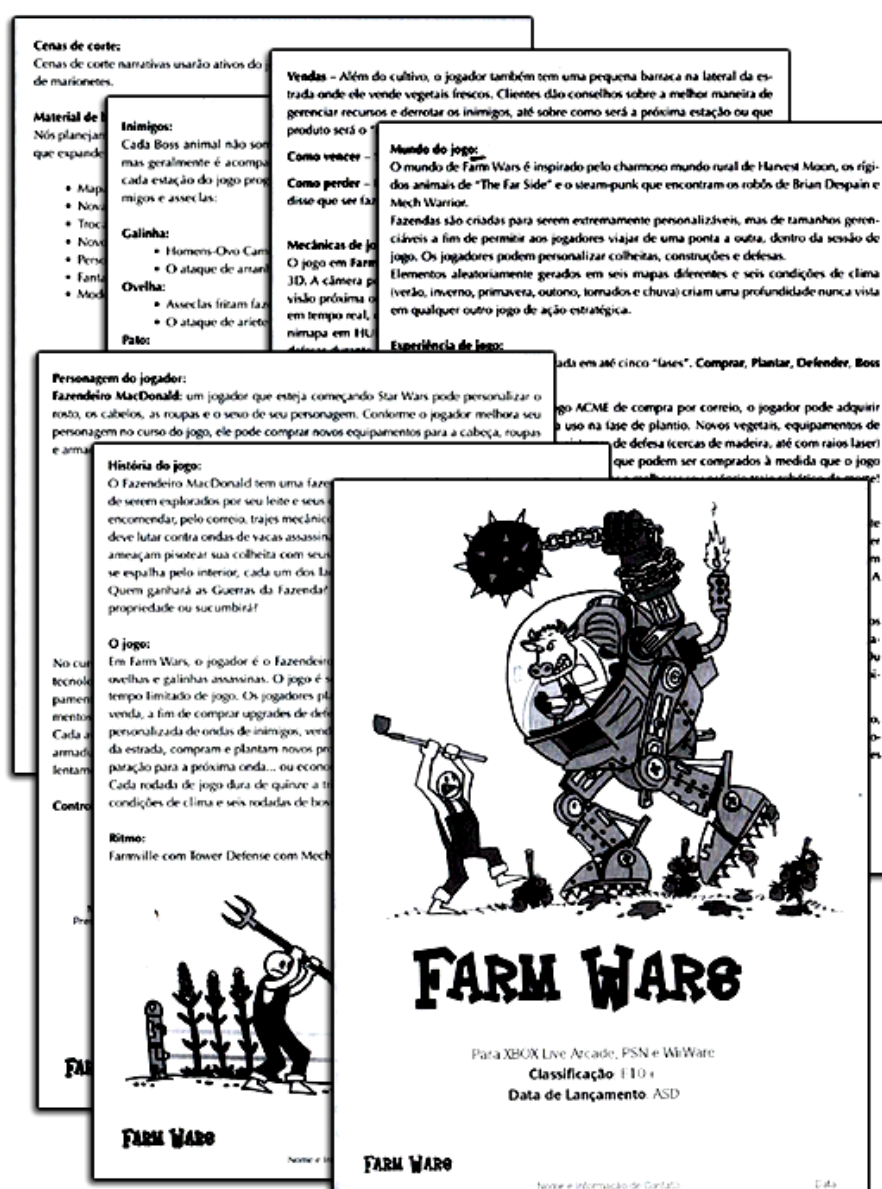
Figura 4 – Modelo de Ten Page GDD da Unity.

The image shows a stack of ten overlapping document pages, representing a 'Ten Page GDD' template. The top page is titled 'GAME DESIGN DOCUMENT (GDD) TEMPLATE' and features the Unity logo. It contains sections for 'Game Name', 'Genre', 'Game Elements', 'Player', 'Technical Specs', 'View', 'Platform', and 'Language'. The other pages in the stack show various sections like 'User Interface (UI)', 'Player Definition', 'Game Flowchart', 'Key Features', 'Device', 'DESIGN', 'Play', 'Game', and 'Gameplay'.

Fonte: Adaptado de de [Unity Technologies \(2020\)](#).

Esse tipo de GDD é essencial em equipes maiores, onde a divisão de tarefas e a complexidade do jogo exigem um alinhamento mais técnico e detalhado entre os diferentes departamentos envolvidos. Além disso, ele serve como referência contínua durante o desenvolvimento, evitando retrabalhos e inconsistências. É possível observar todas essas características no exemplo apresentado por Rogers (2010) na Figura 5.

Figura 5 – Modelo de Ten Page GDD do livro Level Up!.



Fonte: Adaptado de de Rogers (2010).

Embora distintos em escopo, os dois formatos não são excludentes. É comum que o *One Page GDD* seja utilizado como ponto de partida, funcionando como um resumo executivo ou canvas conceitual do projeto. À medida que o jogo evolui e requer especificações mais precisas, o documento se expande e se transforma em um *Ten Page GDD*, incorporando detalhes técnicos e criativos essenciais à produção.

Essa flexibilidade de formatos permite que o GDD acompanhe o ciclo de vida do jogo, desde a concepção até a implementação e comercialização, adaptando-se às necessidades de cada fase do desenvolvimento.

3.3.2 Diferença para outros tipos de documentação de software

Diferente de documentos técnicos convencionais da engenharia de software, como o *Software Requirements Specification* (SRS), o Documento de Arquitetura de Software (SAD) ou o Documento de Especificação Funcional, o *Game Design Document* (GDD) apresenta uma natureza híbrida e interdisciplinar. Enquanto documentos clássicos visam capturar requisitos de sistema de forma objetiva e técnica, com foco em desempenho, segurança, integridade e manutenção (PRESSMAN; MAXIM, 2020; SOMMERVILLE, 2016), o GDD vai além ao incorporar aspectos subjetivos como narrativa, estética, experiência do usuário e emoções evocadas durante a interação com o jogo (MOTTA; JUNIOR, 2013; KRAMARZEWSKI; NUCCI, 2018).

Autores como Parnas (1972), Sommerville (2001), Martin (2013), Page (2017) defendem que a documentação de software deve ser precisa, modular, clara e voltada à manutenibilidade. Já o GDD, embora compartilhe algumas dessas qualidades estruturais, se distingue por seu papel simultaneamente técnico e criativo. Ele precisa traduzir ideias abstratas em formatos compreensíveis por diferentes perfis profissionais — programadores, artistas, músicos, designers, roteiristas e gestores de produto. Trata-se, portanto, de um documento tanto descritivo quanto prescritivo, que mescla a lógica funcional da engenharia de software com a liberdade expressiva típica das indústrias criativas (ROUSE, 2004; THOMPSON; BERBANK-GREEN; CUSWORTH, 2007; ROGERS, 2010).

Além disso, o GDD se difere em termos de granularidade e adaptação ao longo do ciclo de vida do projeto. Documentos como o SRS são, tradicionalmente, mais rígidos e voltados à validação de requisitos específicos do cliente e à formalização de contratos de entrega (SOMMERVILLE, 2016). O GDD, por sua vez, é um artefato vivo, constantemente atualizado em resposta a testes de jogabilidade, *feedback* da equipe, protótipos iterativos e mudanças de direção criativa. Essa característica o aproxima de práticas ágeis e centradas no design iterativo, como as defendidas por Rogers, Sharp e Preece (2013) e Pressman e Maxim (2020) no contexto da prototipagem e do desenvolvimento orientado ao usuário.

Outro ponto relevante é que, enquanto documentos como o SAD focam em estruturas arquitetônicas, componentes, padrões de design e diagramas UML (*Unified Modeling Language*), o GDD se ocupa em descrever universos narrativos, sistemas de recompensa, estruturas de níveis, curvas de dificuldade e fluxos de emoção, temas que não fazem parte do escopo tradicional da engenharia de software, mas que são

cruciais para a experiência do jogador (SALEN; ZIMMERMAN, 2003; KOSTER, 2013; ROGERS; SHARP; PREECE, 2013; CARDOSO, 2022).

Tabela 9 – Comparação entre GDD e documentos técnicos tradicionais de software

Aspecto	Game Design Document (GDD)	Software Requirements Specification (SRS)	Documento de Arquitetura de Software (SAD)
Objetivo Principal	Comunicar a visão criativa e técnica de um jogo; alinhar equipes multidisciplinares	Especificar requisitos funcionais e não funcionais do sistema de forma precisa e validável	Descrever a arquitetura técnica, componentes e decisões estruturais do sistema
Natureza	Híbrida (técnica, criativa, narrativa e estética)	Técnica e formal	Técnica, abstrata e estrutural
Flexibilidade	Alta; documento dinâmico e iterativo	Baixa; costuma ser mais rígido e versionado formalmente	Moderada; atualizado com mudanças arquiteturais planejadas
Público-alvo	Designers, artistas, roteiristas, programadores, músicos, produtores	Engenheiros de software, analistas de requisitos, clientes	Arquitetos de software, engenheiros, líderes técnicos
Foco de Conteúdo	Mecânicas de jogo, narrativa, estética visual e sonora, experiência do jogador	Funcionalidades, regras de negócio, restrições, critérios de aceitação	Componentes, interfaces, padrões, diagramas UML, decisões técnicas
Formato Comum	Texto livre, listas, wireframes, fluxogramas narrativos, mockups	Especificação estruturada (IEEE 830), tabelas e modelos formais	Diagramas UML, tabelas técnicas, descrições formais
Relação com o usuário final	Alto foco na experiência do jogador; incorpora elementos subjetivos	Foco em requisitos objetivos do cliente e usuários do sistema	Indireto; abstrai aspectos técnicos invisíveis ao usuário final

Por fim, é importante destacar que o GDD opera como interface entre linguagens — traduzindo abstrações criativas em implementações técnicas. Sua principal virtude é, portanto, a capacidade de ser simultaneamente funcional e inspirador, técnico e conceitual. Isso exige do redator do GDD habilidades únicas de comunicação e de articulação entre domínios, tornando-o um artefato singular na prática do desenvolvimento de jogos digitais.

O *Game Design Document* no desenvolvimento de jogos digitais atua como o núcleo organizador das ideias, metas e requisitos de um projeto. Ao oferecer uma estrutura que equilibra planejamento detalhado e adaptabilidade criativa, o GDD permite que equipes multidisciplinares colaborem de forma coordenada e eficiente.

Com a evolução da indústria de jogos, o GDD tende a se transformar, incorporando novas abordagens de design e práticas de documentação. No entanto, sua função fundamental é garantir a consistência da visão do jogo e servir como ponto de referência compartilhado, o que permanece central para o sucesso de qualquer projeto de desenvolvimento de jogos.

3.4 Considerações Finais

O Capítulo 3 apresentou as principais abordagens metodológicas aplicadas ao desenvolvimento de jogos digitais, ressaltando sua complexidade interdisciplinar. Diferente de sistemas tradicionais de software, os jogos demandam a integração entre lógica técnica, estética visual, narrativa e experiência do usuário, o que exige métodos de desenvolvimento iterativos, flexíveis e centrados no jogador.

Foram discutidas práticas como metodologias ágeis (Scrum, Kanban), *frameworks* específicos de game design (como MDA, DDE e CEGE), e a importância da prototipagem rápida e do design iterativo, que se consolidam como pilares fundamentais na produção de jogos contemporâneos. Além disso, a análise do setor destacou as diferenças entre estúdios AAA e desenvolvedores independentes, evidenciando como diferentes estruturas organizacionais influenciam processos, inovação e tomada de decisões.

Nesse contexto, o *Game Design Document* (GDD) emergiu como um elemento-chave para o alinhamento entre áreas técnicas e criativas. Sua flexibilidade o torna essencial tanto em grandes equipes quanto em pequenos projetos, funcionando como uma ferramenta viva que acompanha as transformações do jogo ao longo do tempo.

Esses fundamentos estabelecem as bases para o Capítulo 4, que aborda os jogos sérios como instrumentos pedagógicos voltados ao desenvolvimento do pensamento computacional, explorando como elementos lúdicos podem ser integrados a estratégias educacionais de forma eficaz.

4 Jogos sérios para pensamento computacional

Este capítulo apresenta os conceitos explorados para o desenvolvimento do estudo, bem como os fundamentos teóricos e práticos que sustentam o uso de jogos sérios como estratégia para o ensino de pensamento computacional na educação básica. A proposta parte da compreensão de que os jogos podem oferecer experiências de aprendizagem mais envolventes, contextualizadas e eficazes, especialmente quando alinhados a objetivos pedagógicos claros e integrados às diretrizes curriculares nacionais.

Ao longo do capítulo, são discutidas as principais categorias de jogos sérios, seus desafios de design e avaliação, e sua aplicabilidade no contexto escolar, com ênfase nas competências propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A análise estabelece a relevância dos jogos como mediadores do ensino de habilidades computacionais, evidenciando como eles podem ser aplicados tanto em ambientes digitais quanto em propostas desplugadas, tornando-se acessíveis e adaptáveis a diferentes realidades educacionais.

4.1 Jogos Sérios

Jogos sérios (*serious games*) são jogos digitais ou analógicos desenvolvidos com um propósito primário que vai além do entretenimento. Embora utilizem estilos e mecânicas lúdicas semelhantes às dos jogos comerciais, sua função central é apoiar processos de ensino, treinamento, sensibilização, mudança de comportamento ou tomada de decisão (SUSI; JOHANNESSEN; BACKLUND, 2007; LAAMARTI; EID; SADDIK, 2014; DÖRNER et al., 2016). Esse tipo de jogo tem sido amplamente adotado em contextos educacionais, corporativos, de saúde, defesa, mobilização social e formação profissional (ULLAH et al., 2022; DAMAŠEVIČIUS; MASKELIŪNAS; BLAŽAUSKAS, 2023).

A proposta dos jogos sérios se sustenta na ideia de que a interatividade e o engajamento proporcionados por sistemas lúdicos podem potencializar a aprendizagem significativa e a retenção de conhecimento (LOIOLA, 2020). Ao permitir que o jogador explore cenários simulados, tome decisões e observe as consequências de suas ações em um ambiente seguro, os jogos sérios se mostram eficazes para desenvolver tanto competências cognitivas quanto habilidades socio-emocionais (FERREIRA; CABRAL, 2004; SALLES et al., 2023; LEE et al., 2024).

4.1.1 Classificações e Domínios de Aplicação

Jogos sérios podem ser classificados segundo seus domínios de aplicação e objetivos principais (PEREIRA; CYSNEIROS; AGUIAR, 2019), abrangendo categorias como, por exemplo: jogos educacionais, jogos para treinamento e simulação, jogos voltados à reabilitação e à saúde, jogos para conscientização social e jogos com finalidade empresarial ou corporativa. Essas categorias não são excludentes, não se esgotam em si e, muitas vezes, se sobrepõem, especialmente em jogos que abordam competências múltiplas ou combinam aprendizado técnico com desenvolvimento pessoal e social. Essa classificação dos jogos sérios por domínio de aplicação é resultado da consolidação de categorias recorrentes na literatura especializada ao longo dos anos. Essa tipologia aparece com variações em diversos estudos e revisões sistemáticas que mapeiam o campo dos *serious games* (GILLERN; NASH, 2024; DAMAŠEVIČIUS; MASKELIŪNAS; BLAŽAUSKAS, 2023; LEE et al., 2024; MAXIM; ARNEDO-MORENO, 2025; GUNDERSEN; LAMPROPOULOS, 2025).

Jogos educacionais constituem uma das categorias mais consolidadas dentro do campo dos jogos sérios. Seu objetivo é facilitar o aprendizado de conteúdos escolares ou acadêmicos por meio de experiências interativas e contextuais (LIMA et al., 2021; TORRENS et al., 2021). Estudos mostram que, ao promover o envolvimento ativo do aluno, esses jogos favorecem a retenção de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores, como análise e síntese (LIMA et al., 2021; CHEN et al., 2023). Além disso, jogos educacionais podem ser aplicados em diversas disciplinas, desde matemática e ciências até linguagem e pensamento computacional, com potencial para atender diferentes estilos de aprendizagem.

Jogos de treinamento e simulação são amplamente utilizados em ambientes profissionais e técnicos, como forças armadas, aviação, saúde e indústria. Eles permitem a reprodução de cenários complexos em ambientes controlados, nos quais o usuário pode praticar decisões e ações com segurança (MEIRELLES, 2022). Um exemplo é o uso de simuladores cirúrgicos para treinar médicos em procedimentos de alta precisão (BABY et al., 2016; CHANCAY et al., 2024). Segundo Facchino et al. (2025), esses jogos contribuem para o desenvolvimento de competências práticas, redução de erros e maior preparação para situações reais, sem os riscos envolvidos no treinamento direto.

Na área da saúde, jogos sérios têm sido utilizados tanto para reabilitação física e cognitiva quanto para promoção de hábitos saudáveis (VIEIRA et al., 2021; PLECHATÁ; NEKOVÁŘOVÁ; FAJNEROVÁ, 2021). Jogos voltados à fisioterapia, por exemplo, usam sensores de movimento para estimular exercícios repetitivos de forma lúdica (TRASSI et al., 2022), enquanto jogos voltados ao bem-estar mental ajudam no

manejo de ansiedade, depressão ou transtornos do neurodesenvolvimento (COSTA, 2022). Conforme relatado por Huang, Lu e Yang (2023), essa abordagem oferece ganhos em adesão ao tratamento, motivação e resultados clínicos, sobretudo quando combinada a estratégias terapêuticas convencionais.

Jogos com foco em conscientização social buscam sensibilizar o jogador sobre questões éticas, ambientais, políticas ou culturais (CALVO-MORATA; FERNÁNDEZ-MANJÓN, 2022). Eles são frequentemente utilizados em campanhas de direitos humanos, sustentabilidade, diversidade e cidadania, oferecendo experiências que desafiam o jogador a refletir sobre suas ações e decisões. Um exemplo é o jogo *Papers, Please*, que simula o trabalho de um agente de imigração e levanta dilemas morais sobre fronteiras, vigilância e obediência (CAROLAN, 2021). De acordo com Kurian e Saad (2024), jogos persuasivos desse tipo não apenas informam, mas envolvem emocionalmente o jogador, promovendo empatia e consciência crítica.

Por fim, jogos empresariais e corporativos são usados em processos de capacitação, *onboarding* e desenvolvimento de competências em contextos organizacionais (Mattsson, Nurminen e Reunanen (2019), Kinitzki et al. (2019). Eles simulam situações de trabalho, tomadas de decisão e dinâmicas de equipe, visando melhorar a performance e o alinhamento estratégico dos colaboradores (ALTOMARI et al., 2023). Segundo Velez e Alonso (2025), esses jogos aumentam a eficácia de treinamentos internos ao proporcionar *feedback* imediato, contextualização prática e maior retenção de conteúdos, sendo aplicados em áreas como vendas, gestão de projetos, segurança do trabalho e atendimento ao cliente.

Essas diferentes categorias demonstram a versatilidade dos jogos sérios como ferramenta de mediação entre conhecimento e prática, e reforçam sua relevância em múltiplos setores sociais. Além disso, os limites entre elas são frequentemente fluidos, com muitos jogos abordando simultaneamente aspectos educacionais, sociais e corporativos, o que exige abordagens metodológicas integradas para seu desenvolvimento e avaliação.

4.1.2 Desafios de Design e Avaliação

O desenvolvimento de jogos sérios envolve o desafio fundamental de equilibrar dois eixos de natureza distinta: o *ludus*, que corresponde à estrutura lúdica do jogo — seu estilo, suas regras, mecânicas, dinâmicas e estética — e a *seriousness*, que diz respeito ao objetivo funcional ou extra-lúdico do jogo, como ensinar, treinar, conscientizar ou modificar comportamentos (CUNNINGHAM, 2019). Essa tensão entre entretenimento e utilidade prática é uma característica estrutural dos jogos sérios e exige dos designers um esforço contínuo para integrar conteúdos pedagógicos ou informativos sem comprometer a agência do jogador, a imersão ou o prazer de jogar

(DANKOV; BONTCHEV, 2020; AMARA; SALLAMI; SAID, 2022; AMARA; SELLAMI; SAID, 2024a).

Uma das dificuldades mais recorrentes reside no risco de que o conteúdo instrucional sobreponha-se à ludicidade, tornando a experiência automática, previsível ou excessivamente didática — o que pode desmotivar o jogador e comprometer sua eficácia (FERNÁNDEZ-MANJÓN et al., 2015; DIMITRIADOU et al., 2021). Por outro lado, quando o jogo privilegia demais o entretenimento, há o risco de que os objetivos formativos sejam diluídos ou negligenciados, transformando o jogo sério em um produto com baixa transferência de aprendizagem (RAYBOURN; BOS, 2005; DIMITRIADOU et al., 2021). Esse equilíbrio exige estratégias específicas de design instrucional alinhadas ao estilo e às mecânicas do jogo desde a concepção do projeto (LESTER et al., 2023), evitando assim algo como um jogo tipo "quebra-cabeça com conteúdo", quando o conteúdo educativo é simplesmente encaixado em estruturas genéricas de jogo, sem integração real.

Outro desafio importante está relacionado à adequação do jogo ao público-alvo (DIMITRIADOU et al., 2021; SETIAWAN; ABIDIN; RAHAYU, 2023). Jogos sérios são frequentemente desenvolvidos para grupos específicos, como estudantes do ensino fundamental, profissionais da saúde ou públicos com necessidades especiais. Isso requer decisões cuidadosas de acessibilidade, linguagem, dificuldade e contexto cultural. Conforme apontado tanto por Fornós e Beier (2024) quanto por Sanz, Artola e Baldassarri (2024), o fracasso em adaptar o design às características cognitivas e socioculturais do público pode comprometer não apenas a aprendizagem, mas a aceitação do jogo como ferramenta válida.

No que se refere à avaliação, os jogos sérios demandam métodos que abarquem múltiplas dimensões como eficácia pedagógica (se o conteúdo foi aprendido) (LIN, 2024; Saldarriaga, 2025), usabilidade (se o jogo é funcional e acessível) (AMARA; SELLAMI; SAID, 2024b; DIAS, 2023), engajamento (nível de motivação e imersão) (VIEIRA; SILVA; VICENTE, 2022; BROWN, 2024) e transferência de aprendizagem (se os conhecimentos ou habilidades são aplicados fora do ambiente do jogo) (RADWAN, 2023; CHAN, 2023). A literatura recente propõe modelos mistos de avaliação que combinam abordagens qualitativas e quantitativas, como a triangulação entre testes de desempenho, entrevistas, análise de dados de jogabilidade e observação em campo (MAYER, 2012; TORI; TORI; NUNES, 2022; ULLAH et al., 2022).

Ferramentas comuns incluem pré e pós-testes aplicados aos jogadores (ARE-VALO et al., 2021), rubricas de avaliação definidas por especialistas (HUMMEL et al., 2024), registros audiovisuais de sessões de jogo (ETIENNE et al., 2023), diários reflexivos (AHMAD; LIUKKUNEN, 2021), *feedback* direto dos usuários (BRESSLER et al., 2024) e, mais recentemente, técnicas de *learning analytics* que extraem dados

comportamentais do próprio sistema do jogo (DAOUDI, 2022; RIVERA-USCANGA; ROSALES-MORALES; BENÍTEZ-GUERRERO, 2025). Esses dados podem revelar padrões de interação, escolhas de caminhos, tempo de resposta, taxa de sucesso, entre outros indicadores úteis para compreender o processo de aprendizagem em tempo real.

Ainda assim, a ausência de padrões amplamente aceitos de avaliação dificulta a comparação entre jogos sérios e limita sua adoção institucional, especialmente em ambientes formais de ensino ou capacitação profissional (MAYER et al., 2014; OLEJNICZAK; NEWCOMER; MEIJER, 2020; DAMAŠEVIČIUS; MASKELIŪNAS; BLAŽAUSKAS, 2023). A criação de protocolos mais robustos e replicáveis de avaliação continua sendo uma demanda da comunidade científica e de desenvolvedores da área.

Em síntese, o design e a avaliação de jogos sérios exigem um olhar interdisciplinar que articule conhecimentos de design de jogos, educação, psicologia, ciência de dados e experiência do usuário. O sucesso de um jogo sério está menos em sua capacidade de “ensinar conteúdos” diretamente e mais na forma como promove engajamento significativo com o conhecimento por meio da interação lúdica cuidadosamente planejada.

4.1.3 Jogos Sérios na Educação Básica

A utilização de jogos sérios na educação básica (abrangendo o ensino fundamental e médio) tem se intensificado nos últimos anos, impulsionada por políticas educacionais voltadas à inovação pedagógica, pelo avanço das tecnologias digitais e pelo crescimento de abordagens centradas no aluno (SANTOS; BÍSCARO, 2019; CARDOSO et al., 2023). Nesse contexto, os jogos sérios surgem como ferramentas compatíveis com metodologias ativas (SANTOS; OLIVEIRA, 2022), promovendo aprendizagem significativa por meio da interação, da experimentação e da resolução de problemas em ambientes virtuais ou híbridos.

A aplicação desses jogos abrange diferentes áreas do conhecimento, com destaque para o ensino de pensamento computacional, alfabetização digital, ciências, matemática e línguas (ALMEIDA et al., 2024). No caso específico do pensamento computacional, por exemplo, jogos sérios têm sido utilizados para desenvolver habilidades como decomposição de problemas, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos — competências previstas em diretrizes como a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e reconhecidas como essenciais à formação do cidadão na sociedade digital (NIPO; RODRIGUES; FRANÇA, 2022; BRITO, 2023; CARUSO; CAVALHEIRO; AGUIAR, 2023). O uso de jogos nesse campo permite que os estudantes pratiquem conceitos computacionais de forma prática, lúdica e contextualizada, mesmo sem a mediação direta de linguagens de programação formais.

Além da aquisição de conteúdos específicos, jogos sérios aplicados à educação básica contribuem para o desenvolvimento de habilidades socio-emocionais e metacognitivas, como colaboração, tomada de decisão, criatividade, pensamento crítico e perseverança (SALLES et al., 2023; LEE et al., 2024). Segundo Darolt, Meneguetti e Fraga (2023), experiências de aprendizagem mediadas por jogos favorecem a autonomia do estudante e fortalecem a motivação intrínseca, criando um ambiente mais propício ao engajamento contínuo com os conteúdos escolares.

A efetividade desses jogos, no entanto, depende de sua integração planejada ao currículo, do alinhamento entre seus objetivos pedagógicos e as competências da etapa de ensino, bem como da mediação docente (CRUZ et al., 2022; RODRIGUES, 2022). Professores exercem um papel fundamental na seleção, contextualização e acompanhamento do uso dos jogos, atuando como facilitadores do processo de aprendizagem e promovendo reflexões que extrapolam a experiência lúdica imediata (CAMARGO; DAROS, 2021; PENA, 2025). Essa mediação também é importante para garantir a acessibilidade, a equidade de participação e a adaptação dos jogos às realidades locais e regionais.

Outro aspecto relevante é a infraestrutura tecnológica disponível nas escolas. A adoção de jogos sérios digitais requer dispositivos compatíveis, conexão estável à internet e, muitas vezes, formação docente em tecnologias educacionais (BARROS; ISSEMGUELE, 2024; SOUZA, 2023). Em regiões onde esses recursos são limitados, alternativas como jogos analógicos, híbridos ou jogos digitais de baixa complexidade têm sido exploradas como formas viáveis de implementação (GOMES, 2024; CUNHA et al., 2025).

Há ainda desafios relacionados à avaliação da aprendizagem mediada por jogos. Como discutido anteriormente, os jogos sérios demandam estratégias de avaliação que considerem aspectos de desempenho, engajamento, raciocínio e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. Ferramentas como relatórios automáticos gerados pelo próprio jogo, portfólios digitais e autoavaliações guiadas têm sido propostas como formas de captar evidências de aprendizagem que vão além das métricas tradicionais (JÚNIOR, 2022; MALPARTIDA; RODRIGUES, 2024; SILVA, 2024).

Portanto, a aplicação de jogos sérios na educação básica representa uma oportunidade relevante para renovar práticas pedagógicas, aproximar os conteúdos escolares da cultura digital dos estudantes e promover aprendizagens mais duradouras e contextualizadas. Quando bem planejados e acompanhados por uma estratégia didática consistente, esses jogos podem se tornar aliados na construção de competências essenciais para a vida no século XXI.

4.2 Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A integração da Computação à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), efetivada pelo suplemento de fevereiro de 2022, caracteriza-se como um avanço estratégico na educação brasileira, reconhecendo esta área como fundamental ao desenvolvimento não apenas de competências cognitivas, mas também criativas, críticas e éticas. O documento delineia três eixos estruturantes: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital, articulados de forma progressiva ao longo de toda a Educação Básica, da Educação Infantil ao Ensino Médio ([Ministério da Educação \(Brasil\), 2022](#)). O propósito é formar estudantes capazes de interpretar, criticar e produzir no ambiente digital, consolidando um letramento computacional que transcenda a simples familiaridade com ferramentas tecnológicas.

Entretanto, dados recentes do CIEB, da Fundação Telefônica Vivo e da Undime apontam lacunas expressivas na adesão à BNCC Computação: em 2023, 21% das redes municipais não ofertavam conteúdos de Computação nos anos iniciais, esse índice ascendia a 37% na Educação Infantil e atingia 17% nos anos finais do Ensino Fundamental ([Conviva Educação, 2023](#)). O prazo para implementação, estabelecido para outubro de 2023, encontra-se largamente descumprido, muitas escolas sequer têm conhecimento de que essa normativa existe ([Nova Escola, 2023](#)). Diante disso, o MEC intensificou seminários e oficinas e planeja condicionar a partir de 2026 o repasse de parte dos recursos do Fundeb ao cumprimento das diretrizes da BNCC Computação ([Fundação Telefônica Vivo, 2023](#)).

A literatura sustenta a relevância dessa iniciativa, destacando, por exemplo, a eficácia de abordagens desplugadas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional em etapas iniciais da educação, promovendo habilidades como lógica e criatividade mesmo sem recursos tecnológicos avançados ([NASCIMENTO et al., 2024](#)). Além disso, estudos como o de [Brackmann \(2017b\)](#) e de [Santos, Nascimento e Oliveira \(2023\)](#) reforçam o tripé formado por formação docente, infraestrutura adequada e materiais didáticos de qualidade como condição *sine qua non* para a implementação efetiva da computação na Educação Básica.

A formação continuada dos professores é outro ponto crítico, muitos docentes do Ensino Médio no Brasil não se sentem aptos a ensinar Pensamento Computacional, mencionando falta de tempo, escassez de recursos e dificuldades em romper com modelos conservadores de ensino ([GUARDA; DURAN, 2024](#); [GUARDA; SILVEIRA, 2023](#); [GUARDA; PINTO, 2023](#)). Frequentemente, as iniciativas ficam restritas ao eixo da cultura digital, sem avançar para componentes técnicos e algorítmicos da computação.

Para além dos desafios pedagógicos, há carência de infraestrutura, apenas uma minoria das escolas brasileiras reúne condições adequadas de conectividade e

equipamentos, sobretudo nas regiões de menor renda (OLIVEIRA; FRANÇA, 2024; SOUZA; FALCÃO, 2024; COELHO et al., 2025). Isso reforça a necessidade de políticas públicas que assegurem recursos tecnológicos e apoio técnico estruturado para os sistemas de ensino.

Assim, a BNCC Computação assume papel central no fortalecimento da educação digital no Brasil, mas sua eficácia depende da articulação de três pilares: capacitação docente, infraestrutura e materiais pedagógicos contextualizados. Atividades interdisciplinares, programação e sistemas desplugados, bem como a adoção de *frameworks* pedagógicos para guiar práticas inovadoras têm-se mostrado caminhos para articular esses três pilares. O futuro da computação na educação brasileira depende da convergência entre diretrizes curriculares, formação profissional e investimento contínuo nas bases tecnológicas e humanas do sistema.

4.2.1 Mundo Digital

O eixo **Mundo Digital** está centrado na familiarização com dispositivos computacionais, no entendimento de seus componentes (hardware e software) e na relação entre o ser humano e as tecnologias (SANTOS; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2023). Já nos anos iniciais, os estudantes são incentivados a identificar diferentes formas de interação com tecnologias como toque, voz e sensores, desenvolvendo noções de interfaces e funcionamento de máquinas (GUARDA; VALLE; OLIVEIRA, 2025). A habilidade de compreender a lógica por trás desses dispositivos fundamenta-se na alfabetização tecnológica, como defendem autores como Papert (1980) e Wing (2006), e prepara o estudante para uma sociedade cada vez mais mediada por tecnologia.

Esse processo formativo busca desenvolver nos estudantes a habilidade de reconhecer e compreender o funcionamento dos dispositivos computacionais que permeiam seu cotidiano, indo além da mera operação instrumental (SANTOS et al., 2021; GUARDA; VALLE; OLIVEIRA, 2025). Conforme apontam Papert (1980) e retomado por Wing (2006), a familiarização com a lógica subjacente aos sistemas computacionais é um passo fundamental para a constituição de um pensamento computacional robusto, sendo também um meio para formar sujeitos autônomos, criativos e preparados para atuar em uma sociedade cada vez mais tecnologicamente mediada.

Nos primeiros anos escolares, a BNCC propõe que os alunos explorem diferentes formas de interação com a tecnologia (como toque, gestos, comandos de voz e sensores) (Ministério da Educação (Brasil), 2022), de modo a compreender as lógicas de funcionamento por trás de interfaces gráficas, assistentes virtuais e dispositivos inteligentes (GUARDA, 2024; LUCAS, 2025). Essa exposição precoce favorece o desenvolvimento de uma mentalidade investigativa e exploratória (RIBEIRO et al.,

2022b; SOARES; SILVA, 2024), permitindo que os discentes associem os componentes físicos (como processadores, sensores e atuadores) aos processos lógicos (como tomada de decisão automatizada, entrada e saída de dados e resposta a estímulos do ambiente).

Além disso, a abordagem do eixo Mundo Digital se articula com os pressupostos da cultura digital e da educação crítica em tecnologia, ao reconhecer a centralidade das tecnologias digitais na constituição das práticas sociais contemporâneas (OLIVEIRA et al., 2024). A formação dos estudantes, portanto, não se limita à manipulação técnica de dispositivos, mas envolve também a reflexão ética, social e epistemológica sobre o papel das tecnologias na vida cotidiana, no trabalho e na cidadania (ELIAS; LEMOS, 2025; HEINSFELD; SILVA, 2018; GUT; CASAGRANDE; PONTIN, 2025).

Dessa forma, o eixo Mundo Digital cumpre um papel estruturante na formação educacional contemporânea, ao proporcionar aos estudantes as bases cognitivas e práticas para interpretar, questionar e modificar os sistemas computacionais com os quais interagem. Trata-se de um processo que integra os princípios da computação à formação geral do indivíduo, reconhecendo que, na era digital, compreender como a tecnologia funciona é tão fundamental quanto saber ler, escrever ou calcular.

4.2.2 Cultura Digital

O eixo **Cultura Digital** enfatiza o uso seguro, ético e responsável das tecnologias. Ele propõe o desenvolvimento de comportamentos conscientes diante dos desafios contemporâneos, como privacidade, direitos autorais e cidadania digital (SILVA; FRANÇA, 2023; SILVA; SILVA, 2024). Os estudantes são estimulados a refletir sobre o impacto da tecnologia na vida cotidiana, desenvolvendo uma postura crítica frente ao consumo digital (LEITE; SOUZA; GOMES, 2024). A BNCC propõe o desenvolvimento dessas habilidades por meio de atividades práticas, como portfólios, jogos e discussões sobre *cyberbullying* e sustentabilidade (Ministério da Educação (Brasil), 2022), o que dialoga com perspectivas como as de Buckingham (2023), que defende a educação para a mídia como parte do currículo escolar.

Essa proposta envolve não apenas o domínio instrumental de ferramentas digitais, mas, sobretudo, a formação de uma postura reflexiva diante das práticas culturais mediadas por tecnologia. Nesse sentido, temas como privacidade, proteção de dados, direitos autorais, uso ético da informação, identidade digital, algoritmos e seus vieses, além da sustentabilidade tecnológica, são colocados em evidência como conteúdos formativos (MARINHO et al., 2019; ROFFI et al., 2023; ALMEIDA, 2025). A BNCC orienta que tais competências sejam promovidas por meio de estratégias pedagógicas que envolvam a participação ativa dos estudantes em situações-problema, projetos interdisciplinares, produção de portfólios digitais, jogos educativos e discussões sobre

temáticas como *cyberbullying*, discurso de ódio e desinformação (VASCONCELOS; NETO; ECHENIQUE, 2017; MACHADO; AMORIM; BARROS, 2021; TONIN et al., 2022; SILVA; SILVA; XAVIER, 2025).

O referencial teórico que sustenta esse eixo encontra respaldo em autores como Buckingham (2023), Cavalheiro (2024) e Araujo (2020), que argumentam a favor da incorporação da educação midiática no currículo escolar como forma de promover a autonomia crítica dos sujeitos em relação à cultura digital. Para os autores, a alfabetização midiática não deve se restringir à capacidade de operar dispositivos, mas deve abranger a análise crítica das mensagens, dos meios e das plataformas com os quais os indivíduos interagem, permitindo que compreendam os interesses políticos, econômicos e culturais por trás da produção e circulação de conteúdo digital.

Essa perspectiva pode ser percebida nas competências participativas no contexto da cultura digital, onde a cidadania passa a envolver não apenas o consumo, mas também a produção colaborativa de conhecimento e conteúdo (SILVA; FRANÇA, 2023; FIUZA; SANTOS et al., 2021; FERRAZ, 2023). Nesse contexto, o eixo Cultura Digital busca preparar os estudantes para navegar por ambientes digitais de forma segura e engajada, promovendo a literacia digital em múltiplas dimensões: informacional, comunicacional, midiática e ética.

Além disso, a abordagem da Cultura Digital se articula com os princípios da cidadania global e dos direitos humanos, ao considerar que o acesso equitativo às tecnologias, bem como a compreensão crítica de seus usos e consequências, são fatores determinantes para a inclusão social e para o exercício pleno da cidadania no século XXI (GOMES; SOUZA, 2020; JUNIOR; ALMEIDA; ALMEIDA, 2021; PEREIRA; FRANÇA, 2022; SILVEIRA; HORTO, 2024). Isso implica reconhecer que a educação digital não pode ser neutra, devendo considerar contextos sociais, culturais e econômicos diversos, a fim de reduzir desigualdades e ampliar a participação ativa dos sujeitos no mundo digital.

Assim, o eixo Cultura Digital representa um componente formativo transversal, que perpassa os diferentes componentes curriculares e visa dotar os estudantes de repertório crítico, ético e participativo para atuar em uma sociedade profundamente mediada por tecnologias digitais. Ao promover a reflexão sobre os impactos sociotécnicos da tecnologia, esse eixo contribui para a formação de sujeitos conscientes, criativos e capazes de transformar a realidade em que estão inseridos.

4.2.3 Pensamento Computacional

O eixo **Pensamento Computacional**, conforme delineado na BNCC, constitui-se como uma competência transversal que deve ser desenvolvida de forma progressiva

e contínua desde a Educação Infantil até o Ensino Médio ([Ministério da Educação \(Brasil\), 2022](#)). Tal competência representa um conjunto de habilidades cognitivas e operacionais que capacitam os estudantes a resolver problemas, projetar sistemas e compreender comportamentos humanos e naturais a partir de processos inspirados na lógica computacional ([CRUZ et al., 2023](#); [MARQUES et al., 2024](#); [JUNIOR; RIVERA, 2024](#)).

De acordo com a BNCC, o Pensamento Computacional está estruturado a partir de quatro pilares fundamentais, que sintetizam as operações cognitivas envolvidas na análise e na resolução sistemática de problemas: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo (ou pensamento algorítmico).

A **Decomposição** é um conceito central do pensamento computacional, especialmente importante na ciência da computação e em áreas correlatas. Essa abordagem consiste em dividir problemas ou sistemas complexos em partes menores e mais gerenciáveis, de modo a tornar o processo de resolução mais eficaz ([DENNING; TEDRE, 2019](#); [DIETZ; LANDAY; GWEON, 2019](#); [RIJKE et al., 2018](#); [KAFAI; PROCTOR, 2022](#); [BRACKMANN, 2017a](#)). Em sua essência, a decomposição trata de fragmentar um problema complexo em subproblemas mais simples, cada um mais fácil de compreender, manipular e resolver ([RICH; EGAN; ELLSWORTH, 2019](#)). Esse método é essencial ao pensamento computacional, pois oferece um caminho prático para lidar com desafios grandes ou complicados que poderiam, de outro modo, parecer intransponíveis.

Uma das principais vantagens da decomposição é a simplificação do processo de resolução de problemas. Ao dividir um problema maior em componentes menores, cada parte torna-se mais acessível e manejável ([RIJKE et al., 2018](#)). Essa abordagem beneficia tanto quem resolve o problema individualmente quanto em equipe ([CIANCARINI; MISSIROLI; RUSSO, 2020](#)). Em ambientes colaborativos, diferentes membros do grupo podem focar em aspectos distintos do problema, aumentando a eficiência e aproveitando diferentes áreas de conhecimento. Além disso, a decomposição frequentemente leva a soluções reutilizáveis ([NIEMELÄ, 2018](#)). Componentes desenvolvidos para subproblemas específicos podem ser reaproveitados em desafios similares, aumentando o valor das soluções geradas.

Segundo [Brackmann \(2017a\)](#), o processo de decomposição envolve diversas etapas, a começar pela identificação do problema principal. Esse problema é então dividido em subproblemas menores e mais manejáveis. Cada subproblema é analisado individualmente, visando compreender suas particularidades e exigências. Soluções são então desenvolvidas para cada um desses subcomponentes. Por fim, essas soluções são integradas e testadas para assegurar que resolvem, em conjunto, o problema original e mais amplo.

Contudo, a decomposição também apresenta desafios. Por exemplo, uma decomposição excessiva pode levar a uma complexidade desnecessária (CIANCARINI; MISSIROLI; RUSSO, 2020; LYON; MAGANA, 2021), dificultando ainda mais a solução do problema. A integração das soluções parciais é outro aspecto crítico, exigindo atenção para garantir que funcionem de maneira harmônica na resolução do todo (RICH; EGAN; ELLSWORTH, 2019). Também é necessário equilibrar o nível de detalhe e de abstração durante a decomposição, para que o objetivo geral não se perca de vista.

Um exemplo prático de decomposição é o desenvolvimento de um site. Em vez de enfrentar o projeto todo de uma vez, divide-se a tarefa em etapas como: design da interface do usuário, desenvolvimento do *backend*, criação de conteúdo e configuração do banco de dados. Cada uma dessas etapas pode ser subdividida ainda mais — por exemplo, a interface do usuário pode ser segmentada em layout, navegação e elementos gráficos.

O **Reconhecimento de Padrões** de padrões é outro aspecto fundamental do pensamento computacional. Trata-se de uma habilidade crucial para abordar e resolver problemas, especialmente nas áreas de ciência da computação e análise de dados. O conceito refere-se à identificação de padrões recorrentes em dados ou situações, o que pode simplificar significativamente os processos de resolução de problemas e tomada de decisões (DENNING; TEDRE, 2019; YASIN; NUSANTARA, 2023; RIJKE et al., 2018; BRACKMANN, 2017a). Ao reconhecer padrões, podemos fazer previsões mais precisas, desenvolver algoritmos mais eficientes e compreender melhor sistemas complexos.

A importância do reconhecimento de padrões reside em sua capacidade de reduzir a complexidade e dar sentido ao que é observado. Quando confrontados com grandes volumes de dados ou com problemas intrincados, identificar padrões subjacentes pode oferecer *insights* valiosos e auxiliar na resolução. Esse processo geralmente envolve a busca por similaridades, diferenças e tendências nos dados (CHEN; CHAO; HOU, 2023; GUENAGA, 2021). Uma vez identificado, o padrão pode ser utilizado para prever novos comportamentos ou resolver problemas semelhantes de maneira mais eficaz.

Na ciência da computação, o reconhecimento de padrões é fundamental para o desenvolvimento de algoritmos (YIN, 2009; KOUTROUMBAS; THEODORIDIS, 2008), em especial nas áreas de aprendizado de máquina e inteligência artificial (NEAL, 2007). Nesses domínios, algoritmos podem ser treinados para identificar padrões em dados, possibilitando aplicações como reconhecimento de imagens e voz, análises preditivas e sistemas de decisão automatizada (BASU; BHATTACHARYYA; KIM, 2010; ANZAI, 2012). Em outras áreas, como biologia ou economia, o reconhecimento de padrões

auxilia na compreensão de sistemas complexos ao revelar como os componentes interagem entre si (YIN, 2009; FUKUNAGA, 2013).

Um exemplo cotidiano de reconhecimento de padrões é o aprendizado de rotas no trânsito. Quando dirigimos diariamente para o trabalho, passamos a perceber certos padrões: algumas vias ficam congestionadas em horários específicos, enquanto outras se mantêm livres. Com base nessas observações, ajustamos nossos trajetos para evitar o tráfego intenso e otimizar o tempo de deslocamento. Esse ajuste intuitivo, baseado na observação de padrões no fluxo de trânsito, é uma aplicação clara do reconhecimento de padrões no cotidiano.

A **Abstração** é um princípio fundamental do pensamento computacional, desempenhando papel central em áreas como ciência da computação, matemática e engenharia. Ela consiste no processo de filtrar detalhes menos relevantes para focar nos aspectos essenciais de um problema ou sistema (DENNING; TEDRE, 2019; BRACKMANN, 2017a; QIAN; CHOI, 2023; RIJKE et al., 2018). Essa simplificação facilita a compreensão, a resolução de problemas e a comunicação de ideias complexas.

A essência da abstração está em sua capacidade de remover a complexidade (DAYLIGHT, 2017). Quando enfrentamos um sistema ou problema complexo, identificar e focar nos componentes centrais ou nas informações-chave permite uma melhor tomada de decisões e entendimento (WING, 2006; MAJEED; JAWAD; ALRIKABI, 2022; NICOLETTI; SUEMASU, 2021). A abstração consiste em olhar além dos detalhes específicos para captar os princípios ou conceitos gerais. Em programação, por exemplo, utiliza-se a abstração para criar camadas dentro do software, permitindo operar em níveis superiores sem a necessidade de conhecer os detalhes mais técnicos dos níveis inferiores (LISKOV; GUTTAG et al., 1986). De forma análoga, ao desenvolver algoritmos, a abstração ajuda a manter o foco na lógica, sem depender de dados ou contextos específicos.

O processo de abstração normalmente envolve a identificação dos elementos-chave para a compreensão ou resolução do problema e a remoção dos detalhes menos relevantes. Isso pode incluir a criação de modelos ou representações que capturem as características essenciais, eliminando o que é secundário (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 1999; HOROWITZ; SAHNI; ANDERSON-FREED, 2007; POO; KIONG; ASHOK, 2007). Tais modelos podem ser utilizados para explicar conceitos, resolver problemas ou projetar sistemas.

Entretanto, a abstração também impõe desafios, especialmente no equilíbrio entre simplicidade e precisão. Abstrações excessivas podem levar a interpretações erradas ou a soluções inadequadas, enquanto abstrações insuficientes podem resultar em modelos demasiadamente complexos (DICKINSON, 2009; ARBIB, 2008). Assim, é fundamental encontrar o nível ideal de abstração para cada situação.

Um exemplo prático de abstração é a leitura de mapas. Um mapa é uma representação abstrata do mundo real. Ele não mostra todos os detalhes da paisagem, mas fornece informações essenciais (como distâncias, direções e pontos de referência) que facilitam a navegação. Essa abstração da informação geográfica nos permite compreender e transitar em ambientes complexos com mais eficiência.

O **Pensamento Algorítmico** envolve a criação de procedimentos passo a passo, ou algoritmos, para resolver problemas ou executar tarefas. Nessa abordagem sistemática de resolução de problemas, as tarefas são divididas em etapas lógicas e sequenciais, de modo que cada aspecto seja tratado de maneira eficiente e eficaz (CRUZ et al., 2022; DENNING; TEDRE, 2019; BRACKMANN, 2017a; JÚNIOR et al., 2018).

No cerne do pensamento algorítmico está sua estrutura organizada. Em vez de abordar o problema de maneira aleatória ou intuitiva, essa forma de pensar promove uma abordagem lógica e metódica. Isso envolve definir claramente o problema, analisar os requisitos e, em seguida, desenvolver uma sequência de passos para encontrar uma solução (LOCKWOOD et al., 2016; WONG; JIANG, 2018). A vantagem dessa abordagem é que, uma vez desenvolvido, um algoritmo pode ser reutilizado para resolver problemas semelhantes ou executado várias vezes para resolver o mesmo problema.

Na ciência da computação, o pensamento algorítmico é fundamental para a programação e o desenvolvimento de software. Ao escrever códigos, os programadores usam algoritmos para definir como o software processará dados e executará funções. Esses algoritmos são a base de todos os programas, desde calculadoras simples até sistemas avançados de inteligência artificial. Fora da computação, o pensamento algorítmico também é essencial em áreas como logística (para otimizar rotas e cronogramas) e finanças, para analisar tendências de mercado e gerar previsões.

Desenvolver um algoritmo normalmente envolve várias etapas importantes: compreender o problema, planejar os passos necessários para resolvê-lo, implementar essas etapas de forma sistemática e, por fim, testar e refinar o algoritmo para garantir que ele funcione como esperado (CORMEN, 2012; HOROWITZ; SAHNI; ANDERSON-FREED, 2007; POO; KIONG; ASHOK, 2007). Esse processo não apenas permite encontrar soluções, mas também promove maior compreensão do problema em si.

No entanto, o pensamento algorítmico também enfrenta desafios. Um deles é elaborar algoritmos que sejam simultaneamente eficientes e corretos (CORMEN, 2012; HOROWITZ; SAHNI; ANDERSON-FREED, 2007). Um algoritmo que gera o resultado correto, mas consome muitos recursos ou tempo, pode ser inviável. Por outro lado, um algoritmo rápido, mas impreciso, também é inadequado. Portanto, o equilíbrio entre precisão e eficiência é essencial.

Um exemplo prático de pensamento algorítmico é o preparo de uma refeição familiar para várias pessoas. Primeiro, define-se o problema: preparar diversos pratos para um determinado número de convidados em tempo hábil. Em seguida, cria-se um plano sequencial: escolher as receitas, listar os ingredientes, fazer as compras, preparar cada prato e organizar o tempo de preparo para que tudo fique pronto simultaneamente. Esse plano é o algoritmo. Ele considera variáveis como o tempo de cozimento, a disponibilidade de ingredientes e as preferências alimentares dos convidados. Durante a execução, ajustes são feitos conforme necessário (trocando ingredientes, adaptando tempos) de forma semelhante ao que ocorre no pensamento algorítmico: uma sequência lógica de ações que pode ser ajustada em tempo real para garantir um resultado eficiente e bem-sucedido, no caso, uma refeição saborosa e pontual para todos.

Esses pilares refletem práticas centrais da ciência da computação e são aplicáveis em contextos muito além da programação, tornando-se instrumentos valiosos para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da criatividade e da capacidade de resolução autônoma de problemas em diferentes domínios do conhecimento.

A relevância do Pensamento Computacional como competência essencial para o século XXI tem sido destacada por diversos autores. [Wing \(2006\)](#) foi pioneira ao defender sua incorporação como habilidade fundamental para todos os cidadãos, em analogia à leitura, escrita e aritmética. Segundo a autora, pensar computacionalmente é mais do que saber programar: trata-se de uma maneira de resolver problemas, de projetar sistemas e de compreender o mundo com base em conceitos da computação.

[Grover e Pea \(2013\)](#), por sua vez, enfatizam que o Pensamento Computacional compreende um espectro de habilidades cognitivas que favorecem o aprendizado em múltiplas áreas, desde as ciências exatas até as ciências humanas, contribuindo para uma educação interdisciplinar e centrada na resolução de problemas. Já [Resnick et al. \(2009\)](#) propõem que a aprendizagem de programação e lógica computacional deve ser orientada por práticas criativas, colaborativas e significativas, especialmente na infância e adolescência, quando as bases cognitivas e afetivas estão em pleno desenvolvimento.

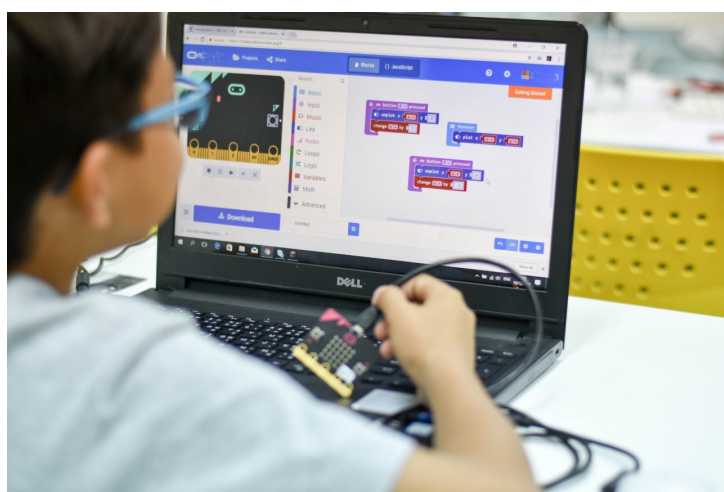
Nesse contexto, o Pensamento Computacional transcende o campo da tecnologia, tornando-se uma lente cognitiva para analisar e atuar no mundo. Sua inclusão como eixo da BNCC visa, portanto, promover a formação de sujeitos críticos, inovadores e aptos a lidar com os desafios de uma sociedade complexa e interconectada. A consolidação desse eixo requer, ainda, práticas pedagógicas ativas, metodologias baseadas em projetos, integração curricular e formação docente contínua, capazes de traduzir tais competências em experiências de aprendizagem significativas e contextualizadas.

4.3 Ensino Plugado x Ensino Desplugado

A BNCC, ao incorporar a Computação como parte integrante da formação básica, reconhece a importância de metodologias diversas e acessíveis ([Ministério da Educação \(Brasil\), 2022](#)). Nesse sentido, valoriza tanto o ensino **plugado**, com uso de dispositivos eletrônicos e ferramentas digitais, quanto o ensino **desplugado**, baseado em atividades que não dependem de tecnologia digital. Essa dualidade metodológica é não apenas estratégica, mas também inclusiva, permitindo que o processo de ensino-aprendizagem em Computação ocorra mesmo em contextos com infraestrutura tecnológica limitada ([RIBEIRO et al., 2022a](#); [CRUZ et al., 2023b](#); [NASCIMENTO; FREITAS; TRINDADE, 2024](#); [ALVES et al., 2024b](#)).

O **ensino plugado** compreende o uso de recursos computacionais como computadores, *tablets*, *kits* de robótica educacional, plataformas de programação e ambientes virtuais de aprendizagem ([GUARDA; WEITZEL, 2025](#); [SOUZA; RIBEIRO; VARANDAS, 2025](#); [BAGESTAN; MARIANI; SCHNEIDER, 2025](#)). Por meio dessas ferramentas, os estudantes interagem diretamente com linguagens de programação (como Scratch, Blockly, Python), simuladores, softwares educativos e dispositivos físicos programáveis. A Figura 6 apresenta um exemplo de como essa abordagem favorece a aprendizagem ativa, a experimentação, o desenvolvimento de habilidades técnicas e a aproximação com contextos profissionais e tecnológicos atuais.

Figura 6 – Criança programando com Scratch.



Fonte: Adaptado de [Shutterstock \(2017\)](#).

Já o **ensino desplugado**, conforme sistematizado por [Bell et al. \(2010\)](#), propõe atividades que exploram os conceitos fundamentais da Computação sem depender de máquinas. Essa abordagem envolve o uso de materiais simples (como papel, cartas, blocos, jogos de tabuleiro e dinâmicas corporais), como mostra a Figura 7,

para representar estruturas de dados, algoritmos, lógica booleana, ordenações e outros conceitos computacionais (TAVARES; MARQUES; CRUZ, 2021; GUARDA et al., 2023; CERQUEIRA; SILVA; ARAUJO, 2023). Por exemplo, ordenar os colegas em fila com base em critérios, simulando algoritmos de ordenação, ou usar dobraduras para representar árvores binárias.

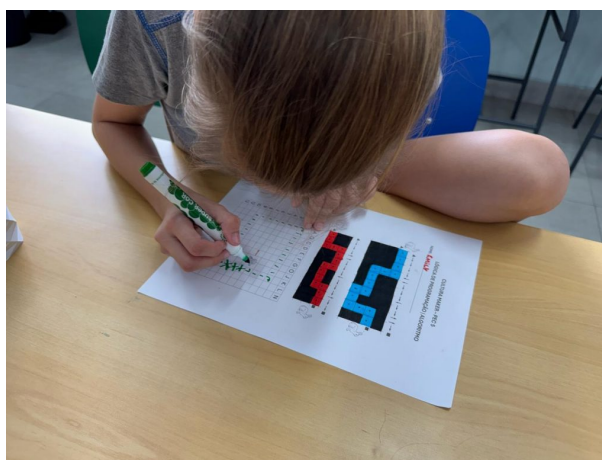
Figura 7 – Atividade em tabuleiro de papelão para ensino de computação desplugada.



Fonte: Adaptado de Leandro Bravo (2022).

Essa vertente metodológica é particularmente eficaz para o ensino em séries iniciais e em ambientes com restrições de acesso a equipamentos digitais (CRUZ; MARQUES; OLIVEIRA, 2021; ROSA; TERÇARIOL; IKESHOJI, 2023; DUTRA; BATAGLIA, 2024), além de promover o raciocínio lógico, a abstração e a aprendizagem colaborativa por meio de experiências concretas, como mostra a Figura 8, e significativas.

Figura 8 – Atividade em papel para ensino de computação desplugada.



Fonte: Adaptado de Colégio Ábaco (2023).

Ambas as abordagens devem ser vistas como *complementares*, e não como alternativas excludentes. O ensino desplugado facilita a compreensão conceitual,

permitindo que os estudantes internalizem ideias complexas por meio da manipulação concreta e da interação social (SANTELLA; TERÇARIOL; IKESHOJI, 2022; GERMANO; GOPPINGER; BONA, 2024; TRINDADE; TRINDADE; TRINDADE, 2025). Já o ensino plugado oferece a possibilidade de testar e aplicar essas ideias em ambientes digitais, favorecendo o domínio técnico, a familiaridade com dispositivos e a resolução de problemas reais com o apoio de softwares.

Além disso, a escolha entre uma abordagem e outra deve considerar fatores como a faixa etária dos estudantes, os objetivos pedagógicos, o grau de familiaridade prévia com tecnologias digitais e a disponibilidade de infraestrutura nas instituições escolares (BRACKMANN, 2017b; BRACKMANN, 2017a; Leandro Bravo, 2022; ROSA; TERÇARIOL; IKESHOJI, 2023; TRINDADE; TRINDADE; TRINDADE, 2025). Em contextos ideais, a integração entre práticas plugadas e desplugadas permite um processo de ensino mais robusto, acessível e alinhado às diferentes realidades do território brasileiro, contribuindo para a equidade educacional e para a consolidação de uma educação computacional crítica e abrangente.

Por fim, essa complementaridade reflete não apenas uma preocupação com a equidade de acesso, mas também com a diversidade de estratégias cognitivas dos estudantes. O ensino de Computação, ao se valer de múltiplas abordagens, potencializa o engajamento, a criatividade e o pensamento computacional, pilares essenciais para a formação de sujeitos capazes de atuar criticamente na cultura digital contemporânea.

4.4 Considerações Finais

O Capítulo 4 apresentou um panorama abrangente sobre os jogos sérios e sua aplicabilidade no contexto da educação básica, com ênfase no desenvolvimento do pensamento computacional conforme proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A partir da revisão da literatura e da análise de categorias, usos, desafios e estratégias avaliativas, evidenciou-se que os jogos sérios constituem uma ferramenta metodológica potente para promover aprendizagens significativas, contextualizadas e motivadoras.

Foi possível compreender que, quando bem planejados, os jogos sérios conseguem integrar objetivos pedagógicos e elementos lúdicos de forma equilibrada, permitindo o engajamento cognitivo e emocional dos estudantes. Tal equilíbrio é especialmente relevante no ensino de Computação, uma vez que conceitos como abstração, decomposição e algoritmos podem se beneficiar da simulação, da interatividade e da experimentação proporcionadas pelo ambiente de jogo. Além disso, a capacidade dos jogos sérios de promover o desenvolvimento de competências socio-emocionais e habilidades transversais os torna alinhados às demandas educacionais do século XXI.

No tocante à BNCC, o capítulo reforça a importância da adoção de abordagens plugadas e desplugadas para democratizar o ensino de Computação, considerando as desigualdades de acesso às tecnologias no contexto educacional brasileiro. A articulação entre os eixos *Mundo Digital*, *Cultura Digital* e *Pensamento Computacional* revela-se fundamental para que os jogos sérios não sejam apenas uma estratégia lúdica, mas uma ferramenta alinhada a diretrizes curriculares e a objetivos formativos amplos. As reflexões aqui desenvolvidas subsidiam a fundamentação teórica da proposta metodológica desta tese.

No Capítulo 5, são apresentados de forma detalhada os materiais e métodos utilizados na pesquisa.

5 Materiais e Métodos

Este capítulo descreve a abordagem metodológica adotada para a condução da pesquisa, fundamentando as etapas de desenvolvimento, avaliação e validação do artefato proposto. Partindo dos princípios da *Design Science Research* (DSR), este trabalho estrutura-se em torno da criação e análise de um artefato voltado à área de jogos digitais educacionais, com foco na documentação e avaliação de *Game Design Documents* (GDDs).

Inicialmente, são apresentados os fundamentos da DSR como referencial metodológico que orienta a construção de soluções tecnológicas aplicadas e cientificamente relevantes. Em seguida, detalha-se a natureza de um artefato e o contexto prático em que se insere dentro do modelo de processo adotado com base no *framework* de Peffers et al. (2007). Na sequência, discute-se a adoção de métodos sistemáticos para avaliação de GDDs, abordando diferentes estratégias identificadas na literatura especializada. Por fim, apresenta-se o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), utilizado para mensurar a percepção dos usuários quanto ao artefato desenvolvido, complementando as análises qualitativas com dados quantitativos.

A combinação dessas abordagens visa garantir o rigor metodológico da pesquisa e oferecer uma base sólida para a análise dos resultados que serão discutidos no capítulo seguinte.

5.1 *Design Science Research*

A *Design Science Research* (DSR) é uma abordagem metodológica voltada para a criação e avaliação de artefatos com o objetivo de resolver problemas relevantes na prática. Diferente da pesquisa tradicional, que busca apenas compreender fenômenos, a DSR tem como foco principal a inovação através do design, promovendo a construção de soluções aplicáveis e úteis no contexto dos Sistemas de Informação.

5.1.1 Definição

A DSR objetiva à criação e avaliação de artefatos para resolver problemas relevantes da prática e/ou preencher lacunas no conhecimento científico. Diferentes autores oferecem definições complementares que ajudam a compreender o escopo e os objetivos da DSR.

Hevner et al. (2004) definem DSR como uma pesquisa que "cria e avalia artefatos tecnológicos com o objetivo de resolver problemas identificados no domínio

dos Sistemas de Informação". Eles enfatizam a relevância prática e a necessidade de rigor científico no processo de design. Já [Peffers et al. \(2007\)](#) propõem uma metodologia estruturada para DSR, descrevendo-a como uma abordagem que "busca produzir conhecimento por meio da construção e avaliação de artefatos destinados a resolver problemas identificados, tanto práticos quanto teóricos". Seu *framework* destaca etapas sistemáticas que facilitam a condução da pesquisa.

[Jones e Gregor \(2007\)](#) abordam a DSR como uma teoria do design composta por componentes essenciais como metas, leis de forma, princípios de construção, justificativas e artefatos. Eles reforçam que a DSR não apenas cria soluções, mas também gera conhecimento teórico aplicável. Enquanto [Sein et al. \(2011\)](#) introduzem o conceito de *Action Design Research* (ADR), integrando a intervenção no ambiente organizacional com o processo de design do artefato. Para eles, a DSR deve ocorrer em ciclos iterativos, com forte interação entre pesquisadores e profissionais.

Para [Johannesson e Perjons \(2014\)](#) a DSR é definida como uma abordagem que "tem por objetivo desenvolver conhecimento científico por meio da construção de artefatos projetados para um propósito específico". Eles destacam a importância da utilidade prática dos artefatos, aliada ao rigor da pesquisa. Em contrapartida, [Adam et al. \(2021\)](#) definem DSR como uma abordagem ampla que não se limita à engenharia ou construção de artefatos, mas que busca construir conhecimento descritivo e prescritivo em torno de artefatos desenvolvidos. Para os autores, a DSR compreende diferentes modos de atuação em projetos, especialmente na área de Interação Humano-Computador (HCI), permitindo gerar contribuições variadas, dependendo do foco da pesquisa.

Finalmente, [Storey, Baskerville e Kaul \(2025\)](#) descrevem DSR como uma abordagem científica iterativa voltada à descoberta e desenvolvimento de artefatos e conhecimento prescritivo para atender a requisitos específicos. Enfatizam que a DSR produz tanto artefatos funcionais quanto conhecimento teórico, e deve ser avaliada por sua confiabilidade metodológica, robustez dos artefatos e validade do conhecimento gerado. Para eles, a DSR é caracterizada por um processo criativo conduzido pelo conhecimento e experiência do *design scientist*, com foco tanto em resolver problemas práticos quanto em contribuir para a ciência.

Sendo assim, é possível afirmar que a DSR é uma abordagem metodológica e científica que visa à criação, desenvolvimento e avaliação rigorosa de artefatos inovadores – como modelos, métodos, sistemas ou teorias – com o propósito de resolver problemas práticos relevantes e/ou preencher lacunas no conhecimento científico. Seu foco reside tanto na utilidade prática dos artefatos quanto na produção de conhecimento prescritivo e descritivo que contribua para o avanço da ciência. A DSR é caracterizada por um processo iterativo, sistemático e criativo, conduzido

por pesquisadores que atuam como *design scientists*, integrando teoria e prática, especialmente em contextos complexos como os Sistemas de Informação. Além disso, a confiabilidade dos resultados deve ser avaliada sob múltiplas dimensões, incluindo a robustez dos artefatos, a coerência metodológica e a validade do conhecimento gerado, permitindo diferentes modos de atuação conforme o objetivo e o contexto da pesquisa.

5.1.2 Artefato

O artefato é o elemento central da *Design Science Research*, pois materializa a resposta para um problema identificado na prática ou na teoria. Em DSR, o artefato não é apenas um produto final, mas também um meio para gerar conhecimento. Ele incorpora a inovação, o raciocínio do designer e a aplicação do conhecimento existente em um novo contexto.

Artefatos são concebidos, projetados e avaliados de maneira iterativa. Sua construção deve considerar tanto o rigor científico quanto a relevância prática, sendo essencial que possam ser avaliados quanto à sua efetividade, aplicabilidade e utilidade.

Segundo a tipologia proposta por [March e Smith \(1995\)](#), amplamente adotada na literatura de DSR, os artefatos podem ser classificados em quatro tipos principais: Constructos, Modelos, Métodos e Instâncias.

Constructos são elementos conceituais fundamentais usados para descrever problemas e soluções. São a base para comunicação, pensamento e formulação de teorias. Por exemplo, conceitos como “usabilidade”, “desempenho do sistema”, “eficiência energética”.

Modelos são representações abstratas que demonstram as relações entre constructos. Servem para entendimento, análise ou previsão de fenômenos. Como exemplo, podemos ter um diagrama UML que representa o comportamento de um sistema ou um modelo de processo de negócios.

Já os Métodos, são como procedimentos, algoritmos ou processos que guiam a solução de problemas. Um método pode usar modelos e constructos como parte de sua aplicação. Exemplo: um processo de tomada de decisão baseado em múltiplos critérios (como AHP ou PROMETHEE), ou um *framework* para avaliação de segurança da informação.

E por fim, Instâncias são implementações tangíveis dos modelos e métodos, normalmente sob a forma de sistemas de informação, aplicativos, ou protótipos computacionais. Um sistema web para apoio ao ensino, um aplicativo de monitoramento de saúde ou uma API que implementa um algoritmo proposto seriam exemplos de instância.

Outros autores propuseram classificações adicionais para os artefatos, com foco

na sua função prática ou nível de abstração. [Gregor e Jones \(2007\)](#) propõem que um artefato pode ser parte de uma teoria do design composta por elementos como objetivos, princípios de construção, justificativas e artefatos. Já [Sein et al. \(2011\)](#) enfatizam que o artefato deve ser co-construído em conjunto com o ambiente organizacional, evoluindo conforme é aplicado no mundo real. E [Peffers et al. \(2007\)](#) destacam ainda que o artefato pode ser tangível ou intangível e que seu valor está não apenas na solução criada, mas no conhecimento que ela gera e documenta ao longo do processo.

Em DSR, o artefato não é apenas uma solução para um problema, mas um veículo para a construção de conhecimento científico. Isso implica que o artefato deve ser avaliado sistematicamente por meio de testes empíricos, análises comparativas, experimentos ou estudos de caso. Faz-se importante entender que a documentação do processo de design (decisões tomadas, *trade-offs*, falhas e sucessos) também é parte essencial do conhecimento gerado. Pois, no fim, o artefato pode servir como base para a construção de teorias de design que explicam por que e como certas soluções funcionam em determinados contextos.

5.1.3 Prática

A prática em *Design Science Research* representa o contexto organizacional ou social real em que o problema ocorre e onde o artefato será efetivamente aplicado. Este contexto é essencial não apenas para a motivação da pesquisa, mas também para o projeto, desenvolvimento e validação do artefato.

Em DSR, há um forte compromisso com a relevância prática, ou seja, os problemas de pesquisa devem surgir de desafios enfrentados por profissionais, organizações ou comunidades, e a solução (artefato) proposta deve ter valor prático mensurável ([JOHANNESSEN; PERJONS, 2014](#)). A prática, portanto, não é apenas o pano de fundo da pesquisa, mas um elemento ativo e co-criador no processo de design e avaliação.

A relação entre prática e artefato é simbiótica. O artefato deve emergir de uma necessidade real, identificada a partir da prática, e precisa ser testado e avaliado nesse mesmo ambiente para que sua utilidade e eficácia sejam validadas. Esse alinhamento do artefato com a prática envolve um diagnóstico colaborativo do problema com *stakeholders*, bem como a co-construção de requisitos. Permeando pela validação empírica do artefato no ambiente real, seguido de ajustes iterativos baseados no uso e *feedback* prático.

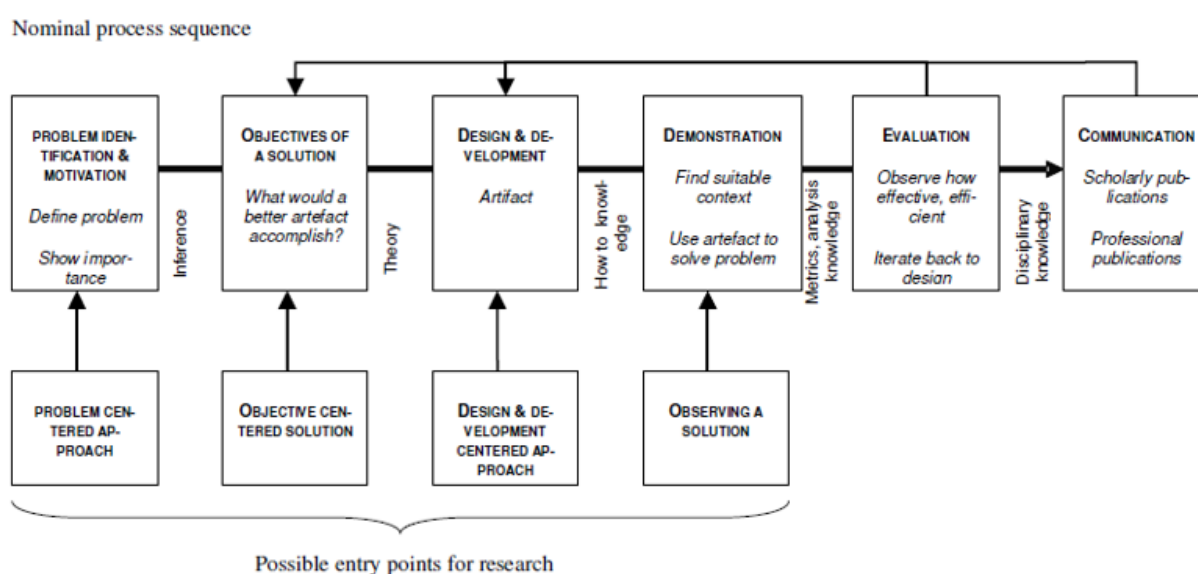
Como destacam [Sein et al. \(2011\)](#), a construção do artefato deve ocorrer em interação contínua com o ambiente organizacional, permitindo que o artefato e o contexto evoluam conjuntamente. Essa abordagem é especialmente útil quando se busca resolver problemas complexos e dinâmicos.

Finalmente, segundo [Peppers et al. \(2007\)](#), os problemas oriundos da prática podem ser classificados como Problemas práticos (de relevância), que são geralmente desafios ou ineficiências observadas em processos, tecnologias, métodos ou organizações que precisam de intervenção. Como, por exemplo, a redução de produtividade devido a processos manuais em uma empresa logística. Ou podem ser problemas de conhecimento (de rigor), que são lacunas no conhecimento científico ou teórico que impedem a resolução eficaz de um problema prático. Um exemplo seria a falta de *frameworks* robustos para avaliar o impacto de sistemas de gamificação no engajamento educacional.

5.1.4 Framework para Design Science

[Peppers et al. \(2007\)](#) propuseram um *framework* estruturado para condução de pesquisas em *Design Science*, que contempla seis etapas metodológicas apresentadas na Figura 9 e descritas a seguir.

Figura 9 – Framework para Design Science



Adaptado de [Peppers et al. \(2007\)](#)

- **Explicação do problema:** Esta etapa consiste em compreender e delimitar claramente o problema que se deseja resolver. Os problemas podem ser de natureza prática, quando representam uma necessidade concreta observada em contextos profissionais e organizacionais; ou de natureza teórica, quando correspondem a lacunas no conhecimento existente na literatura científica. A definição clara do problema é essencial para garantir a relevância da pesquisa.
- **Definição de requisitos:** Uma vez definido o problema, a próxima etapa consiste na identificação dos requisitos que o artefato precisa satisfazer. Esses requisitos

incluem funcionalidades específicas, restrições de uso e características desejáveis do artefato, como usabilidade, desempenho e compatibilidade com o contexto. Eles são fundamentais para orientar o design e servirão posteriormente como base para a avaliação da solução.

- **Projeto e desenvolvimento do artefato:** Com os requisitos definidos, inicia-se o processo de criação do artefato. Essa fase envolve atividades como modelagem, prototipagem e implementação, podendo utilizar abordagens iterativas e incrementais. O artefato pode assumir diferentes formas, como modelos conceituais, algoritmos, sistemas de informação ou metodologias.
- **Demonstração do artefato:** Após o desenvolvimento, o artefato é aplicado em um contexto adequado (real ou simulado) com o objetivo de demonstrar sua utilidade na resolução do problema. A demonstração permite verificar como o artefato opera na prática e se ele é capaz de atender às necessidades previamente identificadas.
- **Avaliação do artefato:** Esta fase consiste na análise sistemática da eficácia e da eficiência do artefato em relação aos requisitos definidos. A avaliação pode ser realizada por meio de estudos de caso, testes com usuários, entrevistas, experimentos ou simulações. Caso o artefato não atenda plenamente às expectativas, o processo pode retornar à etapa de design, promovendo ciclos iterativos de melhoria.
- **Comunicação dos resultados:** Por fim, os resultados da pesquisa e o conhecimento gerado com o desenvolvimento e avaliação do artefato devem ser comunicados à comunidade científica e profissional. Essa comunicação ocorre por meio de publicações acadêmicas, relatórios técnicos e apresentações em eventos, permitindo que o conhecimento produzido seja disseminado e reutilizado por outros pesquisadores e profissionais.

Esse *framework*, ao segmentar o processo de investigação em seis etapas logicamente encadeadas, fornece diretrizes claras que favorecem tanto a consistência interna da pesquisa quanto sua reprodutibilidade por parte de outros pesquisadores. A decomposição do processo em fases permite uma abordagem sistemática que integra elementos de rigor científico e aplicabilidade prática. Essa estrutura metodológica reforça o caráter iterativo da *Design Science Research*, ao reconhecer a possibilidade de retroalimentação entre as etapas, especialmente nos ciclos de avaliação e refinamento do artefato.

A abordagem *Design Science Research* destaca-se por sua capacidade de integrar rigor científico e relevância prática por meio da criação e avaliação siste-

mática de artefatos. Nesta seção, foram discutidas suas principais características, a centralidade do artefato como resultado da pesquisa, a importância do contexto prático e a participação ativa dos *stakeholders* no processo de design. Também foi apresentada a estrutura metodológica proposta por Peffers et al. (2007), que organiza o desenvolvimento do artefato em etapas bem definidas, desde a identificação do problema até a comunicação dos resultados. Assim, a DSR se mostra uma metodologia adequada para pesquisas aplicadas, nas quais a solução proposta deve gerar impacto concreto sem perder sua base teórica.

5.2 Engenharia de Documentos

A engenharia de documentos é uma disciplina especializada que analisa, projeta e implementa documentos em formatos digitais (QUINT; NANARD; ANDRÉ, 1990; GLUSHKO; MCGRATH, 2002; DJUKIĆ; TOLVANEN, 2021). Em contraste com a gestão documental tradicional, que muitas vezes lida com documentos estáticos em formatos como PDF ou Word, a engenharia de documentos trata de documentos mais dinâmicos, estruturados e semanticamente ricos. O campo se sobrepõe à gestão da informação, ao desenvolvimento de software e à gestão de processos de negócios (BLOKDYK, 2020; NETO, 2010; GLUSHKO; MCGRATH, 2005).

Um dos conceitos centrais da engenharia de documentos é a noção de modelos de documentos. Esses modelos representam a estrutura abstrata e a semântica de classes de documentos e definem como um documento é organizado e quais informações ele pode conter. Os modelos de documentos funcionam como um projeto (*blueprint*) que ajuda a criar e compreender documentos complexos (URQUHART; SPENCE, 2007). O XML (*eXtensible Markup Language*) é amplamente utilizado e fornece uma forma flexível de criar e editar estruturas documentais (GOLDFARB; PRESCOD, 2001; GRAMELSBERGER, 2020; PHANG, 2022; WILLIAMSON, 2001).

O papel da engenharia de documentos nos processos de negócios é significativo. Os princípios da engenharia de documentos podem ser aplicados para otimizar processos empresariais, melhorar a comunicação e permitir uma melhor tomada de decisão (LEE; DALE, 1998). Ao projetar documentos mais adaptáveis e fáceis de integrar aos sistemas corporativos, as organizações podem melhorar sua eficiência operacional (DJUKIĆ; TOLVANEN, 2021; POHLMANN-EDEN; EDEN et al., 2020).

No desenvolvimento de software, a engenharia de documentos desempenha um papel importante no design e na gestão da documentação de software. A documentação de software é crítica para compreender, manter e melhorar sistemas (FORWARD; LETHBRIDGE, 2002). Uma documentação bem projetada pode facilitar significativamente a manutenção e o desenvolvimento contínuo do software (PRESSMAN; MAXIM, 2020; SOMMERVILLE, 2016).

O desenvolvimento de serviços web e APIs expandiu ainda mais o escopo do desenvolvimento documental. Técnicas de engenharia de documentos são essenciais para o design de interfaces e mensagens entre serviços web (MAHMOUD, 2004). Isso é particularmente importante na computação em nuvem e em micros serviços, onde os sistemas se comunicam extensivamente por meio de documentos baseados na web (TEIXEIRA et al., 2004; UGHETTA; KERNIGHAN, 2020; MOLONEY, 2023).

Na educação, a engenharia de documentos tem implicações no design de materiais de aprendizagem. Ao fornecer conteúdo interativo e personalizável, documentos digitais bem estruturados podem melhorar a experiência de aprendizagem (ANDERSON; WHITELOCK, 2004; CRUZ, 2016; DAMASCENO et al., 2014).

À medida que a tecnologia evolui, o campo da engenharia de documentos está se adaptando a novos formatos e paradigmas de comunicação. As tendências futuras podem incluir a integração de inteligência artificial e aprendizado de máquina para melhorar ainda mais a análise e a criação de documentos (HAN et al., 2023; MANDVIKAR, 2023; KASHYAP; YANG; KAN, 2023).

5.2.1 Geração de documentos baseada em *templates*

A criação de documentos baseada em *templates* é um método no qual *templates* predefinidos são usados como base para gerar novos documentos (ALWAZAE, 2015; NETO; SOARES; SOUZA, 2010; PINTO-SANTOS et al., 2021). Essa abordagem é particularmente comum em ambientes onde documentos com estruturas semelhantes são frequentemente exigidos, como nos setores jurídico, financeiro e administrativo (SIEGEL, 2020; LOHSS; HAMMERSLEY; GHODADRA, 2023). A principal vantagem desse método é a eficiência e a consistência na criação de documentos que seguem determinados padrões e formatos.

O conceito central da geração baseada em *templates* é a separação entre o design do documento e a criação de conteúdo (MEHCIZ, 2023; ISHLAKHUDDIN; SANTOSA; NUGRAHA, 2022). Essa separação permite a reutilização de layouts e estruturas padronizadas em diferentes documentos, assegurando uniformidade e conformidade com normas organizacionais ou legais (FENG et al., 2021; HWANG; KIM, 2022). Os *templates* frequentemente contêm espaços reservados ou campos que são preenchidos com dados específicos para cada nova instância de documento (TANG et al., 2023). Esse processo pode ser amplamente automatizado, com dados provenientes de bases de dados ou outras fontes sendo inseridos programaticamente nos *templates* (ACHACHLOUEI et al., 2021), economizando tempo e reduzindo a probabilidade de erros.

Uma das inovações mais importantes na criação de documentos baseada em

templates é o uso de *templates* baseados em XML (HAN; LIN et al., 2023; MI et al., 2018; ANDUIZA; ABAITUA; DÍAZ, 2002). O XML fornece uma estrutura flexível e robusta para definir a estrutura e os tipos de dados dos *templates* (PHANG, 2022). *Templates* em XML podem ser integrados com outros sistemas e suportam requisitos documentais complexos, oferecendo uma opção funcional para criação de *templates* devido à sua compatibilidade com diferentes plataformas de software.

A criação de documentos baseada em *templates* está se tornando cada vez mais comum em aplicações web. A criação documental via web permite que usuários criem documentos personalizados online preenchendo formulários que são então utilizados para preencher os *templates* (KOROLEV; KARELINA; FYODOROV, 2021; CHAKRABORTY; PAUL; AHSAN, 2020). Esse método melhora a experiência do usuário ao oferecer uma forma mais interativa e imediata de gerar documentos (AROOJ et al., 2020).

A criação de documentos baseada em *templates* oferece uma abordagem eficiente e simplificada para criar documentos consistentes e em conformidade com padrões. A integração de tecnologias modernas como XML e aplicações web aumenta ainda mais sua utilidade em diversas áreas. Além disso, outra estratégia que tem sido utilizada para gerar documentos é a geração baseada em dados.

5.2.2 Geração de documentos baseada em dados

A criação de documentos baseada em dados é um processo no qual os dados subjacentes influenciam diretamente a geração de documentos (LEPPÄNEN et al., 2017; WISEMAN; SHIEBER; RUSH, 2017). Essa abordagem está se tornando cada vez mais comum em relatórios empresariais (HARTMANN et al., 2014), marketing personalizado (JANSEN et al., 2022) e correspondência automatizada (BOSTOCK; OGIEVETSKY; HEER, 2011), onde conteúdos personalizados são essenciais. A principal vantagem da criação de documentos baseada em dados é a possibilidade de gerar documentos altamente personalizados que refletem informações atualizadas e atendem aos requisitos específicos de destinatários ou situações individuais.

O núcleo da criação de documentos baseada em dados reside na integração dinâmica de dados com *templates* documentais. Essa integração permite que dados em tempo real provenientes de bases de dados, planilhas ou outras fontes sejam automaticamente inseridos em estruturas de *template* predefinidas (KOCHMAR et al., 2022; BOSTOCK; OGIEVETSKY; HEER, 2011). Esse processo garante que os documentos criados tenham um formato consistente e contenham as informações mais atualizadas.

XML e JSON são formatos comuns utilizados na criação de documentos base-

ada em dados para definir a estrutura e o conteúdo dos documentos (MIRONOV et al., 2020; SEMENOV; ARISHIN; SEMENOV, 2022). Esses formatos oferecem uma maneira flexível e eficiente de representar dados que podem ser facilmente transformados em diferentes formatos documentais, como PDF, HTML ou documentos Word. Essa flexibilidade é crucial para organizações que disseminam informações em múltiplas plataformas e formatos (GRANELL et al., 2022).

A criação de documentos baseada em dados não se limita a documentos baseados em texto. É possível gerar visualizações e gráficos baseados em dados que podem ser integrados aos documentos para apresentar as informações de forma mais perspicaz e envolvente (MARTENS; PROVOST, 2014; DAVID; TAURO, 2015). Esse aspecto é particularmente importante em inteligência de negócios e análise de dados, onde a representação visual pode melhorar significativamente a compreensão e a tomada de decisão.

Na era do *big data* e da comunicação personalizada, a criação de documentos baseada em dados desempenha um papel central. Ela permite que as empresas utilizem seus dados de forma eficaz e criem documentos mais relevantes e personalizados, que têm maior probabilidade de gerar engajamento e resposta.

A engenharia de documentos desempenha um papel essencial na organização, geração e comunicação de informações estruturadas em contextos digitais. As abordagens baseadas em *templates* e em dados representam avanços significativos na automação e personalização de documentos, permitindo maior eficiência, padronização e adaptabilidade em diversos setores — do desenvolvimento de software à gestão empresarial, passando pela educação e pela comunicação inter-organizacional. A utilização de tecnologias como XML e JSON, aliadas à integração com bancos de dados e sistemas web, fortalece a capacidade de criar documentos dinâmicos, responsivos e semanticamente ricos.

Com o avanço de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e aprendizado de máquina, o futuro da engenharia de documentos tende à geração automatizada de conteúdos ainda mais sofisticados, personalizados e interativos. Esse cenário abre novas possibilidades para o aprimoramento da comunicação digital, o suporte à tomada de decisões e o desenvolvimento de experiências educativas e profissionais mais envolventes. Assim, a engenharia de documentos consolida-se como uma disciplina estratégica para o design da informação no século XXI.

5.3 Métodos de Avaliação de GDD

Os métodos de avaliação de *Game Design Document* (GDD) referem-se a um conjunto de estratégias, técnicas e abordagens sistemáticas utilizadas para verificar a

qualidade, clareza, completude, coerência e aplicabilidade prática do documento de design de jogos antes, durante ou após o desenvolvimento de um jogo digital. Apesar da pouca literatura acerca desse tipo de avaliação, alguns autores desenvolveram metodologias capazes de avaliar e outros adaptaram técnicas de avaliação de artefatos de design. [Rêgo, Portela e Oliveira \(2020\)](#) identificaram padrões repetitivos dessas metodologias de avaliação a partir de uma revisão sistemática da literatura. É importante ressaltar que os artigos utilizados consistem em artigos científicos, já que praticamente todos os GDDs desenvolvidos pela indústria tendem a estar protegidos por termos de confidencialidade e não divulgação ([COLBY; COLBY, 2019](#)).

O GDD é um artefato central no processo de desenvolvimento de jogos, atuando como um repositório estruturado das decisões de design e servindo como meio de comunicação entre os membros da equipe (designers, programadores, artistas, roteiristas, etc.) ([THOMPSON; BERBANK-GREEN; CUSWORTH, 2007](#); [ROGERS, 2010](#); [SAUKKONEN, 2024](#)). Dado seu papel estratégico, torna-se essencial que o GDD seja avaliado de forma criteriosa para garantir que ele cumpra suas funções informativas e organizacionais com eficácia.

Nesse contexto, os métodos de avaliação de GDD identificados na literatura têm como objetivos principais: validar o conteúdo do documento ([DIAS et al., 2015](#); [CORRAL et al., 2015](#); [ARIYA; PURITAT; INTAWONG, 2019](#)); verificar a consistência interna e externa do design proposto ([ARAÚJO et al., 2023](#); [CARVALHO et al., 2019](#); [RODRIGUES; RODRIGUES, 2016](#)); analisar a viabilidade técnica e criativa das propostas contidas no documento ([CLASSE; ARAUJO; XEXÉO, 2018](#); [STRECKER; ROSENTHAL, 2016](#)); avaliar a aderência a requisitos específicos, como usabilidade, acessibilidade, objetivos pedagógicos (no caso de jogos sérios ou educacionais) ([SOUZA; RODRIGUES; NERIS, 2019](#); [DIAS et al., 2015](#); [NETO et al., 2019](#); [PELETTI, 2015](#)), entre outros.

A validação do conteúdo do documento refere-se à verificação da clareza, completude e coerência das informações registradas no *Game Design Document* (GDD), assegurando que as ideias de design, estilo, mecânicas, narrativa, estética e demais componentes estejam descritas de forma compreensível para todos os *stakeholders* envolvidos no desenvolvimento, como designers, programadores, artistas e roteiristas. A validação do conteúdo é fundamental para garantir alinhamento entre a concepção inicial do jogo e sua futura implementação.

Já a verificação da consistência interna e externa do design proposto busca identificar eventuais contradições ou desalinhamentos tanto dentro do próprio GDD (consistência interna), quanto entre o GDD e outras fontes ou requisitos externos, como diretrizes do projeto, padrões técnicos ou expectativas do público-alvo (consistência externa). Essa análise é essencial para garantir a coesão do projeto como um todo e evitar retrabalho em fases posteriores do desenvolvimento.

Para analisar a viabilidade técnica e criativa das propostas contidas no documento, avalia-se se as ideias e soluções apresentadas no GDD são exequíveis do ponto de vista técnico, considerando limitações de tempo, orçamento, recursos humanos e ferramentas disponíveis. Simultaneamente, analisa-se o potencial criativo das propostas, buscando assegurar que o jogo ofereça uma experiência inovadora, envolvente e compatível com seus objetivos de design.

E por fim a avaliação da aderência a requisitos específicos concentra-se em verificar se o GDD atende a critérios específicos do projeto, como usabilidade, acessibilidade, engajamento ou objetivos pedagógicos — especialmente em contextos de jogos sérios ou educacionais. A avaliação da aderência a esses requisitos garante que o jogo não apenas funcione tecnicamente, mas também cumpra sua função de forma eficaz em seu contexto de aplicação.

Esses métodos podem ser aplicados em diferentes momentos do ciclo de desenvolvimento como antes da implementação do jogo (ex.: avaliação por especialistas, análise de requisitos, validação com usuários); durante o desenvolvimento (ex.: revisão iterativa com base em *feedback*); ou ainda, após a implementação (ex.: confrontando o jogo final com o GDD para verificar fidelidade ao design).

Ainda de acordo com [Rêgo, Portela e Oliveira \(2020\)](#) os métodos de avaliação com maior recorrência identificados na literatura especializada envolvem a avaliação da usabilidade do jogo, da experiência do jogador, da clareza dos requisitos e da estrutura narrativa, bem como a revisão por especialistas e a aplicação prática do GDD na produção do jogo.

Portanto, além de serem uma área de pesquisa ainda pouco explorada, os métodos de avaliação de GDD são instrumentos fundamentais tanto para a melhoria contínua do processo de design quanto para a garantia da qualidade do produto final, contribuindo para a consolidação de práticas sistemáticas e rigorosas no campo do desenvolvimento de jogos digitais.

5.3.1 Avaliação do GDD por Produção Baseada Apenas no Documento

Entre os métodos de avaliação identificados, destaca-se a estratégia de avaliação do GDD por meio da produção do jogo utilizando exclusivamente o documento de design como fonte de informação. Esse método tem como principal objetivo verificar a completude, clareza e aplicabilidade prática do GDD, tratando-o como um artefato técnico que deve conter todas as informações necessárias para a implementação do jogo, sem a necessidade de suporte adicional dos autores do documento.

A lógica subjacente a esse processo é validar o GDD como um instrumento suficientemente autossuficiente, capaz de comunicar, de maneira eficaz, todos os

aspectos relevantes do projeto de jogo à equipe de desenvolvimento. Nesse contexto, são avaliados elementos como a descrição do estilo, das mecânicas, os objetivos do jogo, as interações previstas, os requisitos técnicos e os fluxos de progressão.

Como exemplo, esse método foi utilizado por [Corral et al. \(2015\)](#), onde os autores realizaram a produção do jogo com base apenas no conteúdo do GDD, sem suporte verbal ou complementar dos autores. Tal abordagem permitiu avaliar a capacidade do documento em orientar com precisão o desenvolvimento do jogo, revelando potenciais lacunas ou ambiguidades na documentação original.

Conforme discutido por [Rêgo, Portela e Oliveira \(2020\)](#), esse tipo de avaliação é particularmente relevante em contextos educacionais e colaborativos, onde a separação entre a equipe de design e a equipe de desenvolvimento é comum. Além disso, pode ser utilizado como ferramenta formativa em cursos de game design, fornecendo *feedback* sobre a habilidade dos estudantes em documentar adequadamente suas propostas de jogo.

Por fim, destaca-se que essa metodologia contribui para a consolidação do GDD como um artefato de engenharia de requisitos no contexto dos jogos digitais, aproximando-o das práticas formais de documentação utilizadas na engenharia de software, mas preservando as especificidades criativas do design de jogos.

5.3.2 Avaliação da conformidade dos requisitos documentados

A avaliação da conformidade dos requisitos documentados no GDD consiste na verificação da adequação, consistência e completude dos requisitos funcionais e não funcionais descritos no documento, com foco na coerência entre o que foi projetado e o que é efetivamente esperado na implementação do jogo. Essa abordagem visa garantir que os requisitos estabelecidos estejam claramente definidos, organizados de forma lógica e alinhados com os objetivos gerais do projeto de jogo.

No contexto do desenvolvimento de jogos digitais, o GDD não apenas encapsula elementos criativos e narrativos, mas também atua como instrumento de especificação técnica, descrevendo funcionalidades, restrições de sistema, características da interface, elementos de jogabilidade e aspectos de acessibilidade. Assim, a verificação da conformidade desses requisitos torna-se fundamental para assegurar a viabilidade da implementação e a fidelidade do produto final às intenções do design.

Esse método de avaliação foi utilizado por [Souza, Rodrigues e Neris \(2019\)](#), no qual os autores procederam à análise crítica do GDD a fim de verificar a aderência dos requisitos documentados aos critérios estabelecidos para o projeto. Essa verificação incluiu tanto os requisitos funcionais (como comportamentos esperados dos sistemas de jogo) quanto os não funcionais (como desempenho, portabilidade e usabilidade).

Tal abordagem é particularmente útil em contextos de validação cruzada entre equipes multidisciplinares, nas quais os documentos são utilizados como ponte entre as áreas de design, desenvolvimento e testes. Além disso, contribui para a identificação precoce de inconsistências, ambiguidades ou requisitos omissos, que poderiam comprometer a integridade do jogo ao longo do ciclo de desenvolvimento.

Ao garantir que os requisitos estejam devidamente especificados e organizados no GDD, essa forma de avaliação promove uma documentação mais robusta, facilitando a comunicação entre os membros da equipe e reduzindo os riscos de retrabalho ou desalinhamento durante a implementação.

5.3.3 Avaliação dos requisitos não funcionais (com base no GDD)

A avaliação dos requisitos não funcionais a partir do GDD tem como objetivo analisar aspectos que transcendem as funcionalidades diretas do jogo, mas que são essenciais para garantir sua qualidade, acessibilidade e adequação ao ambiente de execução. Entre os principais requisitos não funcionais analisados estão: desempenho, portabilidade, acessibilidade, usabilidade, escalabilidade e segurança.

No contexto do design de jogos digitais, a definição clara desses requisitos no GDD é fundamental, pois influencia diretamente na experiência do usuário e na viabilidade técnica do jogo em diferentes plataformas. Assim, a avaliação desses aspectos permite identificar se o documento apresenta especificações adequadas e viáveis, que possam ser utilizadas pela equipe de desenvolvimento durante a implementação e otimização do jogo.

[Souza, Rodrigues e Neris \(2019\)](#) também realizaram a análise da conformidade dos requisitos não funcionais especificados no GDD em relação à sua aplicabilidade prática no jogo final. Essa abordagem permitiu verificar, por exemplo, se havia uma descrição suficiente sobre o comportamento do sistema em diferentes dispositivos, as condições mínimas de hardware, a necessidade de suporte a recursos de acessibilidade (como interfaces adaptadas para pessoas com deficiência), entre outros critérios relevantes.

A avaliação dos requisitos não funcionais com base no GDD contribui para assegurar que o jogo atenda a um padrão mínimo de qualidade técnica e inclusividade, além de reduzir riscos relacionados à insatisfação do usuário ou limitações de uso em diferentes contextos. Dessa forma, essa prática reforça a importância do GDD não apenas como um repositório de ideias criativas, mas também como um documento técnico robusto que guia o desenvolvimento em múltiplas dimensões do projeto.

Em ambientes colaborativos ou educacionais, essa avaliação pode ainda ser utilizada como ferramenta formativa, permitindo que os autores do GDD reflitam

criticamente sobre as implicações práticas de suas decisões de design, e promovendo o desenvolvimento de jogos mais sustentáveis e acessíveis.

5.3.4 Avaliação do GDD por especialistas

A avaliação por especialistas, ou *domain experts review*, consiste em submeter o GDD à análise crítica de profissionais com experiência na área de jogos digitais, antes mesmo do início da implementação do jogo. O objetivo central dessa abordagem é obter uma validação qualitativa do conteúdo, da estrutura e da coerência do documento, com base na expertise de avaliadores que possuam conhecimento técnico, pedagógico ou artístico relevante para o tipo de jogo proposto.

Esse método é comumente utilizado como forma de garantir a solidez conceitual e técnica do GDD, bem como identificar antecipadamente potenciais inconsistências, lacunas informacionais, ambiguidades ou problemas de alinhamento entre os diferentes elementos do design (mecânicas, narrativa, público-alvo, interfaces, etc.). Esse tipo de avaliação está presente em diversos estudos (RÊGO; PORTELA; OLIVEIRA, 2020).

Tanto em Wiwatwattana e Bunyakul (2019), quanto em RUTES et al. (2015), os autores utilizaram a análise de especialistas para verificar a consistência das mecânicas propostas, a clareza dos objetivos e a aplicabilidade do GDD ao contexto pretendido. Em ambos os casos, os avaliadores convidados possuíam familiaridade com o desenvolvimento de jogos educacionais e forneceram contribuições importantes para o refinamento do documento.

A avaliação por especialistas é particularmente relevante em projetos interdisciplinares, como jogos sérios, jogos educacionais ou simuladores, nos quais o conhecimento técnico do design de jogos deve ser articulado com saberes de outras áreas (ZAKI et al., 2020). Além disso, ela promove uma validação externa do GDD, que pode agregar credibilidade ao projeto, especialmente quando há intenção de submetê-lo a editais, financiamentos ou parcerias institucionais.

Para garantir a eficácia desse tipo de avaliação, é recomendável que os especialistas utilizem instrumentos de análise estruturados, como *checklists*, rubricas ou formulários de *feedback* (RAZALI et al., 2022), que permitam sistematizar suas observações e facilitar a incorporação das sugestões pela equipe de design.

5.3.5 Análise de *feedback* de usuários ou especialistas sobre o GDD

Essa análise do GDD refere-se à coleta sistemática de impressões, comentários e sugestões fornecidos por indivíduos com conhecimento ou interesse no jogo em desenvolvimento, com foco exclusivo no conteúdo do GDD, antes da implementação do jogo propriamente dito. Essa abordagem se diferencia de avaliações baseadas em

protótipos jogáveis, pois centra-se no GDD como principal objeto de análise, atuando como uma forma de validação prévia do design conceitual.

Esse método tem como principal objetivo identificar possíveis falhas de comunicação, inconsistências, omissões ou ambiguidades no documento, além de captar percepções iniciais sobre a atratividade e viabilidade do projeto (ANNANPERÄ et al., 2018). O *feedback* pode ser obtido por meio de entrevistas semiestruturadas, questionários abertos, grupos focais ou revisões comentadas, e pode envolver tanto especialistas da área de jogos quanto representantes do público-alvo pretendido (SILVA et al., 2024).

Como exemplo, Araújo et al. (2023) submeteram o GDD à apreciação de usuários finais e especialistas antes da implementação do jogo. A análise do *feedback* permitiu a identificação de ajustes necessários no documento, contribuindo para o aprimoramento da proposta antes da transição para as fases de prototipagem e desenvolvimento.

Esse tipo de avaliação é especialmente relevante em contextos onde se busca validação participativa e iterativa, característica de metodologias como *Design Thinking*, Design Participativo ou *Design Science Research*. Além disso, é útil em projetos de jogos educacionais ou sérios, nos quais o alinhamento com objetivos pedagógicos ou sociais deve ser cuidadosamente examinado por *stakeholders* da área.

A sistematização desse *feedback*, quando documentada e analisada de forma estruturada, pode alimentar um ciclo de refinamento contínuo do GDD, contribuindo para a qualidade do design e a clareza da documentação, além de promover a adesão de futuros usuários e colaboradores ao projeto.

A avaliação de GDDs configura-se como uma etapa para garantir a eficácia do processo de design de jogos digitais. Conforme demonstrado nesta seção, embora ainda haja relativa escassez de pesquisas voltadas exclusivamente a esse tema, os estudos existentes revelam um conjunto diversificado de métodos que possibilitam avaliar o GDD sob diferentes perspectivas — desde sua completude e clareza técnica até sua aderência a requisitos funcionais, não funcionais, pedagógicos ou criativos.

Os métodos analisados evidenciam que o GDD pode ser validado de tanto antes quanto após a implementação do jogo, por meio de avaliações conduzidas por especialistas, usuários finais ou pela própria produção experimental do jogo baseada exclusivamente no documento. Essa diversidade metodológica reflete a natureza mista do GDD, que atua simultaneamente como artefato de design criativo e instrumento técnico de especificação.

Além disso, a aplicação dessas abordagens em contextos educacionais, colaborativos e interdisciplinares demonstra um potencial formativo e integrador dos

métodos de avaliação, sobretudo quando aliados a práticas de refinamento, como o uso de *feedback* estruturado e validação iterativa. As evidências apontam ainda para a importância de adotar ferramentas de apoio à avaliação — como rubricas, *checklists* e protocolos de análise — que sistematizem os julgamentos e aumentem a confiabilidade do processo.

Dessa forma, os métodos de avaliação de GDD não apenas contribuem para a melhoria contínua da documentação e do design dos jogos, mas também se apresentam como instrumentos para a consolidação de práticas profissionais mais rigorosas, reflexivas e alinhadas com os padrões da engenharia de software e do design centrado no usuário. Seu uso sistemático pode, portanto, elevar a qualidade tanto dos processos quanto dos produtos gerados no desenvolvimento de jogos digitais.

5.4 Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)

A aceitação e o uso de tecnologias da informação podem gerar benefícios imediatos e de longo prazo tanto em nível organizacional quanto individual, como melhoria de desempenho, eficiência financeira e temporal, além de conveniência (CURLEY, 1984; BESELGA, 2018; RAMOS et al., 2024). Esse potencial motivou a pesquisa em Sistemas de Informação (SI) a investigar a disposição dos indivíduos em adotar tecnologias inovadoras (DAVIS, 1989), especialmente a partir da popularização dos computadores pessoais na década de 1980.

No entanto, o avanço dos estudos sobre adoção tecnológica foi limitado pela ausência de dados empíricos sobre a resposta dos usuários ao desempenho dos sistemas. Antes do desenvolvimento do TAM, diferentes abordagens tecnológicas e organizacionais tentaram suprir essa lacuna (BENBASAT; DEXTER; TODD, 1986; ROBEY; FARROW, 1982; FRANZ; ROBEY, 1986), destacando, por exemplo, a importância do envolvimento do usuário no processo de design e implementação (SILVA, 2023; MARIKYAN; PAPAGIANNIDIS, 2023). Outra linha de pesquisa priorizava a avaliação prática de sistemas de informação, centrada em aspectos de usabilidade e características técnicas (GOULD; LEWIS, 1985; ROSE; REIMER, 2022).

Esses estudos utilizavam escalas subjetivas de desempenho, mas falhavam em validar empiricamente a qualidade dessas medidas, resultando em baixa correlação com o uso real do sistema (MUBARKOOT et al., 2023; GEMINO; REICH; SERRADOR, 2021; NAEEM; JAWAID; MUSTAFA, 2023; WANG; WANG, 2023). Diante disso, surgiu a necessidade de instrumentos confiáveis para investigar fatores atitudinais que mediam a relação entre as características do sistema e seu uso efetivo.

A Teoria da Ação Racional (TRA), de Ajzen, Fishbein et al. (1988), foi aplicada para prever os fundamentos atitudinais do comportamento, mas sua natureza genérica

gerou críticas quanto à adequação ao contexto dos SI (MCCORD, 2007; KESHARWANI, 2020), pois não contemplava variáveis específicas ao uso de tecnologia. Para superar essas limitações, Davis (1989) desenvolveu o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), baseado na TRA. O TAM propõe que, no contexto de uso tecnológico, a intenção comportamental (*Behavioral Intention*) é determinada por crenças específicas sobre a tecnologia — e não por atitudes genéricas — permitindo a análise de diferentes comportamentos de usuários de forma cautelosa.

5.4.1 Descrição do Modelo

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) tem como objetivo principal compreender os fatores que influenciam a aceitação e o uso de tecnologias pelos usuários, buscando prever o comportamento de uso e oferecer fundamentos teóricos para a implementação bem-sucedida de sistemas (DAVIS et al., 1989; MCCORD, 2007; THEIS et al., 2023). Do ponto de vista prático, o modelo também orienta profissionais e organizações quanto a medidas que podem ser adotadas antes da introdução de novas tecnologias.

A estrutura conceitual do TAM fundamenta-se na Teoria da Ação Racional (TRA), que propõe que o comportamento humano é orientado por intenções, as quais são moldadas por atitudes e crenças (AJZEN; FISHBEIN et al., 1988). Adaptando essa teoria ao contexto dos sistemas de informação, Davis (1989) propôs que a intenção comportamental de usar uma tecnologia (*Behavioral Intention to Use* - BI) é influenciada por duas crenças centrais: a *utilidade percebida* (Perceived Usefulness - PU) e a *facilidade de uso percebida* (Perceived Ease of Use - PEOU).

A **utilidade percebida** é definida como o grau em que o indivíduo acredita que o uso de determinada tecnologia melhora seu desempenho em uma atividade (DAVIS et al., 1989; SILVA, 2015). Esse conceito está alinhado ao “julgamento de resultado” de Bandura (1982), segundo o qual as expectativas de resultados positivos funcionam como gatilhos comportamentais. Já a **facilidade de uso percebida** refere-se ao grau em que o indivíduo acredita que o uso da tecnologia será isento de esforço (DAVIS et al., 1989; SILVA, 2015), derivando do conceito de autoeficácia, relacionado à capacidade percebida de executar tarefas específicas (BANDURA, 1982; HILL; SMITH; MANN, 1987). Esse constructo também apresenta paralelos com o fator “complexidade” da literatura de difusão de inovações, caracterizado como barreira à adoção de tecnologias (MAHAJAN, 2010).

No TAM, o processo de aceitação tecnológica é descrito em três estágios: fatores externos (como funcionalidades e design do sistema) influenciam respostas cognitivas (PU e PEOU); essas, por sua vez, moldam a intenção comportamental (BI), que por fim afeta diretamente o comportamento de uso (DAVIS et al., 1989; DAVIS, 1993; SILVA,

2015). Embora ambos os constructos exerçam influência sobre a BI, apenas a utilidade percebida apresenta efeito direto e significativo sobre o uso efetivo. A facilidade de uso percebida contribui indiretamente ao reforçar a percepção de utilidade (DAVIS, 1993).

Para a mensuração empírica desses constructos, foram desenvolvidas escalas com múltiplos itens, avaliados geralmente por meio de escalas do tipo Likert. Essas escalas demonstraram alta validade psicométrica e confiabilidade interna em diferentes contextos (DAVIS et al., 1989). O uso dessas medidas permite não apenas compreender os aspectos cognitivos e afetivos envolvidos na aceitação de tecnologias, como também fornece suporte para o aprimoramento de sistemas com base na percepção dos usuários (THEIS et al., 2023; MADI; KHASAWNEH; DANDIS, 2024; AL-MAMARY et al., 2024; ALNUAIM, 2024).

5.4.2 Extensões do Modelo TAM

Após a ampla adoção do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) em estudos organizacionais, evidências empíricas demonstraram sua robustez ao explicar, em média, cerca de 40% da variância na aceitação de tecnologias (GOODHUE; THOMPSON, 1995; DAVIS; BAGOZZI; WARSHAW, 1992). No entanto, para aumentar o poder preditivo do modelo, surgiram extensões que buscaram compreender os fatores subjacentes à percepção de utilidade, até então pouco explorados. A utilidade percebida foi confirmada como o preditor mais forte da intenção de uso (VENKATESH; DAVIS, 2000), reforçando a necessidade de investigar seus antecedentes cognitivos e sociais.

Proposto por Venkatesh e Davis (2000), o TAM2 introduziu cinco novas variáveis exógenas: *norma subjetiva*, *imagem*, *relevância para o trabalho*, *qualidade da saída* e *demonstração de resultados*, além de dois moderadores: *experiência* e *voluntariedade de uso*. A norma subjetiva é definida como a percepção de que pessoas importantes para o indivíduo esperam que ele adote determinada tecnologia. Tal constructo influencia diretamente a intenção de uso e indiretamente por meio da imagem e da utilidade percebida, com base na internalização de opiniões de grupos sociais relevantes (VENKATESH; DAVIS, 2000). Apesar dos resultados empíricos inconclusivos sobre seu efeito direto, seu impacto indireto é mais consistentemente observado em ambientes organizacionais.

A variável *imagem* refere-se ao grau em que o uso da tecnologia é percebido como algo que eleva o status social do usuário, sendo influenciada pela norma subjetiva e, por sua vez, reforçando a percepção de utilidade. A *relevância para o trabalho* diz respeito à adequação percebida entre a tecnologia e as tarefas profissionais, sendo seu efeito moderado pela *qualidade da saída*, isto é, a percepção sobre a eficácia da tecnologia em produzir resultados satisfatórios.

A *demonstração de resultados* é definida como a tangibilidade dos benefícios gerados pelo uso da tecnologia, sendo considerada fundamental para consolidar a percepção de utilidade com base em resultados claros e comunicáveis. Coletivamente, os fatores adicionados ao TAM2 permitiram explicar até 60% da variância na utilidade percebida e entre 37% e 52% da variância na intenção de uso (VENKATESH; DAVIS, 2000).

Com o objetivo de integrar os antecedentes tanto da *utilidade percebida* quanto da *facilidade de uso percebida* em um único modelo, Venkatesh e Bala (2008) propuseram o TAM3. A nova versão introduziu variáveis cognitivas e motivacionais como preditores diretos da facilidade de uso percebida, incluindo: *autoeficácia computacional*, *percepção de controle externo*, *ansiedade computacional*, *ludicidade computacional*, *prazer percebido* e *usabilidade objetiva*.

Essas variáveis foram organizadas em dois grupos: *fatores de ancoragem*, que influenciam o julgamento inicial (ex.: ansiedade, autoeficácia e percepção de recursos externos), e *fatores de ajuste*, que atuam após o contato com a tecnologia (ex.: prazer percebido e usabilidade objetiva) (ALBAYATI, 2024; CHATTERJEE et al., 2021). A experiência do usuário passou a ser considerada moderadora nas relações entre: ansiedade computacional e facilidade de uso percebida, facilidade de uso percebida e utilidade percebida, e facilidade de uso percebida e intenção de uso (VENKATESH; BALA, 2008).

O TAM3 manteve os antecedentes de utilidade propostos no TAM2 e reforçou o modelo comportamental ao detalhar os mecanismos cognitivos e afetivos que condicionam a aceitação de tecnologias. Sua capacidade explicativa foi comparável à de seu antecessor, explicando entre 40% e 53% da variação na intenção de uso e cerca de 36% do uso efetivo (VENKATESH; BALA, 2008). Entretanto, seu diferencial está na consolidação de um modelo mais completo, capaz de apoiar decisões práticas sobre desenvolvimento, gestão e implementação de tecnologias da informação.

5.4.3 Constructos Centrais

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) é fundamentado em três constructos principais, os quais explicam o comportamento do usuário em relação à adoção e uso de uma tecnologia. Esses constructos derivam da Teoria da Ação Racional (TRA), adaptada ao contexto dos sistemas de informação por Davis et al. (1989), e foram validados empiricamente em diversos estudos subsequentes (VENKATESH; DAVIS, 2000; VENKATESH; BALA, 2008).

- **Utilidade Percebida (PU – *Perceived Usefulness*)**: Refere-se ao grau em que um indivíduo acredita que o uso de determinada tecnologia irá melhorar

seu desempenho em uma tarefa específica. Esse constructo está relacionado ao conceito de julgamento de resultado (BANDURA, 1982), segundo o qual a expectativa de um resultado positivo atua como motivador para o comportamento. Estudos apontam a PU como o preditor mais robusto da intenção de uso, com forte correlação com o comportamento efetivo de adoção (DAVIS et al., 1989; VENKATESH; DAVIS, 2000).

- **Facilidade de Uso Percebida (PEOU – *Perceived Ease of Use*):** Corresponde ao grau em que o indivíduo acredita que utilizar a tecnologia será isento de esforço físico e cognitivo. Esse constructo se relaciona com o conceito de autoeficácia (BANDURA, 1982) e representa as barreiras operacionais percebidas no uso da tecnologia. Além disso, a PEOU influencia indiretamente a PU, pois sistemas fáceis de utilizar tendem a ser percebidos como mais úteis (VENKATESH; BALA, 2008).
- **Intenção Comportamental de Uso (BI – *Behavioral Intention to Use*):** Representa a disposição ou motivação do indivíduo para utilizar determinada tecnologia no futuro. A BI é considerada um preditor direto do uso efetivo e tem sido consistentemente validada como mediadora entre os fatores perceptivos (PU e PEOU) e o comportamento observado (DAVIS; BAGOZZI; WARSHAW, 1992; VENKATESH et al., 2003).

No modelo original, tanto a utilidade percebida quanto a facilidade de uso percebida influenciam diretamente a intenção comportamental de uso. Adicionalmente, estudos empíricos indicam que a facilidade de uso percebida pode exercer também um efeito indireto sobre a intenção de uso por meio da utilidade percebida, uma vez que a percepção de menor esforço tende a potencializar a percepção de desempenho (VENKATESH; DAVIS, 2000; LEE; KOZAR; LARSEN, 2003; NAWAZ, 2024).

Por fim, a partir da intenção comportamental, infere-se o **uso efetivo** da tecnologia, entendido como a adoção prática e continuada da ferramenta em situações reais de trabalho ou consumo. Embora o modelo original não inclua variáveis contextuais ou organizacionais, extensões como TAM2 e TAM3 incorporam fatores adicionais que refinam as relações entre esses constructos centrais.

5.4.4 Aplicações do TAM

O TAM e suas extensões têm sido amplamente aplicados em diversas disciplinas, contextos organizacionais e regiões geográficas, sendo reconhecidos como ferramentas teóricas robustas para a previsão do comportamento do usuário. Embora sua aplicação inicial tenha ocorrido na área de sistemas de informação, o modelo foi estendido para áreas como marketing, comércio eletrônico e publicidade (GEFEN; KARAHANNA;

STRAUB, 2003; DABHOLKAR; BAGOZZI, 2002; GENTRY; CALANTONE, 2002). Nessas áreas, TAM tem sido utilizado para investigar a aceitação de tecnologias como plataformas de *e-commerce*, ferramentas de compras *online* e *chatbots*, contribuindo para a compreensão das intenções de compra dos consumidores (ARAÚJO; CASAIS, 2019; MARIKYAN; PAPAGIANNIDIS, 2023).

Estudos mostram que os constructos do modelo, especialmente a utilidade percebida, explicam grande parte da variância nas atitudes e intenções dos usuários em relação ao uso de tecnologias (ALQUDAH; AL-EMRAN; SHAALAN, 2021; FOROUGH et al., 2024; LESCHANOWSKY et al., 2024). No entanto, a eficácia preditiva do modelo varia conforme o tipo de usuário. Por exemplo, o TAM apresentou resultados consistentes apenas para clientes com experiência prévia em plataformas de *e-commerce* (ÇELIK; DIVANOĞLU, 2025).

O modelo também foi aplicado em contextos diversos como *internet banking*, telecomunicações, realidade virtual, sistemas educacionais e mineração de texto (ADAMS; NELSON; TODD, 1992; AIN et al., 2019; DEMOULIN; COUSSEMENT, 2020). Em geral, a utilidade percebida apresentou efeito significativo sobre a intenção de uso, enquanto a facilidade de uso nem sempre teve impacto consistente. Por exemplo, na aceitação de carteiras virtuais, apenas a utilidade percebida mostrou efeito significativo (SINGH; SINHA; LIÉBANA-CABANILLAS, 2020), enquanto em contextos de *e-learning*, fatores como usabilidade objetiva e norma subjetiva mostraram-se irrelevantes (AL-GAHTANI, 2016; MAILIZAR; BURG; MAULINA, 2021).

Além disso, o modelo tem sido aplicado em setores como agricultura, saúde e gestão de recursos naturais (GENG; MAIMAITUERXUN, 2022; MUNGUIA; PANNELL; LLEWELLYN, 2021; RAHIMI et al., 2018). Por exemplo, o TAM explicou a adoção de tecnologias na pecuária leiteira (MUNGUIA; PANNELL; LLEWELLYN, 2021), mas em telemedicina, apenas a utilidade percebida foi significativa para a intenção de uso por médicos (RAHIMI et al., 2018).

Esses resultados sugerem que o impacto da facilidade de uso pode ser reduzido em dois casos: quando a tecnologia tem baixo valor funcional ou quando o público já possui habilidades técnicas específicas. Quando se leva em conta o fator cultural ou local de aplicação do modelo, nota-se que ele também foi testado em diferentes culturas, como Estados Unidos, Japão, Índia e Países Baixos; além de diferentes épocas (STRAUB, 1994; HEIJDEN, 2003; TURNER et al., 2010; SINGH; SINHA; LIÉBANA-CABANILLAS, 2020).

Do ponto de vista prático, TAM pode auxiliar organizações a estimar a demanda por novos produtos tecnológicos, apoiar estratégias de design centradas no usuário e planejar ações antes e depois da implementação de sistemas (DAVIS et al., 1989; VENKATESH; DAVIS, 2000; VENKATESH; BALA, 2008). A compreensão dos antecedentes

da utilidade e da facilidade de uso percebida permite decisões mais eficazes sobre adoção, treinamento e ajustes tecnológicos em ambientes corporativos e institucionais.

5.4.5 Aplicação com Escala Likert

A aplicação empírica do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) é predominantemente realizada por meio de questionários estruturados, nos quais os constructos centrais — como utilidade percebida, facilidade de uso percebida e intenção comportamental de uso — são operacionalizados em forma de itens avaliativos. Tais itens são geralmente validados em estudos anteriores e adaptados ao contexto da tecnologia investigada (DAVIS et al., 1989; VENKATESH; DAVIS, 2000).

A escala de resposta mais comumente utilizada é a escala de tipo Likert com cinco pontos, que permite mensurar o grau de concordância dos respondentes com afirmações relacionadas aos constructos avaliados. Essa escala varia de:

1 – Discordo totalmente até 5 – Concordo totalmente

A escolha pela escala Likert deve-se à sua simplicidade, sensibilidade psicométrica e ampla aceitação na literatura de avaliação de tecnologias (ANGGRAENY; BAIHAQI, 2021; HARRIS; ROGERS, 2023). Cada constructo é composto por múltiplos itens (geralmente entre 3 e 6), o que permite avaliar sua consistência interna por meio de coeficientes como o alfa de Cronbach (ALSMADI et al., 2023).

O alfa de Cronbach é uma medida estatística utilizada para avaliar a consistência interna de um conjunto de itens em um questionário (EZZUDDIN; GANI, 2023), ou seja, o quanto os itens que compõem uma escala estão correlacionados entre si e medem o mesmo constructo. É amplamente utilizado em pesquisas em ciências sociais, psicologia e avaliação de tecnologias (DONATI et al., 2021; HEO; HAN, 2022; PETERSEN, 2025), como nas aplicações do TAM.

Seu valor varia de 0 a 1, sendo que:

- Valores acima de 0,70 são geralmente considerados aceitáveis;
- Valores acima de 0,80 indicam boa consistência;
- Valores acima de 0,90 e muito perto de 1 podem indicar redundância entre os itens.

Um alfa de Cronbach elevado sugere que os itens são confiáveis e que a escala é adequada para mensurar o constructo proposto (NUNNALLY; BERNSTEIN, 1994). Valores superiores a 0,70 são geralmente considerados aceitáveis para pesquisas em

ciências sociais (NUNNALLY; BERNSTEIN, 1994). Embora alfas muito altos possam sugerir redundância entre os itens, esse aspecto nem sempre representa uma falha. Em instrumentos extensos, é comum a inclusão planejada de itens semelhantes com o objetivo de reforçar a medição, reduzir respostas aleatórias e verificar a consistência dos participantes. No contexto do TAM, por exemplo, itens que expressam diferentes aspectos da utilidade percebida frequentemente apresentam forte correlação, o que é desejável para garantir estabilidade na mensuração (VENKATESH; DAVIS, 2000; KIM; KIM, 2023; SIAH et al., 2023).

Para calcular o alfa de Cronbach devemos considerar uma escala com $k \geq 2$ itens observados $X_1, \dots, X_k$ medidos em n respondentes. Denote por $\mathbf{X} \in \mathbb{R}^{n \times k}$ a matriz de dados (linhas = respondentes; colunas = itens) e por $\bar{\mathbf{x}} \in \mathbb{R}^k$ o vetor de médias colunares. Defina a matriz de covariâncias amostrais não viciada

$$\mathbf{S} = \frac{1}{n-1} (\mathbf{X} - \mathbf{1}\bar{\mathbf{x}}^\top)^\top (\mathbf{X} - \mathbf{1}\bar{\mathbf{x}}^\top) \in \mathbb{R}^{k \times k},$$

onde $\mathbf{1} \in \mathbb{R}^n$ é o vetor de uns. Seja ainda $\text{tr}(\mathbf{S})$ a traça de $\mathbf{S}$ e $\mathbf{1}_k \in \mathbb{R}^k$ o vetor de uns de dimensão k .

O alfa de Cronbach é definido por

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\text{tr}(\mathbf{S})}{\mathbf{1}_k^\top \mathbf{S} \mathbf{1}_k} \right). \quad (5.1)$$

De modo equivalente, escrevendo $X_T = \sum_{i=1}^k X_i$ e denotando por $\text{Var}(X_i)$ a variância amostral do item i e por $\text{Var}(X_T)$ a variância amostral do escore total, tem-se

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \text{Var}(X_i)}{\text{Var}(X_T)} \right). \quad (5.2)$$

Quando os itens são padronizados para variância unitária (isto é, trabalha-se com correlações) e r_{ij} denota a correlação de Pearson entre X_i e X_j , a forma em função da correlação média entre itens, $\bar{r} = \frac{2}{k(k-1)} \sum_{i < j} r_{ij}$, é

$$\alpha = \frac{k \bar{r}}{1 + (k-1) \bar{r}}. \quad (5.3)$$

As expressões (5.1)–(5.3) utilizam covariâncias/correlações amostrais com denominador $(n-1)$ e constituem o estimador clássico de α para consistência interna de uma escala com k itens.

Após a coleta de dados, os escores individuais são analisados estatisticamente com base em medidas descritivas (médias e desvios padrão), análises fatoriais exploratórias ou confirmatórias (MUSTAFA et al., 2024), bem como correlações entre variáveis e modelos de regressão (OYETADE; HARMSE; ZUVA, 2023) para verificar relações

causais entre os constructos. Além disso, estudos mais recentes empregam técnicas como modelagem por equações estruturais (PENG; RAZAK; HALILI, 2023) para testar a validade de constructo e a adequação dos modelos teóricos.

A interpretação dos escores médios segue uma lógica padronizada na literatura:

- 4,0 – 5,0: Aceitação elevada da tecnologia (forte concordância com os benefícios e facilidade de uso)
- 3,0 – 3,9: Aceitação moderada (potencial de uso, mas com possíveis barreiras percebidas)
- 1,0 – 2,9: Baixa aceitação (indícios de rejeição ou ineficiência percebida da tecnologia)

Esses intervalos interpretativos são utilizados em diversos estudos que analisam a aceitação de tecnologias em contextos como *e-learning*, *e-commerce*, saúde, administração pública e sistemas corporativos (SIAH et al., 2023; KIM; KIM, 2023; PETERSEN, 2025).

Vale ressaltar que a eficácia dessa abordagem depende não apenas da qualidade dos itens, mas também do ajuste do instrumento ao público-alvo e ao contexto de aplicação (VENKATESH; THONG; XU, 2012; PARK et al., 2017; SCHEIN; RAUSCH-NABEL, 2021). Questões culturais, educacionais ou profissionais podem influenciar a forma como os indivíduos interpretam as escalas e os enunciados, o que justifica, em alguns casos, a aplicação de estudos-piloto e a tradução e adaptação transcultural dos instrumentos.

5.4.6 Limitações do Modelo TAM

Apesar da ampla aceitação e uso do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) ao longo das últimas décadas, diversas limitações vêm sendo apontadas pela literatura especializada. A simplicidade estrutural do modelo original, embora útil para fins preditivos, foi criticada por não explorar adequadamente os antecedentes da aceitação tecnológica, como os fatores que influenciam a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida (LEE; KOZAR; LARSEN, 2003; VENKATESH; DAVIS, 2000). A abordagem parcimoniosa do TAM motivou pesquisadores a propor a inclusão de novos constructos com potencial explicativo, como confiança, adequação da tecnologia à tarefa, normas subjetivas, compatibilidade e relevância contextual (VENKATESH; DAVIS, 2000; KOUFARIS, 2002; GEFEN; KARAHANNA; STRAUB, 2003).

Benbasat e Barki (2007) argumentaram que a popularização do modelo gerou uma falsa sensação de progresso na pesquisa em sistemas de informação, devido

à repetição de estudos que pouco avançaram em relação às descobertas originais (VENKATESH; BALA, 2008). Uma das críticas centrais é que o foco do TAM recai sobre os fatores que levam os usuários a adotar uma tecnologia, negligenciando a análise do impacto real dessa adoção sobre o desempenho organizacional (GOODHUE, 2007). Além disso, o modelo pouco considera os elementos que tornam um sistema efetivamente útil, como seu design e adequação às tarefas dos usuários — fatores essenciais tanto para aceitação quanto para a obtenção de resultados positivos com o uso do sistema (BENBASAT; BARKI, 2007; GOODHUE, 2007).

A literatura também aponta que o TAM atingiu um estágio de maturidade teórica, o que limita a relevância de novos estudos meramente replicativos (BENBASAT; BARKI, 2007; VENKATESH; BALA, 2008).

As extensões do modelo, como TAM2, também apresentam limitações específicas. Uma das principais críticas é sua formulação voltada exclusivamente para contextos organizacionais, sem considerar adequadamente o uso de tecnologias pelo consumidor final (VENKATESH; THONG; XU, 2012). Esse fator motivou o desenvolvimento de novos modelos, como o UTAUT2 e o MATH, que incorporam características do comportamento individual de adoção tecnológica (BROWN; VENKATESH, 2005). Além disso, alguns constructos nas extensões do TAM foram operacionalizados com apenas dois itens, comprometendo a validade das medições (VENKATESH; DAVIS, 2000). Outra limitação metodológica comum aos modelos baseados no TAM é a dependência de medidas autorrelatadas de intenção de uso, o que aumenta o risco de viés de método comum.

De forma geral, as críticas dirigidas ao modelo envolvem questões metodológicas, limitações no escopo explicativo e uma atenção excessiva aos fatores de adoção em detrimento de aspectos relacionados aos impactos reais do uso da tecnologia (GOODHUE, 2007; BENBASAT; BARKI, 2007; VENKATESH; THONG; XU, 2012). No entanto, essas limitações não anulam as contribuições significativas do TAM. O modelo permanece resiliente do ponto de vista teórico e com forte poder preditivo, tendo sido fundamental para estruturar a pesquisa em sistemas de informação ao oferecer um arcabouço inicial para compreender a aceitação de tecnologia por usuários (GOODHUE, 2007).

O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) fornece uma estrutura conceitual baseada em dois constructos centrais — utilidade percebida e facilidade de uso percebida — que explicam a intenção comportamental de uso e, por consequência, o uso efetivo de tecnologias. A aplicação do modelo é viabilizada por instrumentos quantitativos, geralmente questionários com escalas do tipo Likert, que permitem mensuração padronizada dos constructos e análise estatística da aceitação tecnológica em diversos contextos.

As extensões TAM2 e TAM3 adicionam variáveis exógenas e moderadoras que ampliam a capacidade explicativa do modelo, especialmente em ambientes organizacionais. Embora existam críticas relacionadas à simplificação teórica, ao foco em intenções autorrelatadas e à generalização de resultados, o TAM continua sendo empregado em diferentes áreas, como sistemas de informação, educação, saúde e serviços. A estrutura do modelo permite sua integração com outras abordagens teóricas, mantendo relevância em investigações sobre adoção e uso de tecnologias.

5.5 Considerações Finais

O Capítulo 5 apresentou os fundamentos teóricos e metodológicos que orientam a condução desta pesquisa, ancorada na abordagem de *Design Science Research* (DSR). A adoção dessa metodologia permitiu estruturar o desenvolvimento de um artefato voltado ao contexto do design de jogos educacionais, garantindo tanto o rigor científico quanto a aplicabilidade prática da solução proposta. Através da definição clara do problema, dos requisitos, do ciclo de design, avaliação e comunicação, buscou-se assegurar a solidez do processo investigativo e a relevância dos resultados.

A ênfase na centralidade do artefato, sua relação com a prática e o uso de métodos sistemáticos de avaliação, especialmente aplicados ao GDD, consolidam um percurso metodológico robusto e alinhado às demandas contemporâneas da pesquisa em sistemas interativos e jogos digitais. A incorporação de métodos específicos para avaliação de GDDs, como validação por especialistas, análise de conformidade e produção baseada exclusivamente no documento, destaca a preocupação com a qualidade do design e com a geração de conhecimento replicável.

Além disso, a aplicação do TAM contribui com uma perspectiva quantitativa à pesquisa, permitindo compreender a percepção dos usuários quanto à utilidade e facilidade de uso do artefato gerado. Essa etapa complementa a avaliação qualitativa e fortalece a triangulação metodológica, ampliando a confiabilidade dos resultados obtidos.

Portanto, este capítulo fundamenta não apenas o percurso metodológico adotado, mas também delimita as estratégias de construção e validação do artefato. No capítulo seguinte, serão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do artefato desenvolvido, detalhando sua implementação, os instrumentos de avaliação empregados, os dados coletados e as análises realizadas, com vistas a verificar sua eficácia e aceitação no contexto pretendido.

No Capítulo 6 são apresentados os resultados da pesquisa, desde o artefato criado para validar a questão da pesquisa, até os resultados do experimento, envolvendo o estudo de caso e o questionário aplicado com desenvolvedores de jogos e

professores.

6 Resultados

6.1 Visão Geral dos Experimentos e Etapas

Apresentação do processo completo, desde o levantamento de requisitos até a avaliação do artefato, destacando como cada fase se relaciona com os objetivos da pesquisa.

6.2 Construção do Modelo Inicial de GDD

Inicialmente, a partir de um levantamento de requisitos buscou compreender como os *Game Design Documents* (GDDs) são estruturados e utilizados tanto na indústria quanto em contextos educacionais, com ênfase em aplicações que visam o ensino de Pensamento Computacional (PC). Para isso, foram analisados exemplos reais de GDDs (mais extensos, típicos da indústria, com cerca de dez ou mais páginas) e modelos de referência mais concisos (incluindo versões de uma página e variações educacionais como EGDD, SGDD/RGDD e *frameworks* específicos). Em paralelo, os resultados do mapeamento sistemático descrito no Capítulo 2 mostraram que, de 2021 em diante, os estudos relevantes que de fato empregam GDDs com foco em PC tendem a privilegiar estruturas explícitas de alinhamento pedagógico, em especial quando organizadas na forma de EGDD, *frameworks* como LUDES-GD ou documentos curtos (SGDD/RGDD) (PÉREZ-COLADO et al., 2021; SUANDIQUE; BEÇA; ARESTA, 2021; HONDA et al., 2022a; HONDA et al., 2023; ALVES et al., 2024a; MANGELI et al., 2021; NETO; ODAKURA, 2025).

De modo geral, os GDDs industriais extensos oferecem uma cobertura de aspectos técnicos, estéticos e de mercado; contudo, impõem alto custo de elaboração e manutenção, o que dificulta sua adoção em cenários educacionais com tempo limitado de desenvolvimento e turmas heterogêneas. Em contraste, os modelos curtos (uma página ou SGDD/RGDD) reduzem a carga cognitiva, favorecem a iteração rápida e mantêm o foco nos elementos essenciais do design, sobretudo quando se deseja explicitar a relação entre estilos de jogo e objetivos de aprendizagem. Essa tendência aparece no mapeamento, onde documentos com orientação educacional (EGDD, *frameworks* dedicados) exibem maior explicitude na conexão entre objetivos, evidências de aprendizagem e pilares do PC (*decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos*), a síntese por estudo é detalhada na Tabela 2.

Essas evidências informaram os requisitos para a criação de um modelo básico/inicial de GDD para jogos de ensino de PC: (i) clareza e concisão na estrutura

do GDD; (ii) alinhamento explícito entre objetivos de aprendizagem e estilo de jogo; (iii) mapeamento verificável entre estilo de jogo e pilares do PC; (iv) facilidade de uso para docentes e desenvolvedores; e (v) suporte à iteração rápida (coleta de *feedback*, revisão e reutilização em novas turmas). À luz desses critérios e dos resultados da literatura, decidiu-se criar um *template* a partir do GDD de uma página como artefato-base, mas para uso específico de jogos para ensino de PC (CRUZ et al., 2023a), o qual nomeamos GDD2PC, por equilibrar aplicabilidade pedagógica e economia de esforço sem sacrificar a rastreabilidade entre design e objetivos educacionais. Um exemplo utilizando a versão final do GDD2PC pode ser observado na Figura 10.

Assim, o *template* inicial para o GDD2PC consiste no seguinte *framework* apresentado inicialmente na publicação feita a partir desta pesquisa em Cruz et al. (2023a):

Objetivos Educacionais do Jogo: A base do nosso *template* de GDD é a definição clara dos objetivos educacionais do jogo. Esta seção do GDD deve descrever as habilidades específicas de pensamento computacional a serem abordadas, como pensamento algorítmico, reconhecimento de padrões, abstração de problemas e decomposição. Cada objetivo é ajustado ao nível educacional desejado e alinhado a padrões curriculares estabelecidos. Ao definir metas educacionais precisas, o processo de design do jogo torna-se orientado por propósito, assegurando que a experiência do jogo sirva como meio para alcançar resultados de aprendizagem significativos.

Público-Alvo e Nível Educacional: Compreender o público-alvo é essencial para criar jogos educacionais envolventes e relevantes. Nesta seção, identificamos as características demográficas específicas dos jogadores, como faixa etária, nível acadêmico e conhecimentos prévios sobre conceitos de pensamento computacional. Ao adaptar o conteúdo do jogo às habilidades cognitivas e aos interesses do público pretendido, aumentamos sua acessibilidade e o potencial de impacto nos resultados de aprendizagem. Além disso, esta seção indica o nível educacional apropriado para o qual o jogo é projetado, permitindo que educadores o integrem de forma fluida às suas estratégias de ensino.

Mecânicas e Dinâmicas de Jogo: As mecânicas e dinâmicas são os elementos centrais que regem os aspectos interativos e desafiadores do jogo. Esta seção do documento descreve as regras, interações e mecanismos com os quais os jogadores irão se deparar ao longo da jogabilidade. Ao projetar cuidadosamente mecânicas alinhadas aos objetivos educacionais identificados, garantimos que os jogadores se engajem em atividades que fomentem habilidades de pensamento computacional. As dinâmicas do jogo referem-se a como essas mecânicas interagem e evoluem, proporcionando uma experiência dinâmica e cativante que sustenta o interesse e a motivação dos aprendizes.

História e Narrativa: Narrativas e *storytelling* desempenham papel crucial na imersão dos jogadores no mundo do jogo. Nesta parte do documento, elaboramos uma história cativante e relevante que complementa o conteúdo educacional do jogo. A narrativa funciona como pano de fundo para contextualizar os desafios e quebra-cabeças apresentados aos jogadores, criando uma experiência coesa e envolvente. Uma boa história aumenta o engajamento e oferece um contexto memorável e significativo para reforçar conceitos de pensamento computacional.

Personagens e Ambientes: Personagens e ambientes contribuem para a atmosfera e a experiência geral do jogo. Nesta seção, projetamos personagens que representem papéis e perspectivas diversas, tornando o jogo relacionável e inclusivo. Os ambientes são cuidadosamente elaborados para alinhar-se à narrativa e apoiar os desafios de jogabilidade. Ao criar um mundo visualmente atraente e imersivo, os aprendizes são motivados a explorar e interagir ativamente com o conteúdo do jogo.

Interface do Jogo: A interface é o principal ponto de interação entre jogadores e o mundo do jogo. Nesta parte do documento, projetamos uma interface intuitiva e amigável que facilite uma jogabilidade fluida. A interface é pensada para ser visualmente atraente e navegável, proporcionando uma experiência suave e agradável. Uma interface bem projetada assegura que os aprendizes possam se concentrar nos desafios computacionais apresentados, sem serem prejudicados por complexidades desnecessárias.

Desafios e Quebra-cabeças: Elemento central da experiência educacional, esta seção descreve os diferentes desafios e quebra-cabeças estrategicamente concebidos para reforçar habilidades de pensamento computacional. Cada desafio é cuidadosamente alinhado a objetivos educacionais específicos e aumenta progressivamente em complexidade à medida que os jogadores avançam no jogo. Ao apresentar problemas envolventes e intelectualmente estimulantes, incentivamos os aprendizes a aplicar técnicas de pensamento computacional de forma criativa e crítica.

Recursos de Apoio ao Professor: Educadores desempenham papel vital na integração eficaz do jogo à sala de aula. Nesta seção, oferecemos recursos de apoio ao professor — como diretrizes, planos de aula e materiais suplementares — para facilitar a incorporação fluida do jogo ao currículo educacional. Esses recursos capacitam os docentes a explorar todo o potencial do jogo e garantem que as experiências dos aprendizes se estendam para além do ambiente do jogo, alcançando a sala de aula.

Avaliação e Feedback: Avaliar a efetividade do jogo educacional é crucial para aferir seu impacto nos resultados de aprendizagem. Esta seção descreve os métodos de avaliação e os mecanismos de feedback empregados para medir o progresso e a compreensão dos aprendizes. Ao reunir dados quantitativos e qualitativos sobre o impacto educacional do jogo, podemos identificar áreas de melhoria e aprimorar continuamente a eficácia pedagógica do jogo.

Este modelo de GDD oferece um arcabouço estruturado e completo para a concepção de jogos educacionais orientados ao ensino de pensamento computacional. Sua viabilidade decorre da organização sistemática dos componentes essenciais, assegurando o alinhamento entre objetivos de aprendizagem, perfil do público-alvo e escolhas de design. Ao prover um roteiro operacional claro para desenvolvedores e educadores, o modelo eleva a eficiência do processo e a efetividade dos resultados. Ademais, sua aplicação abrange múltiplos contextos (da sala de aula formal a ambientes de aprendizagem informal e plataformas online), permitindo adaptações a metas educacionais específicas, padrões curriculares e necessidades dos aprendizes. Com isso, se apresenta como uma ferramenta versátil para a criação de jogos educacionais sob medida.

Figura 10 – Exemplo de uso do GDD2PC.

Título do Jogo: Code Memo Quest 1. Visão Geral do Jogo • Gênero: Jogo de Memória Educativo • Pilares do Pensamento Computacional: Abstração e Reconhecimento de Padrões • Plataforma: Navegadores Web e Dispositivos Móveis • Público-Alvo: Alunos do 1º período de Ciência da Computação • Objetivo: Ensinar o conceito de abstração em programação de uma maneira interativa e engajadora, ao mesmo tempo em que desafia a memória dos jogadores. 2. Objetivos Educacionais • Introduzir e reforçar o conceito de abstração em ciência da computação. • Desenvolver habilidades de memorização e associação lógica. • Incentivar a prática de codificação através de uma interface que permite aos alunos programar e modificar o jogo. 3. Mecânica do Jogo • O jogo consiste em várias fases onde os jogadores enfrentam desafios de memória que exigem a abstração de padrões ou conceitos. Cada fase introduzirá conceitos progressivamente mais complexos de abstração, exigindo dos jogadores que memorizem e apliquem esses conceitos para resolver os puzzles. Um exemplo é apresentar uma carta de um carro, a qual sua correspondente é uma carta de um patinete, pois ambos são veículos. • Programabilidade: Os alunos podem usar comandos simples de codificação para manipular elementos do jogo, como alterar padrões de cartas, definir tempos de resposta, e ajustar níveis de dificuldade. Por exemplo um comando como “mais abstrato” utilizará um conjunto de cartas onde os correlatos sejam abstrações cada vez mais complexas. • Desafios de Memória: Incluem encontrar pares de cartas que representam conceitos de abstração (como no exemplo do veículo), sequências de comandos (como por exemplo uma carta com um comando “if (fruta==‘maçã’);” corresponde com a carta “print(‘Eva come’);”, ou algoritmos simplificados (como por exemplo três ou mais cartas que se correlacionem com imagens da sequência de um homem trocando uma lâmpada). 4. Narrativa e Temática • Ambientado em uma academia de jovens programadores, o jogador assume o papel de um recruta em treinamento para dominar o pensamento computacional. Cada fase do jogo representa um desafio de treinamento dentro da academia, com o objetivo de fortalecer suas habilidades de abstração e programação. 5. Personagens e Ambientes • Personagem Principal: O jogador, um jovem programador aspirante. • Mentores: NPCs (Non-Playable Characters) que oferecem dicas de abstração e codificação, e desafiam o jogador com novos puzzles. • Ambientes: Salas de aula digitais, laboratórios de computação e bibliotecas virtuais, cada um com seu conjunto de desafios. 6. Interface e Controles • A interface será intuitiva, com um editor de código embutido que permite aos jogadores inserir e testar comandos em tempo real. A área de jogo mostrará as cartas de memória e os desafios de abstração, enquanto uma área de feedback fornecerá dicas e correções conforme o jogador avança. 7. Desafios e Puzzles • Cada puzzle é projetado para reforçar um aspecto específico da abstração. Por exemplo, um desafio pode pedir aos jogadores para identificar o padrão comum entre diferentes funções de codificação, enquanto outro pode envolver a criação de uma sequência de comandos para resolver um problema de lógica. 8. Recursos de Suporte ao Professor • Incluirá um guia de integração curricular, sugerindo como o jogo pode complementar as lições de ciência da computação, além de ferramentas de acompanhamento do progresso dos alunos e avaliação de suas habilidades de abstração. 9. Avaliação e Feedback • O jogo fornecerá feedback instantâneo sobre as escolhas e soluções dos alunos, além de um sistema de avaliação baseado em como os conceitos de abstração são aplicados durante o jogo. Os professores também terão acesso a relatórios detalhados sobre o desempenho dos alunos. 10. Implementação Tecnológica • Desenvolvimento em HTML5 e JavaScript para garantir compatibilidade multiplataforma. • Integração de uma API de IA para permitir a personalização e adaptação automática dos desafios com base no desempenho do jogador.
--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, o mapeamento indicou que EGDDs e *frameworks* (como o LUDES-GD) apresentam cobertura tipicamente alta de elementos pedagógicos/educacionais, enquanto documentos muito extensos (industriais) não são nativamente pedagógicos e, por isso, tendem a demandar adaptações para evidenciar objetivos e avaliações de aprendizagem. Já formatos curtos (SGDD/RGDD) apresentam boa adequação à sala de aula, com cobertura abrangente facilitada dos pilares quando explicitamente planejados. Essa leitura comparativa, complementada pela síntese por estudo na

Tabela 2, é apresentada de forma simplificada na Tabela 10 e fundamenta a opção por um *template* compacto, pedagógico e iterável, empregado nas etapas subsequentes desta pesquisa.

Tabela 10 – Comparativo de tipos de GDD para contextos educacionais e ensino de PC

Tipo de GDD	Estrutura e Foco	Força pedagógica	Comple-xidade	Adequação
GDD (10+ págs.)	Completo (técnico, arte, mercado, pipeline). Não orientado nativamente a objetivos educacionais	Baixa (requer adaptação para mapear objetivos e pilares)	Alta	Indústria; projetos longos; documentação formal.
GDD (1 pág.)	Essencial e conciso; foco em visão do jogo, mecânicas-chave e objetivos	Média	Baixa	Indústria; indie; game jam; protótipos rápidos; iteração frequente.
EGDD	Estrutura pedagógica explícita (objetivos, evidências, avaliação, acessibilidade)	Alta (alinha-mento com metas e rubricas de aprendizagem)	Média	Ensino básico e superior; projetos com avaliação formativa; jogos educacionais em geral.
SGDD / RGDD	Versão resumida e orientada a <i>core</i> do design; linguagem acessível	Média	Média	Indie; oficinas; hackathons; game jam; jogos educacionais em geral.
LUDES-GD	Processo e artefatos guiados por etapas; pode incluir canvas e checklists	Média – Alta (depende da aderência ao framework)	Média	Projetos educacionais iterativos com tutoria; jogos educacionais em geral; projetos com avaliação formativa.

Tipo de GDD	Estrutura e Foco	Força pedagógica	Complexidade	Adequação
GDD2PC	Seções padronizadas (narrativa, regras, UI, tarefas); flexível, mas menos detalhado, adequação de rubricas pré-estabelecidas com pilares do PC	Alta	Baixa	Jogos para ensino de PC; jogos educacionais em geral.

Observações: (i) A força pedagógica reflete o quão alinhado com rubricas educacionais o GDD está; (ii) a complexidade considera tempo, experiência requerida e necessidade de alinhamento entre áreas.

Em síntese, o levantamento confirma que, para o propósito desta pesquisa, um GDD de uma página com orientação educacional explícita, na forma do GDD2PC, oferece o melhor compromisso entre viabilidade prática (baixa complexidade, alta iterabilidade) e validade pedagógica (clareza do alinhamento entre estilo de jogo e objetivos de aprendizagem em PC), além de favorecer a avaliação e a reutilização em diferentes turmas e contextos.

6.2.1 Avaliação do Modelo por Especialistas

Importante salientar que esta avaliação inicial não se restringiu à revisão por especialistas. A primeira rodada de avaliação seguiu em linha com os procedimentos descritos em Materiais e Métodos, empregando, de forma combinada, quatro técnicas para avaliar os possíveis modelos de GDD que poderiam ser utilizados. Concluída essa rodada, foi elaborado um quadro comparativo entre os tipos de GDD e as avaliações realizadas, apresentado na Tabela 11. As cinco técnicas foram executadas da seguinte forma:

Produção baseada apenas no documento: realizou-se uma simulação de produção/implementação guiada exclusivamente pelo GDD (sem esclarecimentos do autor) para verificar completude e ambiguidade. Esse ensaio evidenciou a necessidade de tornar mais operacionais os critérios de vitória, fluxos de progressão e dependências técnicas mínimas, itens que foram incorporados no modelo GDD2PC final.

Verificação de conformidade dos requisitos: checkou-se a coerência e testabilidade dos requisitos funcionais e a aderência ao escopo pedagógico. O resultado motivou a padronização dos enunciados de objetivos (com verbos observáveis) e a vinculação explícita de cada objetivo a pelo menos um estilo de jogo e uma evidência

de avaliação.

Auditoria de requisitos não funcionais (a partir do GDD): inspecionaram-se diretrizes de usabilidade, acessibilidade e portabilidade. A partir disso, o *template* passou a trazer, de modo anexo, um *checklist* genérico de acessibilidade (legenda/áudio, contraste, alternativas de controle).

Revisão por especialistas: consolidou achados, priorizou ajustes e registrou recomendações de reuso em turmas distintas, fortalecendo a rastreabilidade design–aprendizagem.

A aplicação coordenada dessas **quatro** técnicas reforçou a adequação do GDD2PC ao propósito desta pesquisa (ensino de PC com baixo custo de documentação e alta iterabilidade), ao mesmo tempo em que evidenciou limitações inerentes de formatos muito extensos (alto custo de manutenção) e de documentos excessivamente sintéticos (lacunas para produção sem suporte adicional). A seguir, sintetizamos como os principais tipos de GDD (Tabela 10) se comportaram frente às técnicas de avaliação adotadas, indicando a escolha do GDD2PC como melhor avaliado para os objetivos do estudo.

Tabela 11 – Desempenho comparativo dos tipos de GDD frente às técnicas de avaliação empregadas (Escala 1–5)

Tipo de GDD	Revisão por especialistas	Apenas com o GDD	Requisitos funcionais	Requisitos não funcionais
GDD (10+ págs.)	4	4	4	4
GDD (1 págs.)	3	2	2	1
EGDD	4	3	4	3
SGDD / RGDD	3	2	2	1
LUDES-GD	4	3	3	3
GDD2PC	4	4	4	3

Escala (1–5): 1 = não contemplado / ausente; 2 = fraco; 3 = atende parcialmente; 4 = atende bem; 5 = atende muito bem/excelente. *Síntese:* Para os objetivos desta pesquisa (ensino de PC com baixo custo de documentação e alta iterabilidade), o **GDD2PC** foi o melhor avaliado no conjunto das cinco técnicas.

A segunda rodada de validação, focou apenas no modelo GDD2PC, foi conduzida por meio de uma revisão estruturada por especialistas (*domain experts review*), com base nas diretrizes apresentadas em Materiais e Métodos (Cap. 5). O objetivo foi obter uma validação qualitativa do conteúdo, da organização e da coerência interna/externa do documento, antes de avançar para etapas de prototipagem. Para isso, elaborou-se um protocolo composto por *checklist* e rubrica analítica cobrindo:

(i) clareza e completude das seções; (ii) consistência interna entre objetivos, estilo de jogo, mecânicas, narrativa e interface; (iii) aderência pedagógica (alinhamento entre objetivos de aprendizagem, evidências e pilares do PC); (iv) viabilidade técnica (recursos, restrições, plataforma) e (v) requisitos não funcionais mínimos (usabilidade, acessibilidade e portabilidade).

Foram apresentados aos especialistas dois cenários. No primeiro, foi apresentado apenas o modelo do GDD2PC, e foi solicitado que a partir dele, se criasse um GDD para um jogo de ensino de PC, a partir de qualquer estilo de jogo da preferência do participante. No segundo cenário, foram apresentados GDDs criados pelos participantes entre eles (ou seja, um participante teve acesso ao GDD criado por outro participante). Apenas o Especialista 1 recebeu um GDD criado pelo pesquisador. A dinâmica contou com sete participantes com os perfis detalhados na Tabela 12. As avaliações foram realizadas de forma isolada, seguindo o roteiro entregue aos participantes.

Tabela 12 – Perfis dos Especialistas que realizaram a primeira avaliação

Especialista	Formação	Profissão	Experiência Profissional
Especialista 1	Ciência da Computação	Professor	12 anos
Especialista 2	Design	Desenvolvedor de Jogos	7 anos
Especialista 3	Ciência da Computação	Desenvolvedor de Jogos	5 anos
Especialista 4	Sistemas de Informação	Professor / Desenvolvedor de Jogos	9 anos
Especialista 5	Educação Artística	Professor / Pesquisador em Jogos	16 anos
Especialista 6	Ciência da Computação	Desenvolvedor de Jogos	3 anos
Especialista 7	Ciência da Computação	Desenvolvedor de Sistemas / Pesquisador em Jogos	4 anos

As respostas incluíram campos abertos para comentários e recomendações de ajuste. Os especialistas convidados possuíam atuação em design e desenvolvimento de jogos (incluindo jogos educacionais/“sérios”) e docência em Computação/Informática na Educação, garantindo visão interdisciplinar. A análise seguiu três eixos: (a) legibilidade e navegabilidade do documento; (b) rastreabilidade pedagógica (objetivos → estilo de jogo → pilares de PC → evidências/avaliação); e (c) exequibilidade do escopo proposto frente a restrições de tempo e recursos em contextos educacionais.

O consenso dos pareceres indicou que o GDD2PC é eficiente em reduzir carga cognitiva e tornar explícita a relação entre estilo de jogo e pilares do PC, mantendo o

foco nos resultados de aprendizagem e na iteração rápida para o desenvolvimento do jogo, apresentado na Tabela 13. Como pontos de melhoria (incorporados na versão final), destacaram-se: a inclusão de uma *Matriz Estilos de Jogo × Pilares do PC* mais visível, a explicitação de “Evidências de Aprendizagem” por objetivo, um checklist de acessibilidade docente/estudante e um campo de “Restrições Técnicas & Premissas” para viabilidade.

Tabela 13 – Resultados da avaliação do GDD2PC por checklist/rubrica (Escala 1–5)

Critério	Avaliação	Principais melhorias decorrentes
Clareza e completude das seções	5	Inclusão de resumo executivo e exemplificação de desafios/níveis por objetivo.
Consistência interna	5	Matriz “Estilos de jogo × Pilares do PC” destacada e checagem rápida de coerência.
Aderência pedagógica	5	Campo “Evidências de Aprendizagem” por objetivo e sugestão de instrumentos.
Viabilidade técnica	5	Seção “Restrições Técnicas & Premissas” e explicitação de progressão e condições de vitória.
Requisitos não funcionais	3	Checklist de acessibilidade e “Plataformas & Limites de Desempenho”.
Média geral	4,6	Resultado: Alta clareza, rastreabilidade e aderência pedagógica; RNF cobertos em nível essencial.

Escala (1–5): 1 = ausente; 2 = fraco; 3 = atende parcialmente; 4 = atende bem; 5 = excelente. Resultados referem-se ao GDD2PC na rodada de avaliação por especialistas com *checklist*/rubrica.

A combinação das técnicas aplicadas resultou na validação inicial do GDD2PC permitindo a adoção dele como modelo adequado aos objetivos desta pesquisa, evidenciando clareza, consistência interna e aderência pedagógica, com oportunidades de aprimoramento concentradas nos requisitos não funcionais. As recomendações dos especialistas foram incorporadas à versão final (matriz *Estilos de jogo × Pilares do PC*, evidências de aprendizagem por objetivo e explicitação de premissas técnicas), o que sustenta a decisão reportada no quadro comparativo (Tabela 11) e nos resultados sintetizados pela rubrica (Tabela 13). Com isso, a etapa de avaliação por especialistas estabelece a base documental para as próximas fases: definição dos

estilos de jogo afins ao PC, elaboração dos *templates* específicos por estilo de jogo e desenvolvimento/validação do artefato.

6.3 Definição dos Estilos de jogo de Jogo afins ao Pensamento Computacional

Estilo de jogo, por vezes reduzidos simplesmente a mecânica, são as regras e procedimentos que controlam as ações e interações do jogador em um videogame (SALEN; ZIMMERMAN, 2003; CRUZ, 2015; ROGERS, 2010). Elas são os elementos centrais que determinam como o jogo é jogado e experienciado (ROZEN; DORMANS, 2014). Essas mecânicas podem incluir diversos sistemas, como movimentação, combate, gestão de recursos, resolução de quebra-cabeças e desenvolvimento de personagens. Por exemplo, em um jogo de plataforma, o foco recai sobre salto e movimento, enquanto em um jogo de estratégia, o foco está na alocação de recursos e em decisões táticas.

Os estilos de jogo, através de suas mecânicas, criam uma experiência desafiadora, envolvente e equilibrada, que frequentemente incentiva os jogadores a desenvolver habilidades ou estratégias para superar obstáculos ou alcançar objetivos (MOORE, 2016; PEDERSEN, 2009; MITCHELL, 2012). Elas são parte integrante do *feel* e do estilo do jogo, contribuindo para sua singularidade e apelo. Os principais estilos de jogo identificadas na literatura estão resumidas na Tabela 14.

Tabela 14 – Principais Estilos de Jogos

estilo de jogo	Descrição	Exemplos
Jogos de aventura com missões	Jogadores embarcam em uma jornada, concluindo diversas missões.	<i>The Legend of Zelda</i> (série)
Jogos de construção/edificação	Foco na construção de prédios ou cidades inteiras.	<i>SimCity</i>
Jogos de cartas	Uso de cartas, com foco em estratégia e acaso.	<i>Magic: The Gathering</i>
Jogos de tabuleiro	Jogos físicos ou digitais em tabuleiro, geralmente estratégicos.	<i>Monopoly</i>
Jogos de quebra-cabeça (puzzle)	Jogadores resolvem puzzles para progredir.	<i>Tetris</i>
Jogos de <i>escape room</i>	Resolver puzzles para “escapar” de um espaço confinado.	<i>Escape Room: The Game</i>
Jogos com representações simbólicas	Uso de símbolos para representar temas ou mecânicas complexas.	<i>Journey</i>

Estilo de Jogo	Descrição	Exemplos
Jogos baseados em níveis	O jogo é dividido em níveis ou estágios distintos.	<i>Super Mario Bros.</i>
Jogos de <i>matching</i> /pareamento	Jogadores combinam elementos semelhantes.	<i>Candy Crush Saga</i>
Jogos de memória	Testam e ampliam a memória dos jogadores.	<i>Simon Says</i>
Jogos narrativos e de <i>storytelling</i>	Foco em história e desenvolvimento de personagens.	<i>Life is Strange</i>
Jogos de programação e <i>coding</i>	Ênfase em lógica de programação.	<i>Robocode</i>
Jogos de gestão de projetos	Simulam aspectos de gestão de projetos/negócios.	<i>Project Highrise</i>
Gestão de recursos	Gerenciar recursos para progressão ou sobrevivência.	<i>Stardew Valley</i>
Jogos de ritmo	Baseados em ritmo musical e tempo.	<i>Guitar Hero</i>
Jogos de interpretação de papéis (RPGs)	Jogadores assumem papéis de personagens em um cenário ficcional.	<i>Skyrim</i>
Jogos <i>sandbox</i>	Mundo aberto com poucas limitações.	<i>Minecraft</i>
Jogos de sequenciamento, ordenação e categorização	Foco em organizar ou sequenciar elementos.	<i>Bejeweled</i>
Jogos de simulação	Simulam atividades do mundo real.	<i>The Sims</i>
Jogos de estratégia em tempo real	Estratégia sem turnos.	<i>StarCraft</i>
Jogos de estratégia por turnos	Estratégia em que os jogadores jogam por turnos.	<i>Civilization VI</i>
Jogos baseados em ladrilhos (<i>tile-based</i>)	Uso de ladrilhos como componentes fundamentais.	<i>Mahjong</i>
Jogos de lógica visual	Resolução de puzzles por lógica visual.	<i>The Witness</i>
Jogos de orientação/-roteamento (<i>wayfinding</i>)	Foco em labirintos, navegação e caminhos.	<i>Pac-Man</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A sistematização dos estilos de jogo apresentada na Tabela 14 evidencia que a escolha das regras e procedimentos de interação não é neutra: ela condiciona o *feel*, a dinâmica de engajamento e as oportunidades de aprendizagem que o jogo efetivamente

oferece. Ao organizar esse repertório, cria-se uma base operacional para selecionar conscientemente estilos de jogo coerentes com objetivos instrucionais, perfil do público e restrições de produção, além de orientar a definição de evidências de aprendizagem e critérios de avaliação. Esse enquadramento sustenta, portanto, o mapeamento posterior entre estilos de jogo e objetivos, passo essencial para conectar o design do jogo aos pilares do pensamento computacional de forma explícita e rastreável.

6.3.1 Correlação entre Estilo de jogo e Pilares do Pensamento Computacional

Integrar habilidades de Pensamento Computacional aos estilos de jogos pode ser considerado um alicerce do design de jogos educacionais com tal objetivo. Essa abordagem utiliza propriedades intrínsecas dos jogos para ensinar aspectos fundamentais do Pensamento Computacional, como decomposição, pensamento algorítmico, reconhecimento de padrões e abstração. Por exemplo, um aspecto dessa integração está no uso de puzzles e desafios que exigem pensamento algorítmico. Em jogos como [CodeCombat \(2024\)](#) e [Lightbot \(2024\)](#), os jogadores criam sequências de instruções, de forma análoga à programação, para avançar pelos níveis. Essa interação direta com os estilos de jogo fortalece a compreensão de algoritmos e do raciocínio procedural ([KROUSTALLI; XINOGALOS, 2021](#); [KARRAM, 2021](#); [CARVALHO; REIS; LYRA, 2020](#); [SANTOS et al., 2023](#); [LIMA; NUNES; LEITÃO, 2020](#)).

Reconhecimento de padrões e abstração também são habilidades relevantes promovidas por estilos de jogo. Títulos que exigem reconhecer padrões e abstraí-los em princípios gerais mostram-se particularmente eficazes ([CHEN; CHAO; HOU, 2023](#); [GUENAGA, 2021](#)). Esses desafios encorajam os jogadores a identificar e aplicar princípios abrangentes em contextos novos e variados.

A decomposição de problemas é outra habilidade que pode ser ensinada de modo efetivo a partir do estilo do jogo. Jogos que exigem dividir problemas complexos em partes menores e manejáveis promovem o desenvolvimento dessa competência ([LIU; ISRAEL, 2022](#)). Essa abordagem é evidente em jogos nos quais grandes tarefas são resolvidas ao serem fracionadas em etapas menores e interconectadas.

A abstração, em jogos, refere-se a simplificar sistemas complexos em componentes administráveis e compreensíveis, focando nas características essenciais e ignorando detalhes irrelevantes ([LSKOV; GUTTAG et al., 1986](#); [RIJKE et al., 2018](#); [ARBIB, 2008](#)). Essa habilidade é crucial em diversas áreas, especialmente programação e projeto de sistemas.

Pensamento algorítmico é um método de resolução de problemas que envolve criar uma solução passo a passo. Jogos que fomentam esse tipo de pensamento

envolvem lógica, sequenciamento e planejamento estratégico (CRUZ et al., 2022; WONG; JIANG, 2018).

Estilos de jogo particularmente eficazes para o ensino de Pensamento Computacional são resumidas na Tabela 15, que apresenta as principais estilos que podem ser utilizados. É importante destacar que existem outros estilos não listados que também podem contribuir para o ensino; entretanto, as listadas abaixo cobrem uma variedade suficientemente ampla.

Tabela 15 – Resumo de Estilos de Jogo × Pensamento Computacional

Estilo de Jogo	Abstração	Algoritmo	Decomposição	Reconhecimento de Padrões
Aventura com missões				
Construção/edificação				
Cartas				
Tabuleiro				
Quebra-cabeça (puzzle)				
<i>Escape room</i>				
Representações simbólicas				
Baseados em níveis				
<i>Matching</i> /pareamento				
Memória				
Narrativos e de <i>storytelling</i>				
Programação e <i>coding</i>				
Gestão de projetos				
Gestão de recursos				
Ritmo				
Interpretação de papéis (RPGs)				
<i>Sandbox</i>				
Sequenciamento, ordenação e categorização				
Simulação				
Estratégia em tempo real				
Estratégia por turnos				

aos resultados pretendidos; em seguida, aplica-se o *template* GDD2PC especializado daquele estilo de jogo, garantindo rastreabilidade explícita objetivo–estilo–evidência. A Tabela 16 consolida esses *templates* por estilo de jogo e indica a cobertura por pilar, resultante do refinamento do mapeamento apresentado na Tabela 15.

Tabela 16 – Templates por Estilo de Jogo × Pensamento Computacional

Templates por Estilo de Jogo	Abstração	Algoritmo	Decomposição	Reconhecimento de Padrões
Quebra-cabeça (puzzle)				
Estratégia				
Construção				
<i>Sandbox</i>				
Tabuleiro				
Simulação				
Memória				
Lógica visual				
<i>Escape room</i>				
Gestão de recursos				
Sequenciamento, ordenação e categorização				
Orientação/roteamento (<i>wayfinding</i>)				
Narrativos e de <i>storytelling</i>				
Representações simbólicas				
Programação e <i>coding</i>				
Baseados em níveis				
<i>Matching</i>				
Baseados em ladrilhos (<i>tile-based</i>)				
Cobertura dos <i>templates</i> por pilar de PC	10	10	8	8

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a especialização do GDD2PC em *templates* por estilo de jogo, transformamos o mapeamento conceitual (estilo de jogo × pilares do PC) em artefatos operacionais, reutilizáveis e orientados à avaliação, reduzindo ambiguidades de implementação, facilitando a autoria docente e sustentando iterações rápidas guiadas por evidências.

Essa correlação sistemática (Tabela 15) materializa-se nos *templates* (Tabela 16), fecha o ciclo de design pedagógico do GDD2PC e prepara o terreno para a próxima etapa de desenvolvimento do artefato e sua validação. Além de encontrar sua aplicação direta no artefato digital onde o usuário escolhe primeiro o pilar de Pensamento Computacional e, em seguida, o estilo de jogo correspondente; a partir dessa combinação, o sistema realiza a instanciación do *template* por estilo de jogo derivado do GDD2PC, gerando um GDD completo e, opcionalmente, um esqueleto mínimo de código coerente com o estilo de jogo selecionado, para início imediato da implementação. Esse fluxo (pilar → estilo de jogo → GDD2PC especializado → código-base) busca reduzir o tempo de arranque e aumentar a rastreabilidade objetivo–estilo–evidência.

6.4 Desenvolvimento do Artefato

Esta seção apresenta o *artefato* desenvolvido para validação do GDD2PC em larga escala com especialistas e potenciais usuários do GDD2PC. Consiste em um software desenvolvido em Python, com uso de biblioteca e nuvem Streamlit, que automatiza a geração de *Game Design Documents* (GDDs) a partir dos *templates* definidos através do GDD2PC com os seus critérios pedagógicos vinculados aos pilares de Pensamento Computacional, utilizando-se de LLMs. O sistema oferece um fluxo guiado composto por: (i) seleção do pilar e do estilo-alvo; (ii) seleção do estilo de jogo; (iii) escolha do público alvo; (iv) geração e validação do GDD gerado; (v) exportação do GDD (*markdown*); (vi) geração e validação de esqueleto de código fonte em linguagem de programação javascript; (vii) exportação do código fonte (.js); (viii) geração e validação de documento com artefato desplugado; (ix) exportação do documento do artefato desplugado (*markdown*).

Ao artefato foi dado o nome de "Hefesto Game Lab", como referência ao deus grego do fogo, da metalurgia e dos ofícios. Nas narrativas, ele forja armas, joias e palácios para os deuses (AT SMA, 2019; The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2025). Entre suas obras mais célebres está a nova armadura de Aquiles, com o famoso “escudo de Aquiles” descrito no Canto 18 da Ilíada (HOMER, 2009). A iconografia e os mitos também o associam a oficinas sob vulcões (especialmente o Etna), reforçando o elo entre artesanato, tecnologia e forças telúricas (CARTWRIGHT, 2019). Em compêndios modernos e repertórios de fontes clássicas, Hefesto aparece como patrono de ferreiros, escultores e artesãos, simbolizando a engenhosidade técnica no panteão olímpico (AT SMA, 2019). Sendo assim, ao realizar algo análogo no domínio digital, o artefato forja GDDs a partir de insumos (*templates*, *prompts*, dados), usando LLMs como o “fogo” que dá forma, a base de dados como “bigorna” que registra e sustenta versões, e o fluxo de refinamento como o “martelar” iterativo da oficina. A escolha do nome também acena para o lado tecnológico e inventivo de Hefesto, famoso por suas criações

automatizadas (autômatos de ouro e tripodes móveis nos mitos (AT SMA, 2019)), o que combina com a automação que o sistema oferece ao docente-designer. Hefesto simboliza engenho prático sobre estética e melhoria contínua, valores centrais do pipeline da pesquisa (testes de modelos, critérios de custo/desempenho e usabilidade), tornando o nome uma metáfora para uma forja de design de jogos orientada por pensamento computacional.

Nas subseções seguintes será possível entender como foi escolhido o LLM utilizado no artefato; como foi feita a implementação e implantação, através da sua arquitetura, da otimização do código, dos validadores de saída e do foco na usabilidade.

6.4.1 Seleção da LLM

Para escolher o modelo de linguagem subjacente, foram conduzidos testes comparativos com a API de diferentes serviços (*OpenAI*, *DeepSeek*, *Grok*, *Gemini* e *LLAMA*), avaliando-os sob três eixos: **desempenho**, **custo** e **adequação** à tarefa de geração de GDDs educacionais.

Para avaliar o desempenho, foi utilizada uma rubrica de qualidade focada em: (a) *estrutura do GDD* (aderência ao *template*, completude das seções); (b) *fidelidade pedagógica* (alinhamento aos pilares de PC e aos objetivos de aprendizagem); (c) *coerência interna* (consistência de termos, ausência de contradições); (d) *precisão factual/temática* (evitar alucinações sobre conteúdos curriculares); e (e) *validade de saída* (*markdown* bem-formatados).

Para avaliar o custo, foram medidos os *tokens* de entrada/saída por execução, estimando o *custo por GDD* com base nas tarifas públicas de cada provedor e nas configurações de *prompt* (tamanho do contexto, número de tentativas, temperatura/top_p).

Em relação aos critérios de adequação, foram observados: (a) suporte e qualidade de geração em inglês (incluindo terminologia educacional); (b) estabilidade (variação entre *runs* com *seed*/parâmetros fixos); (c) limites práticos (janela de contexto, velocidade média, quotas); e (d) *features* úteis (modo estruturado, ferramentas de verificação, *system prompts* extensos). É importante ressaltar o uso do idioma inglês em detrimento ao português para a geração dos documentos, pois os LLMs utilizados possuem uma base de treinamento com completude melhor em inglês. Ao serem realizados testes em português foi notado um aumento nas alucinações e termos erroneamente traduzidos. Fica então destacado que em uma futura versão, podem ser utilizados LLMs nacionais, treinados em português, ou ainda, criada uma camada intermediária de tradução, utilizando um LLM especializado.

Por fim, o protocolo de avaliação executado, consistiu em um conjunto de *cenários* representativos (ex.: “estilo de quebra-cabeça” para o pilar *decomposição*;

“tower defense” para reconhecimento de padrões), mantendo *prompts* e *templates* constantes entre modelos. Para fins de comparação entre os diferentes modelos, foram fixados temperatura, *top_p* e número de amostras por cenário. As saídas foram validadas e revisadas manualmente, inclusive com a utilização da rubrica.

Alguns aspectos são importantes de observar ao analisar o custo de um modelo LLM, a *context window* (“Ctx”) por exemplo é o limite total de *tokens* que o modelo consegue considerar em uma única chamada. Em termos práticos, ele soma tudo o que vai na entrada (mensagens de sistema, histórico de conversa, *prompt* e documentos anexados) com o que o modelo gera na saída. Em notação compacta: *tokens* de entrada + *tokens* de saída $\leq$ Ctx. Mesmo quando a janela é grande, muitos provedores ainda impõem um teto específico para a saída (por exemplo, máximo de 4k–8k *tokens* gerados), o que precisa ser levado em conta ao planejar o tamanho final do GDD.

Como regra geral, 1 *token* costuma corresponder a aproximadamente 75% de uma palavra em Inglês (ou Português), embora isso varie com pontuação e formatação. Assim, 64k *tokens* equivalem a cerca de 45–60 mil palavras (aproximadamente 150–240 páginas, considerando 250–400 palavras por página), enquanto 128k *tokens* chegam a 90–120 mil palavras (cerca de 300–480 páginas). Formatos estruturados como JSON e *Markdown* utilizam mais *tokens* por causa de chaves, colchetes e marcações.

No sistema desenvolvido, um cenário típico com 64k poderia reunir $\approx 2k$ *tokens* de *template* e instruções, $\approx 3k$ de rubrica pedagógica, $\approx 9k$ de seis exemplos de GDD (1,5k cada), $\approx 15k$ de trechos da BNCC e $\approx 2k$ de outros dados relevantes (público alvo, ementa de disciplina específica, etc). Isso totaliza $\approx 31k$ *tokens* de entrada, deixando algo como $\approx 33k$ de margem para a saída e eventuais documentos adicionais. Como o objetivo é gerar um GDD de uma página, $\approx 33k$ são mais do que suficientes como saída.

Outro aspecto é a latência mediana (Lat P50) de uma chamada ao modelo, medida em segundos. Na prática, é o tempo do envio da requisição até a chegada do último *token* da resposta. Essa medição é ponta-a-ponta, ou seja, inclui a latência de rede entre o sistema e o provedor, o tempo de espera em fila no servidor do provedor, o tempo de inferência do modelo e a transmissão dos *tokens* de volta. É comumente usado o percentil 50 (P50) em vez da média porque ele é robusto a picos ocasionais (*outliers*). Metade das requisições termina antes do P50 e metade depois.

Vários fatores influenciam o P50. O primeiro é o volume total de *tokens* processados (entrada + saída): quanto mais *tokens*, maior tende a ser o tempo. Em seguida vêm recursos do provedor (largura de banda, fila, região), *throughput* do modelo (*tokens/s*), e configurações de execução (como *streaming*, *batch*, *temperature* e *top_p*, que podem alterar o comprimento da saída).

Para medir, foi padronizado o experimento da seguinte forma para todos os modelos testados: foi usado o mesmo *prompt*, o mesmo tamanho de contexto, os mesmos parâmetros de temperatura (0.7) e top_p (1.0), a mesma região do provedor (exceto pelos modelos do DeepSeek que não possuíam opções fora da China continental, o que resultou em uma maior latência). Foram executadas 35 repetições, as cinco primeiras foram descartadas a título de *warm-up* e registrados *tokens* de entrada/saída, tempos, horário e eventuais erros. Após cada repetição, o GDD gerado foi avaliado em relação à rubrica e em relação à qualidade do documento gerado. Ou seja, cada modelo teve 30 GDDs avaliados e a partir dessa avaliação foi estabelecida uma média. Com esses dados, foi possível gerar a Tabela 17 para comparação dos LLMs.

Tabela 17 – Comparativo síntese entre modelos (USD por 1M *tokens*). Custos reais; métricas de qualidade/latência simuladas.

Modelo	Ctx	Input (US\$)	Output (US\$)	Lat P50 (s)	R (%)	GDD (%)
OpenAI [GPT-4o]	128k	\$5.00/M	\$20.00/M	2.0	89	97
OpenAI [GPT-4o mini]	128k	\$0.60/M	\$2.40/M	1.2	86	97
DeepSeek [deepseek-chat]	64k	\$0.27/M	\$1.10/M	2.0	87	96
DeepSeek [deepseek-reasoner]	64k	\$0.55/M	\$2.19/M	3.0	93	98
Grok [grok-3]	128k	\$3.00/M	\$15.00/M	2.3	84	95
Gemini [2.0 Flash]	1M	\$0.10/M	\$0.40/M	1.3	84	88
Gemini [2.0 Flash-Lite]	1M	\$0.075/M	\$0.30/M	1.1	82	86
LLAMA [Llama 3 70B (Groq)]	8k	\$0.59/M	\$0.79/M	1.1	79	83

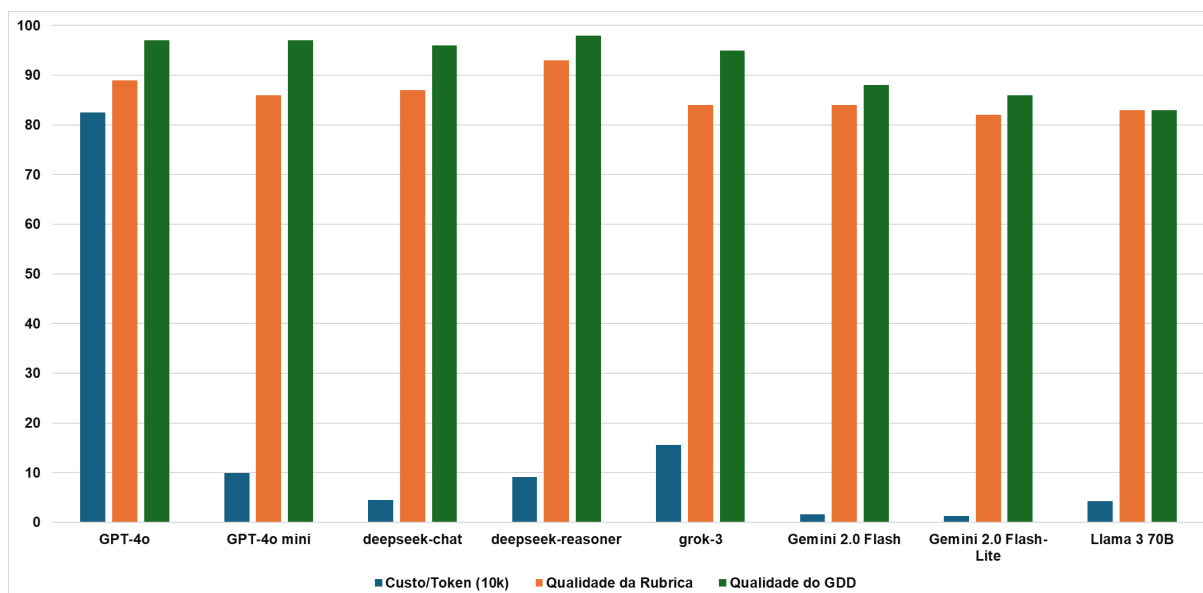
Valores de custo são em Dólar Americano, por 1M *tokens*;

Ctx = janela de contexto publicada pelo provedor. Lat P50 (s) = latência *mediana* por requisição, medida do envio da chamada até o recebimento do *último token*. R (%) = Estimativa de atendimento a rubrica de qualidade estabelecida. GDD (%) = Estimativa da qualidade geral do documento gerado. Os dados de valores foram retirados dos sites dos provedores das APIs: [OpenAI \(2025\)](#), [DeepSeek, Inc. \(2025\)](#), [xAI \(2025\)](#), [Google AI for Developers \(2025\)](#), [Groq, Inc. \(2025\)](#)

Considerando o balanço entre qualidade pedagógica, estabilidade e custo, o modelo selecionado para a versão atual do artefato, na qual os testes foram realizados, foi o **deepseek-reasoner**. A escolha se justificou por: (i) melhor aderência ao *template* com baixo retrabalho; (ii) consistência terminológica em inglês; e (iii) custo por documento dentro de um limite aceitável para uso docente em larga escala. Na Figura 11 podemos notar que, apesar dos modelos oferecidos pelo Gemini se mostrarem com custos muito abaixo dos outros modelos, eles não alcançaram a mesma satisfatoriedade do GPT-4o, do deepseek-reasoner ou mesmo do grok-3. Ainda se tratando de custos, o GPT-4o apresentou um custo por *token* bastante elevado em contraponto com o GPT-4o mini da mesma empresa. O grok-3 não apresentou um custo tão alto quanto o modelo principal da OpenAI, mas ainda assim substancialmente maior do que o deepseek-reasoner. Além disso, apesar da alta latência apresentada pelo deepseek-reasoner, foi

compreendido que o benefício de resultados acima de 90% compensam a demora na geração do documento.

Figura 11 – Gráfico de custo/benefício por GDD: relação entre custo estimado por documento e pontuação na rubrica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da [Tabela 17](#) indicam que, para o objetivo de gerar GDDs educacionais com alta aderência aos *templates* e custo previsível em escala, o deepseek-reasoner apresentou o melhor compromisso entre qualidade e preço, obteve as maiores notas de R/GDD, manteve estrutura e consistência terminológica superiores e, apesar da latência mais elevada, permaneceu economicamente vantajoso frente a alternativas como GPT-4o e grok-3. Esse *trade-off* de latência é aceitável no fluxo proposto (geração com revisão humana), e pode ser mitigado por estratégias operacionais como *streaming* de saída, geração por seções, cache de *prompts* e *rate limiting*, além de *fallback* pontual para modelos de maior janela de contexto (p.ex., Gemini 1.5 Pro) quando cenários exigirem $Ctx > 1M$. Destaca-se, ainda, que a produção primária em inglês reduziu alucinações; para versões futuras, é recomendado avaliar LLMs treinados em Português ou uma camada de tradução dedicada. Assim, a decisão final equilibra desempenho pedagógico, estabilidade e custo total por documento. Apesar disso, por se tratar de um uso via API, o modelo escolhido é passível de alteração para usos futuros.

6.4.2 Implementação do Artefato

Ao longo do desenvolvimento, foi priorizado *modularidade*, *validade de saída* e *usabilidade* focada em desenvolvedores e docentes. O sistema foi desenvolvido em linguagem de programação Python, utilizando bibliotecas fornecidas pelo Streamlit para uma interface simples *deploy* em nuvem.

Streamlit é uma biblioteca *open-source* em Python para criar e compartilhar, de forma rápida, *apps* de dados interativos e interfaces para ML com poucas linhas de código; ela adota um fluxo de trabalho “como *script*” (você escreve Python comum e vê a interface atualizar), oferece uma API simples com *widgets*, tabelas e gráficos, e inclui conceitos práticos de design para construir *apps* utilizáveis sem precisar de conhecimento avançado de front-end (Streamlit, 2024). Além disso, os *apps* seguem uma arquitetura cliente-servidor clara (*backend* Python + *frontend* no navegador), o que facilita desenvolvimento local e implantação, inclusive diretamente a partir do GitHub pela Community Cloud do Streamlit. A solução via GitHub foi utilizada no artefato para publicação da solução na web.

A arquitetura do sistema, como apresenta a Figura 12, consiste inicialmente no núcleo onde ficam os Templates GDD2PC, que estruturam o conteúdo pedagógico. O Gerador de GDD consome esses *templates* e chama a API de LLM para Documentos (comutável entre provedores como DeepSeek, Gemini, Grok, LLaMA e OpenAI) para redigir o documento de design com linguagem natural. Uma vez que o GDD foi gerado, o Gerador de Códigos pode usar a API de LLM para Código para sintetizar esqueleto de projetos, *scripts* ou *snippets* correspondentes ao GDD. Ou ainda para atividades de computação desplugada, nesse caso, o Gerador de Artefato Desplugado transforma o GDD em materiais prontos (fichas, tabuleiros, instruções), ou em roteiro de atividade. Os resultados são salvos em uma Persistência de Documentos (repositório/objeto store) implementada em planilha e disponibilizados como Documentos Gerados (*markdown*). Integrações com GitHub (e CI/CD na nuvem) garantem versionamento dos *templates*, do código gerado e do próprio *app*.

Em termos de fluxo: (1) o usuário seleciona um pilar do pensamento computacional, o estilo de jogo e o público alvo (o que define o *template* a ser usado); (2) o Gerador de GDD chama LLMs de texto utilizando o *template* definido; (3) os geradores de código/artefatos produzem saídas correspondentes via LLMs de código, utilizando o GDD criado; (4) tudo é persistido e entregue ao usuário para download. Essa separação entre “LLM para documentos” e “LLM para código”, somada ao acoplamento fraco com múltiplos provedores e à centralização dos *templates*, dá portabilidade, reprodutibilidade e controle de custo e desempenho ao processo.

A tela inicial do artefato é composta, como mostra a Figura 13 pelas opções de escolha do pilar do pensamento computacional; uma vez definido, são filtradas para escolha os estilos de jogo referentes a esse pilar. E, por fim, é selecionado o público-alvo pré-definido.

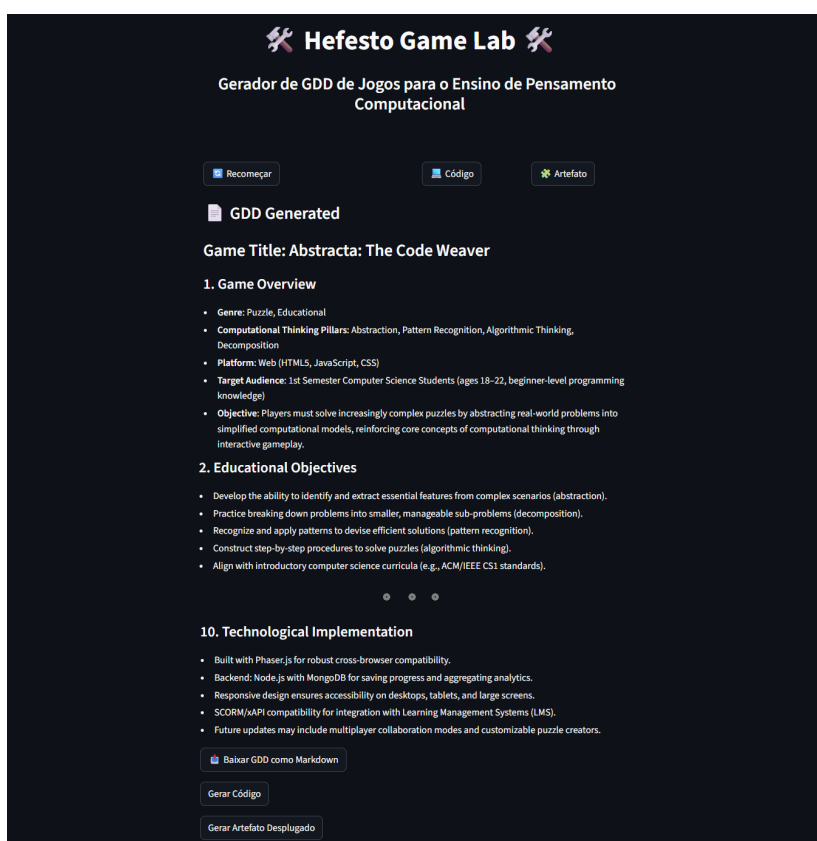
Ao clicar em “Gerar GDD”, uma tela de espera, mostrada na Figura 14, é apresentada para dar *feedback* visual ao usuário devido a latência na geração via LLM. Em seguida, como mostrado na Figura 15, é exibido o GDD gerado e são apresentadas

Figura 14 – Tela de espera para geração do GDD



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 – Tela com GDD gerado

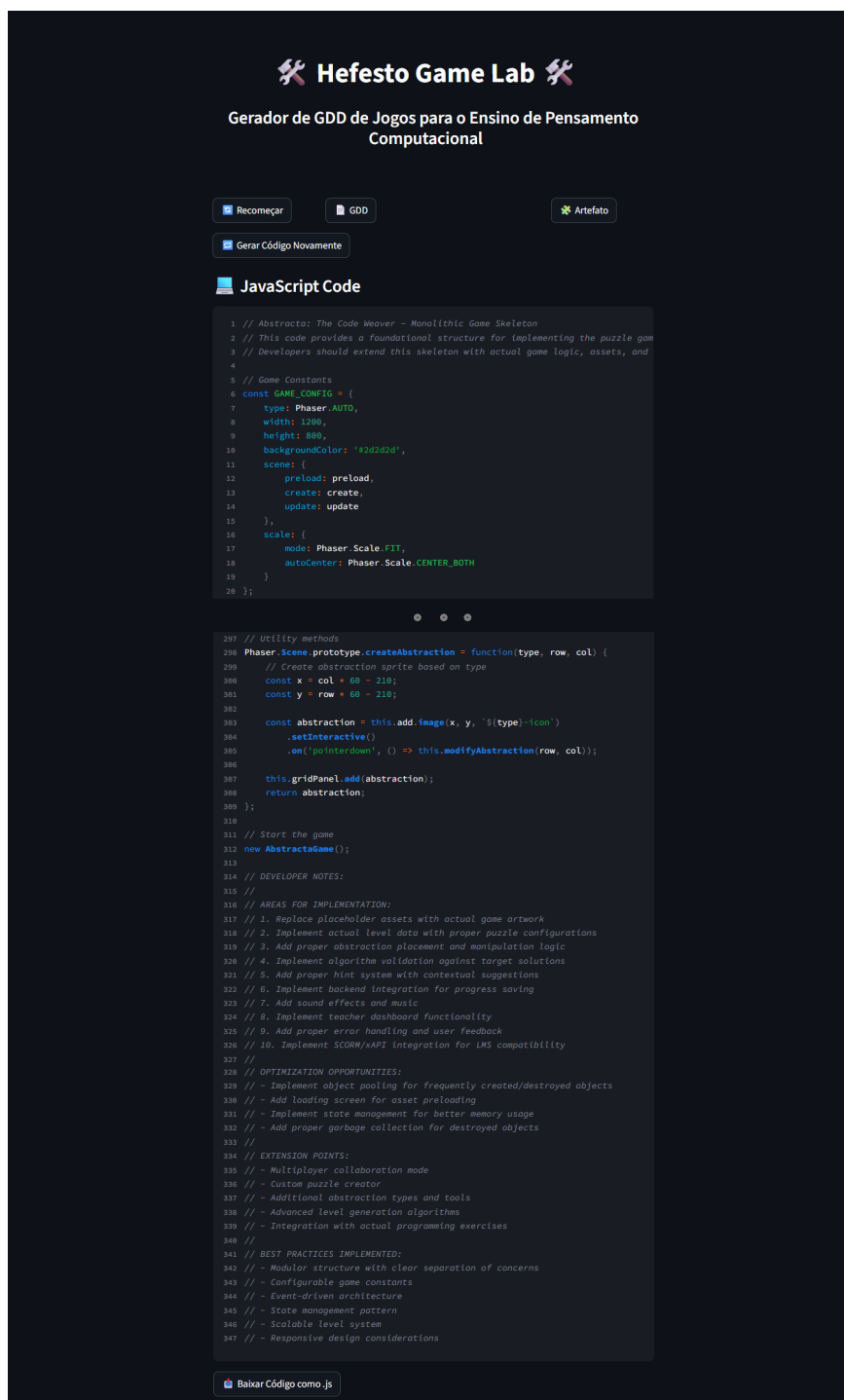


Fonte: Elaborado pelo autor.

pretende substituir a atuação do desenvolvedor no processo.

Da mesma forma, ao clicar em gerar o artefato desplugado, o usuário é levado a um artefato gerado em formato de documento, como mostra a Figura 17. Esse artefato consiste em uma sugestão de atividade com diversos fatores e formas de aplicar, o que não visa esgotar a capacidade do professor de alterar o artefato para suas

Figura 16 – Tela com Código gerado a partir do GDD

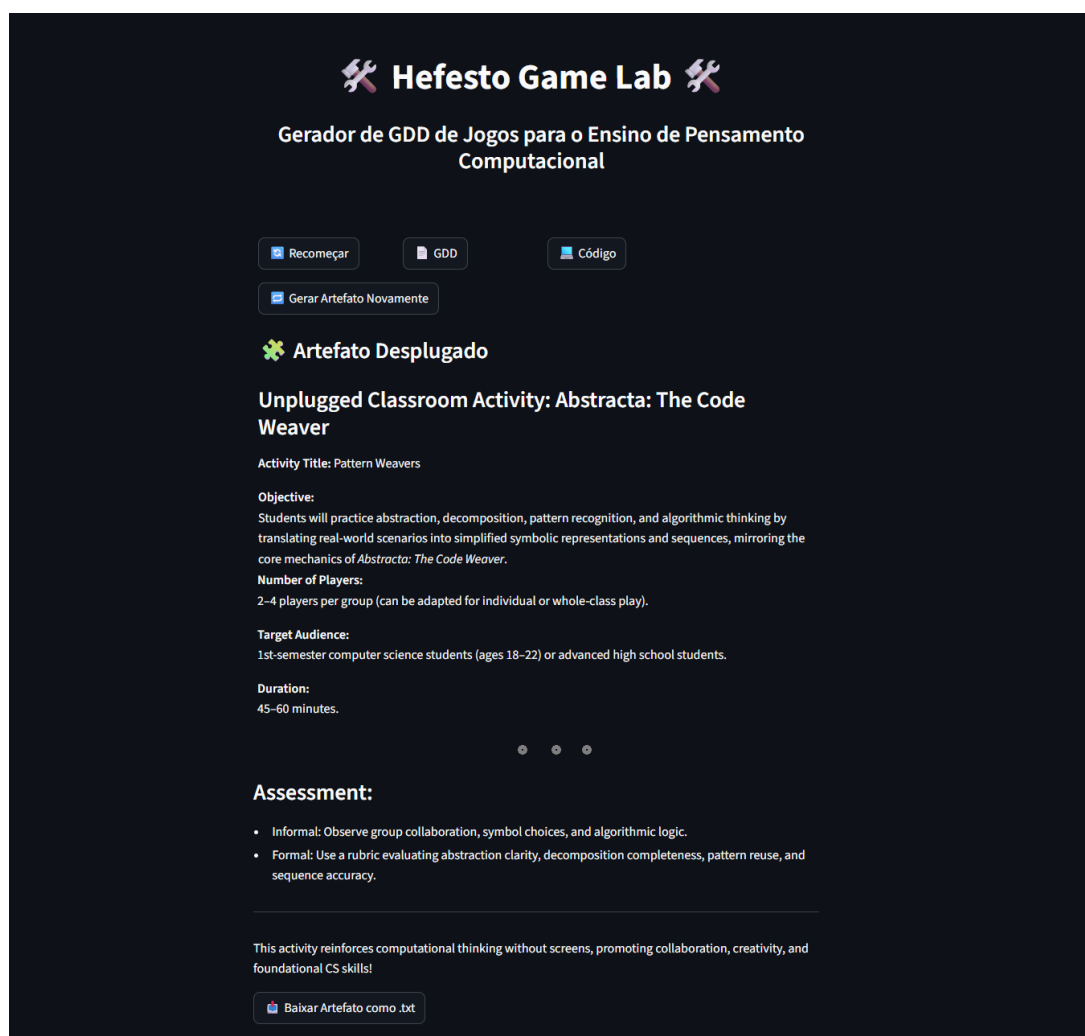


Fonte: Elaborado pelo autor.

necessidades ou de utilizá-lo como um ponto de partida para criar sua própria atividade desplugada.

Por fim, foi identificado que respostas muito longas podem exceder a janela de contexto em alguns modelos. No modelo escolhido, por exemplo, com janela de 64k, alguns erros durante a geração foram detectados, mas não chegaram a

Figura 17 – Tela com Artefato desplugado gerado a partir do GDD



Fonte: Elaborado pelo autor.

alcançar um volume relevante. Algumas mitigações foram realizadas, o que incluiu uma tentativa adicional de geração. A variação entre execuções foi reduzida ao fixar *seed* e parâmetros de decodificação, embora diferenças residuais persistam entre provedores.

6.5 Avaliação do Artefato com Usuários

A avaliação contou com $n = 152$ respondentes e utilizou um instrumento baseado no *Technology Acceptance Model* (TAM), em escala Likert de 5 pontos (maior = melhor). O questionário reuniu 41 itens, distribuídos em **PU** (13 itens), **PEOU** (13 itens) e **BI** (15 itens). A consistência interna foi elevada: $\alpha_{\text{total}} = 0,974$, $\alpha_{\text{PU}} = 0,936$, $\alpha_{\text{PEOU}} = 0,923$ e $\alpha_{\text{BI}} = 0,956$, sustentando a confiabilidade das medidas. As médias por construto foram: **PU** = 4,0, **PEOU** = 4,1 e **BI** = 3,8. Seguindo a interpretação usual (1,0–2,9 = baixa; 3,0–3,9 = moderada; 4,0–5,0 = alta), os resultados indicam utilidade e facilidade de uso altas e intenção de uso moderada-alta.

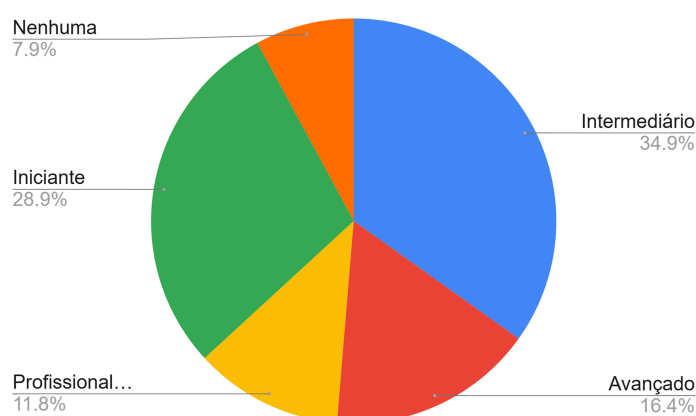
Nessa avaliação, os respondentes foram convidados a utilizar o artefato o máximo que pudessem e apenas depois disso, realizar o preenchimento do questionário. O uso não foi guiado e não seguiu nenhum roteiro pré-estabelecido. Os respondentes deveriam gerar pelo menos um GDD utilizando o artefato. Foram gerados pelos respondentes um total de 548 GDDs, 212 códigos-fonte e 216 artefatos desplugados. A seguir são apresentados os dados coletados em relação ao perfil dos participantes e dos construtos do modelo TAM.

6.5.1 Perfil dos participantes

O conjunto dos dos 152 respondentes apresenta uma diversidade de perfis e, ao mesmo tempo, clara orientação para o ecossistema de jogos educacionais/*indies* e ambiente acadêmico, que são fatores importantes para interpretar os achados do TAM.

Em relação a experiência em desenvolvimento de jogos, predominaram os níveis Intermediário (34,9%) e Iniciante (28,9%), seguidos de Avançado (16,4%), Profissional experiente (11,8%) e Nenhuma experiência (7,9%), apresentado na Figura 18. Em termos de tempo de prática, a maioria declarou 0–2 anos (46,7%) ou 3–5 anos (28,9%), com faixas superiores distribuídas entre 6–8 anos (9,2%), 9–11 anos (6,6%) e mais de 11 anos (8,6%), apresentado na Figura 19. Ou seja, $\approx 76\%$ têm até 5 anos de experiência, em uma base onde a maioria se considera com experiência intermediária a avançada, o que sugere uma base ampla de participantes com repertório técnico consolidado.

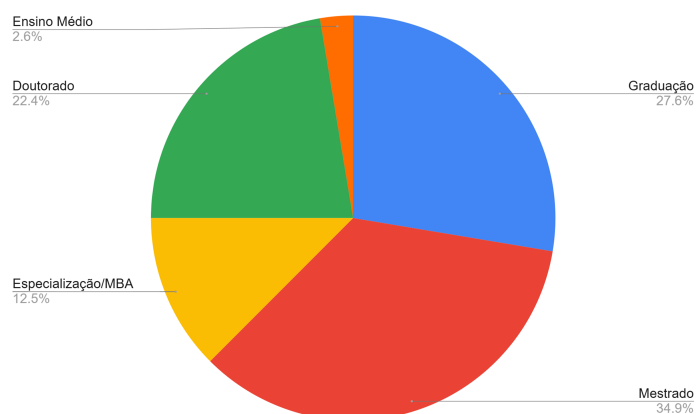
Figura 18 – Qual seu nível de experiência com desenvolvimento de jogos?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto a formação acadêmica, observa-se forte qualificação com Mestrado (34,5%), Graduação (27,6%), Doutorado (22,4%), Especialização/MBA (12,6%) e Ensino Médio (2,6%), apresentado na Figura 20. Somando pós-graduação stricto e lato sensu, $\approx 69,5\%$ possuem titulação de especialização ou superior, o que ajuda a explicar

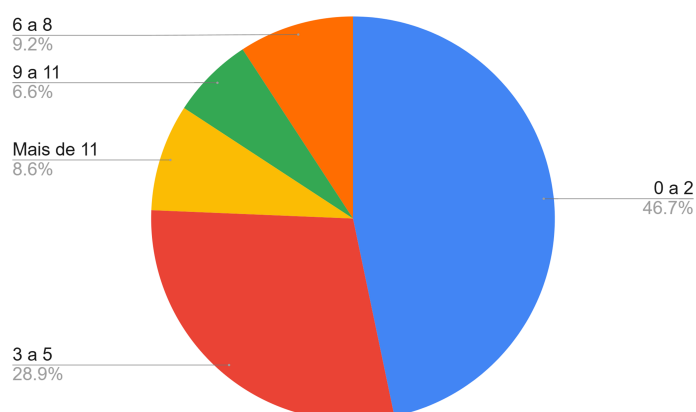
Figura 19 – Qual seu nível de formação acadêmica?



Fonte: Elaborado pelo autor.

a alta adesão a instrumentos estruturados (GDD) e linguagem técnica. Essa amostra se deve aos convites enviados principalmente para autores com artigos publicados no SBGames e aos convites enviados para estúdios nacionais.

Figura 20 – Quantos anos de experiência com desenvolvimento de jogos?

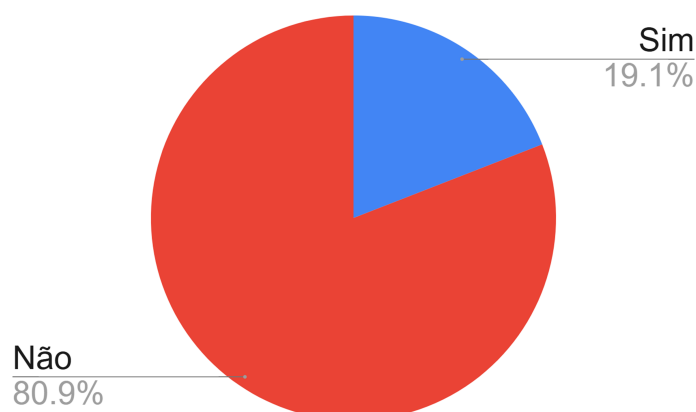


Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi identificado que em relação à produção publicada e vínculo a estúdio, apesar de o grupo ser majoritariamente fora de estruturas formais (Não faz parte de estúdio: 80,9%), apresentado na Figura 21, há quase metade com jogos publicados (46,7%), apresentado na Figura 22. Essa combinação de produção publicada sem vínculo a estúdio é típica de comunidades *indie*, acadêmicas e de *game jams*, e indica um público capaz de avaliar utilidade e prototipagem, mesmo com ciclos curtos de desenvolvimento. Infelizmente foi notada uma dificuldade em alcançar desenvolvedores de grandes estúdios.

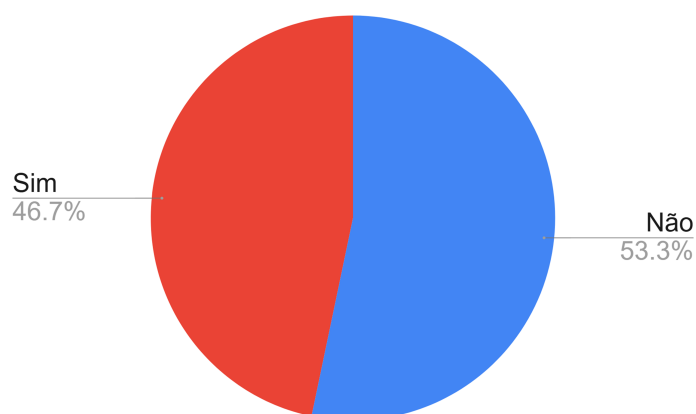
Sobre os papéis desempenhados na equipe de desenvolvimento, há predomínio de Desenvolvedor(a)/Programador(a), seguido por Educador(a)/Pesquisador(a) e *Game*

Figura 21 – Você faz parte de um estúdio de desenvolvimento?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 22 – Você possui algum jogo publicado? (Sendo somente seu OU como parte de uma equipe de desenvolvimento)?



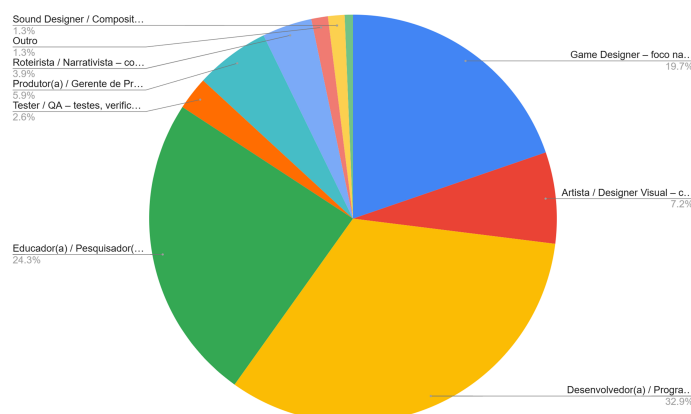
Fonte: Elaborado pelo autor.

Designer; funções como *Artista/Designer Visual*, *Produtor(a)/GP*, *Roteirista*, *Tester/QA* e *Sound Designer* aparecem em proporções menores, apresentado na Figura 23. Esse arranjo reforça que a amostra combina perfis técnicos com perfis pedagógicos, exatamente o público-alvo de um artefato que une GDD, código base e atividade desplugada.

A Figura 24 expõe a experiência prévia em jogos educacionais. A maioria já atua/atuou no domínio: 82,2% relataram experiência com jogos educacionais ou sérios. Esse dado é central, pois um público previamente exposto a design instrucional e objetivos de aprendizagem tende a valorizar clareza estrutural e alinhamento pedagógico, que são dimensões diretamente ligadas aos construtos de PU e PEOU no TAM.

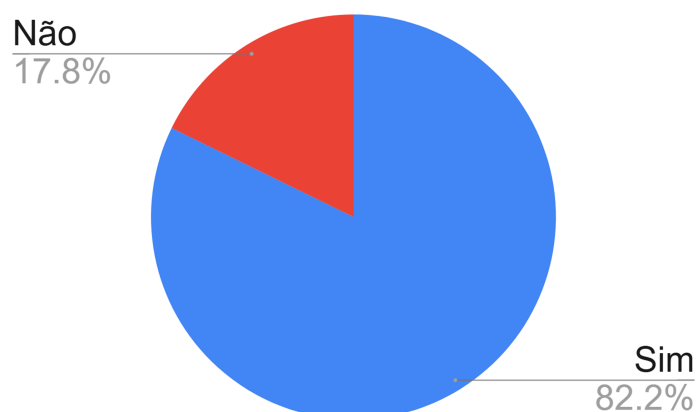
Em resumo, sobre os perfis dos participantes, a amostra é qualificada, com heterogeneidade de experiência e forte orientação educacional e desenvolvimento

Figura 23 – Como você se classificaria dentro de uma equipe de desenvolvimento de jogos?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 24 – Você tem experiência com jogos educacionais ou sérios?



Fonte: Elaborado pelo autor.

indie. Esse perfil é aderente ao escopo do artefato (GDD + código + atividade desplugada) e ajuda a explicar o padrão observado no TAM: facilidade e utilidade altas em público acostumado a prototipar e planejar didaticamente, mas intenção de uso ainda dependente de evidências concretas de ganho e de integração a fluxos reais (cursos, disciplinas, oficinas e equipes).

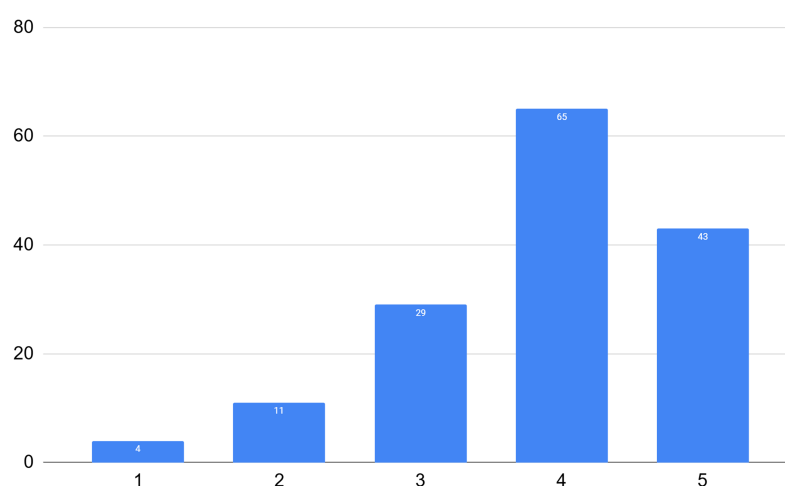
6.5.2 Utilidade Percebida (*Perceived Usefulness* – PU)

A média alcançada indica que o artefato foi visto como claramente útil para iniciar e orientar o desenvolvimento, acelerar o arranque do design e funcionar como ponte de comunicação entre perfis (designer–desenvolvedor–educador). Itens associados à redução de esforço inicial e à manutenção do foco pedagógico/mecânico obtiveram avaliações compatíveis com essa percepção. Em termos práticos, os dados sugerem

que o artefato entrega valor funcional imediato e reutilizável para diferentes contextos educacionais, o que respalda seu uso como modelo de referência.

Esses resultados evidenciam uma aceitação alta do artefato no que tange ao seu valor funcional no ciclo de design, com média global de **PU = 4,0** (Likert 1–5) e distribuição consistentemente concentrada nas categorias 4–5. A Figura 25 mostra que o GDD gerado é amplamente considerado suficiente para iniciar e orientar o desenvolvimento, sinalizando que o documento reduz a necessidade de mediações adicionais e favorece a partida do projeto.

Figura 25 – O GDD gerado fornece informações suficientes para iniciar e orientar o desenvolvimento de um jogo?



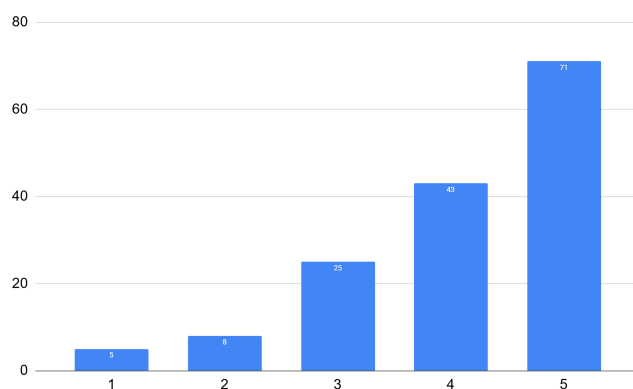
Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse efeito prático aparece em consonância com os indicadores pedagógicos: as Figuras 26 e 27 revelam avaliações majoritariamente altas para a exploração do pilar de pensamento computacional na proposta de jogo, enquanto a Figura 28 indica que o estilo de jogo sugerido é tida como adequada para representar ou ensinar o pilar escolhido.

Em conjunto com a percepção de relação clara entre desafios/jogabilidade e o pilar (Figura 29), de reforço efetivo do pensamento computacional no jogador (Figura 30) e de coerência interna entre tema, narrativa, estilo de jogo e mecânica (Figura 31), forma-se um quadro robusto de utilidade didático-mecânica: o GDD não apenas descreve o jogo, mas estrutura decisões de design que sustentam objetivos de aprendizagem.

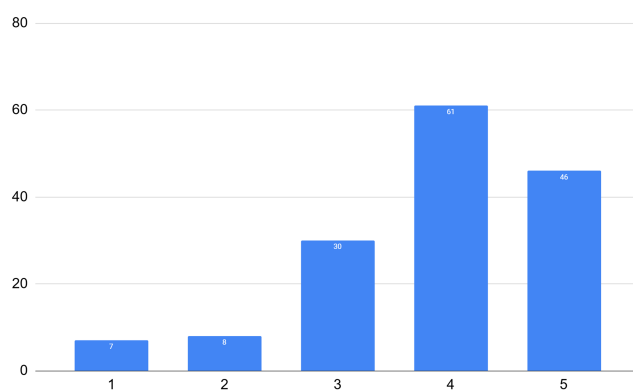
A utilidade percebida abrange também dimensões colaborativas e criativas do processo. A Figura 32 indica que o GDD é visto como ferramenta eficaz de comunicação entre designer e desenvolvedor, atuando como “ponte” entre ideação e implementação,

Figura 26 – O jogo proposto no GDD explora bem o pilar de pensamento computacional selecionado?



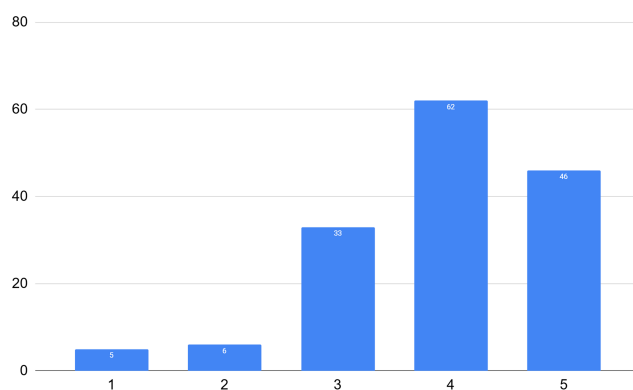
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 27 – O jogo proposto no GDD explora bem o pilar de pensamento computacional selecionado?



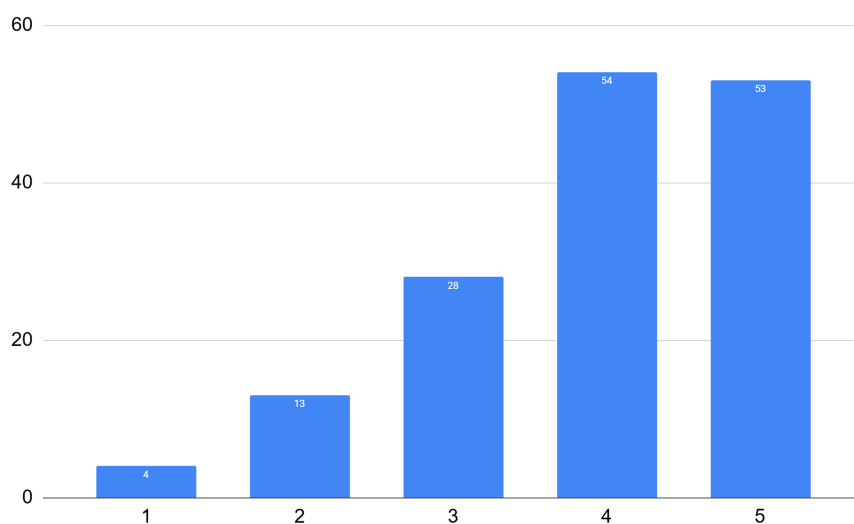
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 28 – A mecânica de jogo apresentada é adequada para representar ou ensinar o pilar escolhido?



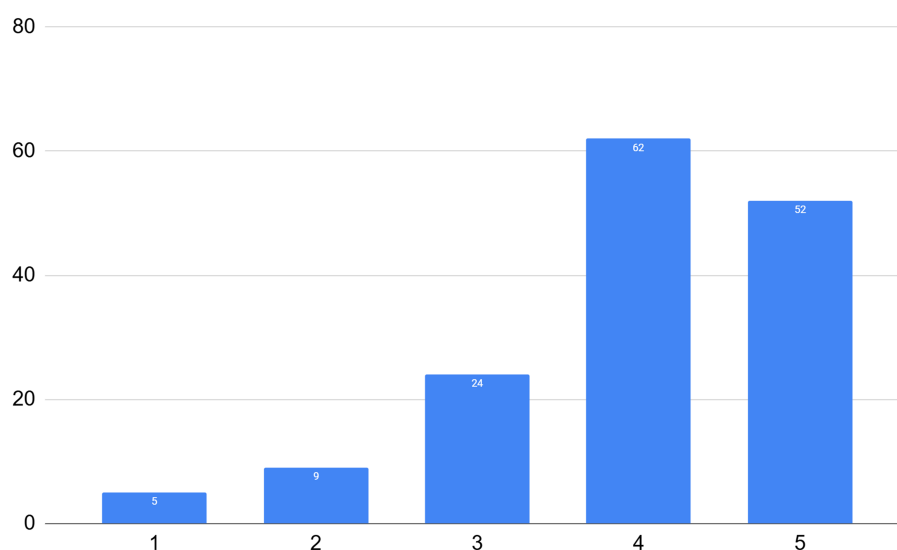
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 29 – Você percebe uma relação clara entre os desafios/jogabilidade e o pilar computacional abordado?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 30 – A mecânica proposta no GDD reforça o desenvolvimento do pensamento computacional no jogador?

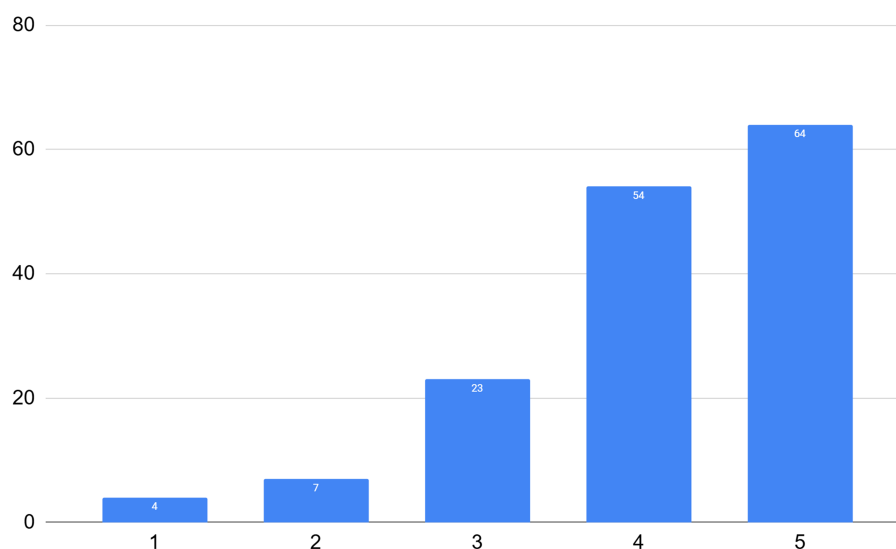


Fonte: Elaborado pelo autor.

enquanto a Figura 33 sugere que o documento incentiva a criatividade ao organizar as escolhas sem engessá-las.

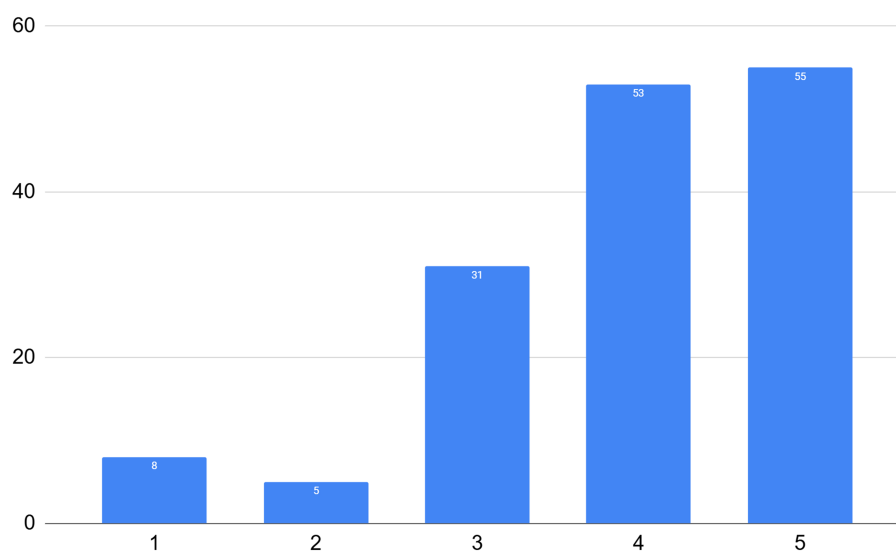
Essa articulação se estende para além do nível documental. A avaliação de que o código JavaScript funciona como base útil para iniciar um protótipo jogável (Figura 34) mostra que a utilidade transborda para o plano operacional, encurtando a distância entre especificação e prototipagem. De modo complementar, a Figura 35 aponta que

Figura 31 – A proposta de jogo descrita no GDD tem coerência interna (tema, narrativa, mecânica)?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 32 – O GDD é útil como ferramenta de comunicação entre designer e desenvolvedor?

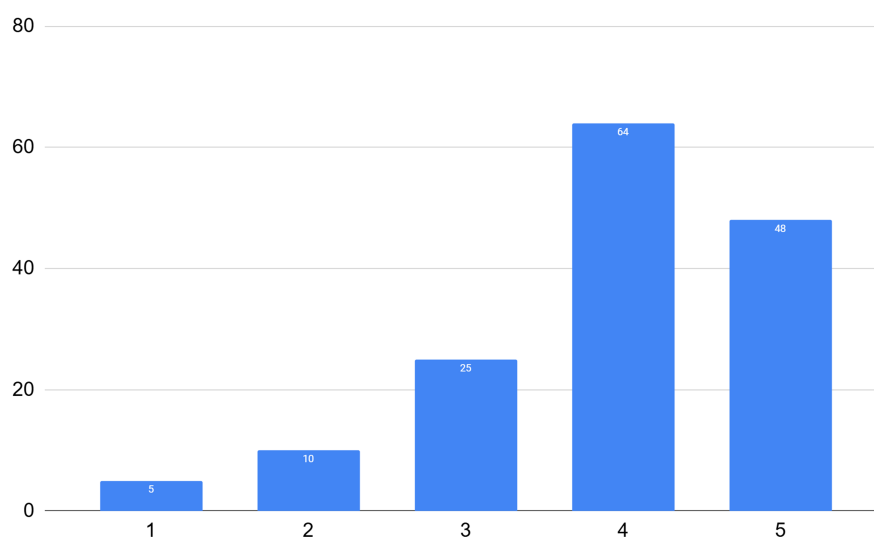


Fonte: Elaborado pelo autor.

o artefato desplugado é compreensível e pode ser aplicado de forma independente, aspecto particularmente relevante para contextos com restrições de infraestrutura e para docentes que necessitam de atividades prontas para uso.

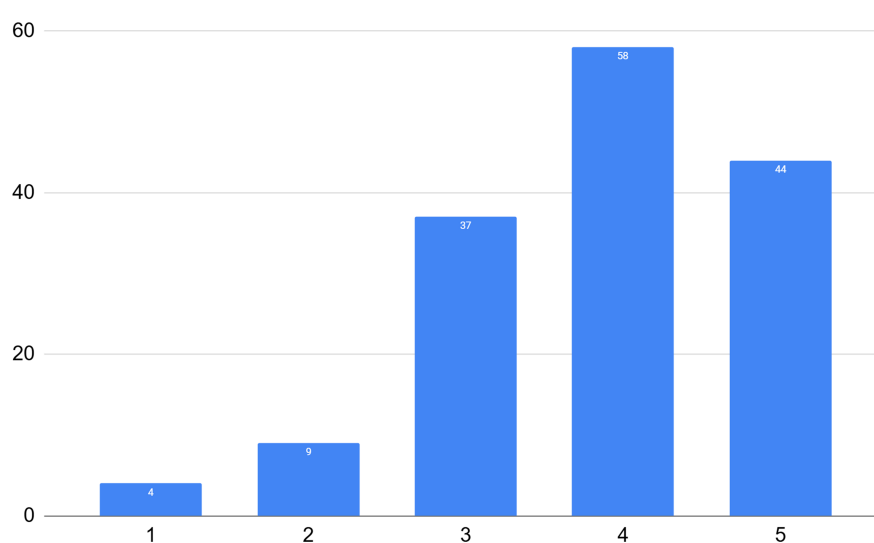
Do ponto de vista de ganhos de processo, as Figuras 36 e 37 reforçam a materialidade da utilidade: os respondentes percebem que a ferramenta facilita o

Figura 33 – O GDD incentiva a criatividade na hora de imaginar ou expandir o jogo?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 34 – O código JavaScript fornecido serve como uma base útil para iniciar a construção de um protótipo jogável?

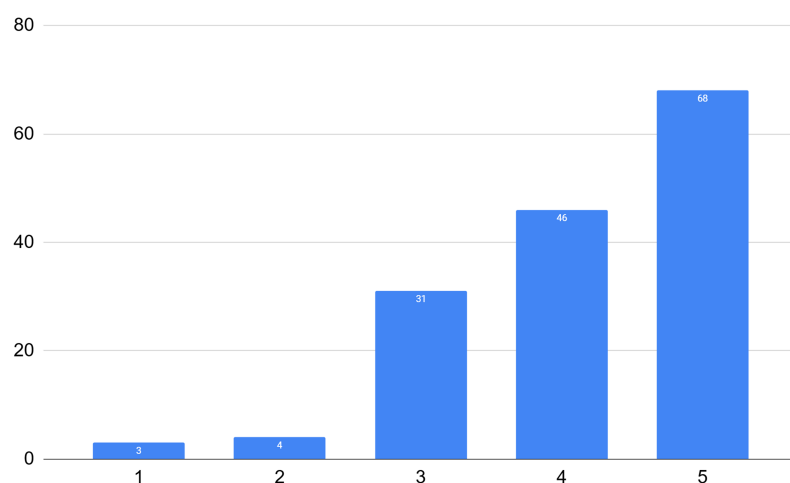


Fonte: Elaborado pelo autor.

design de jogos com fins educacionais e reduz o tempo necessário para iniciar o desenvolvimento. Tais achados convergem com a definição de utilidade percebida do TAM, onde a crença de que o uso da tecnologia melhora o desempenho, na medida em que os participantes reconhecem, simultaneamente, a facilitação do fluxo de trabalho, a economia de tempo e a maior fluidez na passagem do GDD para o protótipo e para a sala de aula.

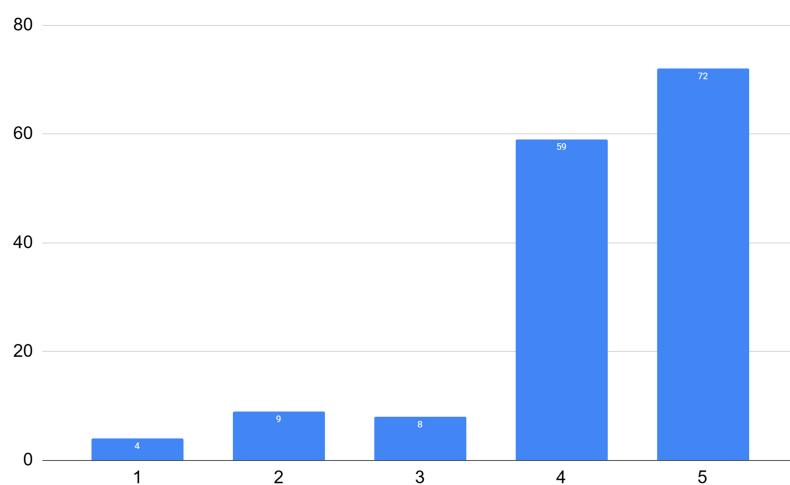
A interpretação desses resultados ganha força quando analisada em conjunto

Figura 35 – O artefato desplugado é compreensível e pode ser utilizado como atividade educativa independente?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36 – O uso da ferramenta facilita o processo de design de jogos com fins educacionais?

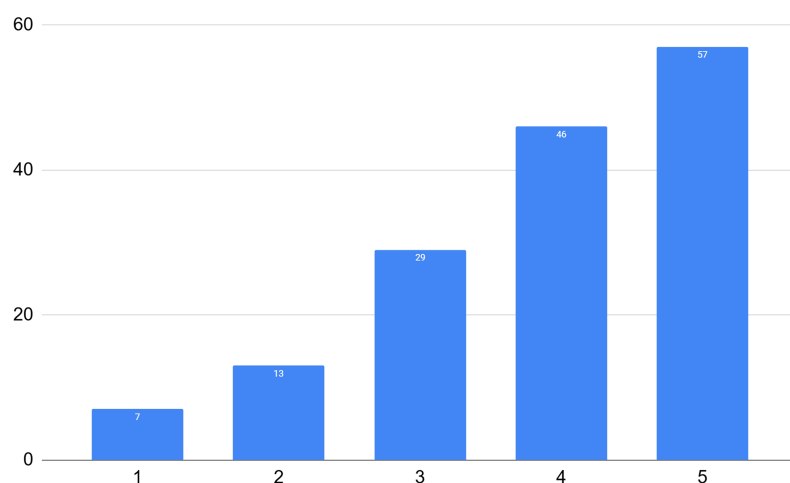


Fonte: Elaborado pelo autor.

com o perfil da amostra. Predominam participantes com até cinco anos de experiência, porém com elevada qualificação acadêmica e ampla vivência em jogos educacionais, além de quase metade relatar jogos publicados e a grande maioria não estar vinculada a estúdios. Esse arranjo híbrido, técnico-pedagógico e *indie*-acadêmico, é precisamente o público para o qual utilidades como “arranque rápido”, “alinhamento pedagógico traduzido em estilo de jogo”, “comunicação entre papéis” e “ponte para prototipagem/atividade” são mais relevantes.

As respostas recuperadas no contexto da Utilidade Percebida compõem um

Figura 37 – A utilização do GDD gerado pela ferramenta reduz o tempo necessário para iniciar o desenvolvimento do jogo?



Fonte: Elaborado pelo autor.

conjunto convergente de evidências de que o artefato é útil para iniciar e orientar o desenvolvimento, traduzir objetivos pedagógicos em escolhas de design, apoiar a colaboração entre funções, acelerar a prototipagem e viabilizar a aplicação didática direta, tanto digital quanto desplugada. Esse padrão explica a média elevada de *PU* e oferece uma base sólida para a leitura causal do TAM no estudo, na qual a utilidade percebida desponta como elo crítico entre a experiência de uso e a intenção de continuidade.

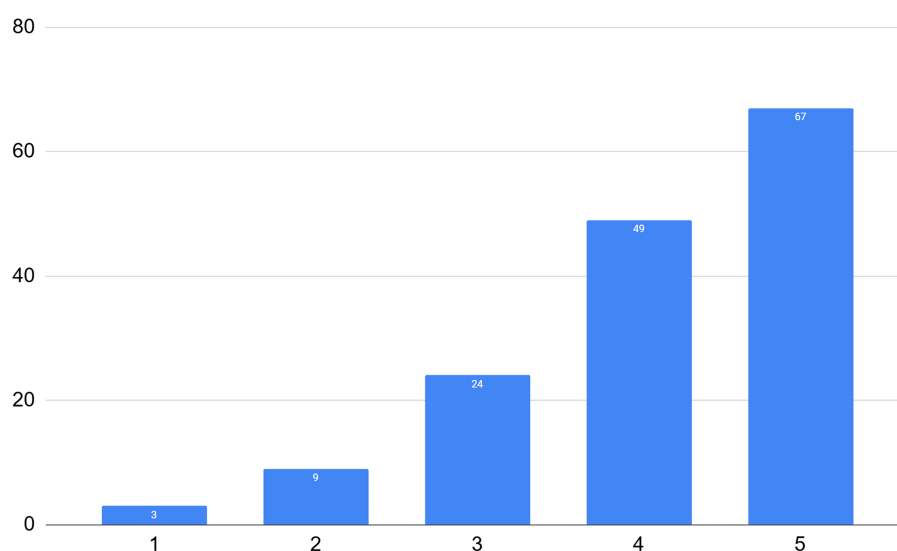
6.5.3 Facilidade de Uso Percebida (*Perceived Ease of Use* – PEOU)

A análise desse construto aponta que o artefato é considerado fácil de usar. A organização e clareza das seções do GDD, a linguagem adequada ao público e a facilidade para localizar informações específicas contribuíram para esse resultado. Em paralelo, a estrutura do código/artefato desplugado foi avaliada como propícia à modificação e prototipagem rápida, reforçando a percepção de baixo esforço.

A facilidade de uso percebida alcançou média **PEOU = 4,1** (Likert 1–5), com alta consistência interna ($\alpha = 0,923$) e distribuição fortemente concentrada nas categorias 4–5 ao longo dos itens. Os resultados relativos ao documento em si indicam que o GDD é essencialmente autoexplicativo: a Figura 38 aponta clareza e boa organização “mesmo sem explicações adicionais”, e a Figura 39 reforça que a estrutura é fácil de seguir.

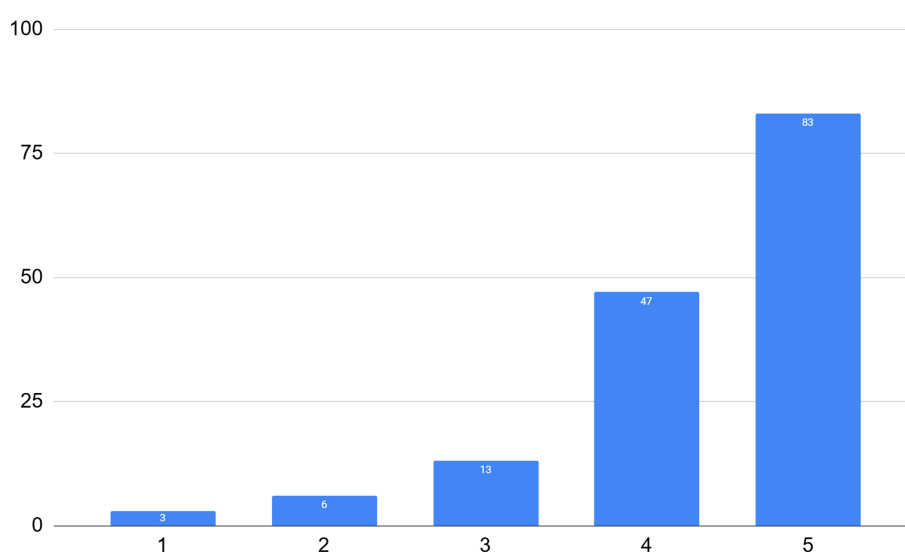
Em sentido convergente, a Figura 40 sugere que as seções — estilo de jogo, objetivos, mecânica, narrativa, entre outras — são percebidas como bem delimitadas, enquanto a Figura 41 indica que a linguagem adotada é adequada aos diferentes

Figura 38 – A estrutura e o conteúdo do GDD são claros, bem organizados e fáceis de entender, mesmo sem explicações adicionais?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 39 – O GDD apresenta uma estrutura organizada e fácil de seguir?

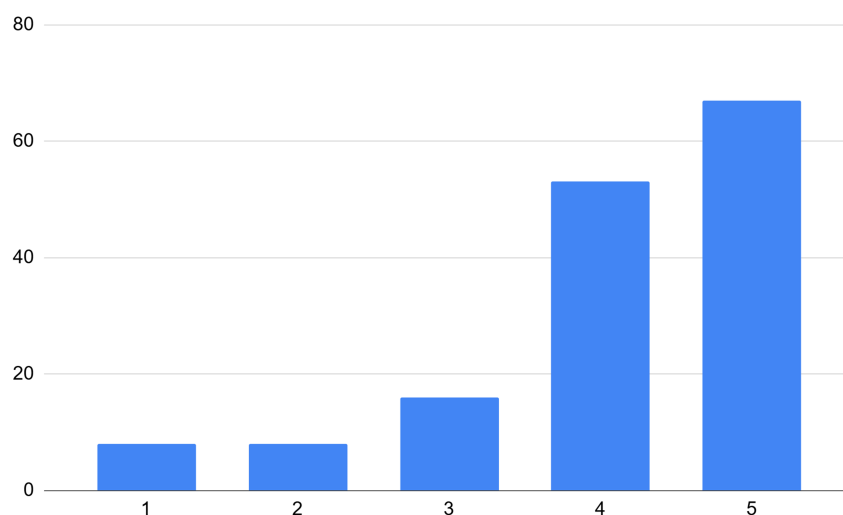


Fonte: Elaborado pelo autor.

públicos envolvidos no ecossistema (professores, desenvolvedores e designers). Esses achados caracterizam um processo de entrada com baixo esforço cognitivo, em que o leitor encontra rapidamente a informação de que precisa e compreende o papel de cada seção sem necessidade de mediação.

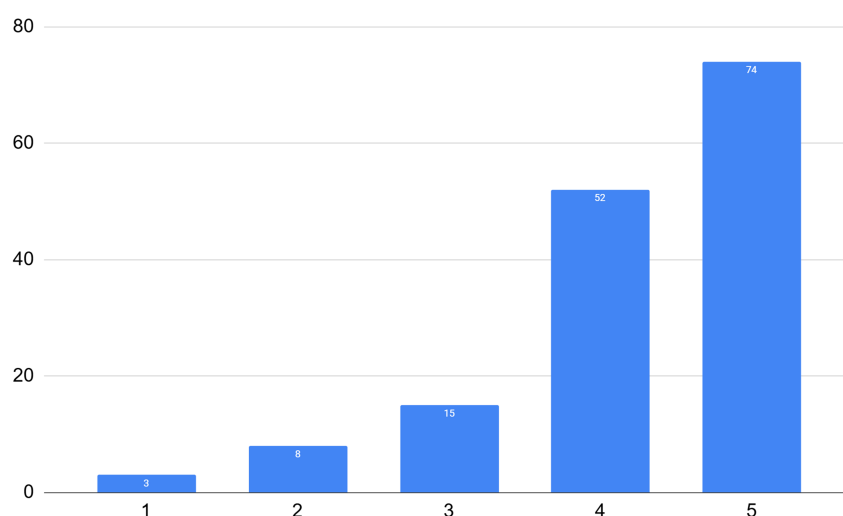
A Figura 42 ajuda a compreender que os respondentes entendem que o GDD gerado é capaz de ajudá-los a manter o foco nos objetivos que devem ser alcançados

Figura 40 – As seções do GDD (objetivos, mecânica, narrativa, etc.) estão bem definidas?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 41 – A linguagem utilizada no GDD é adequada ao público-alvo (professores, devs, designers)?

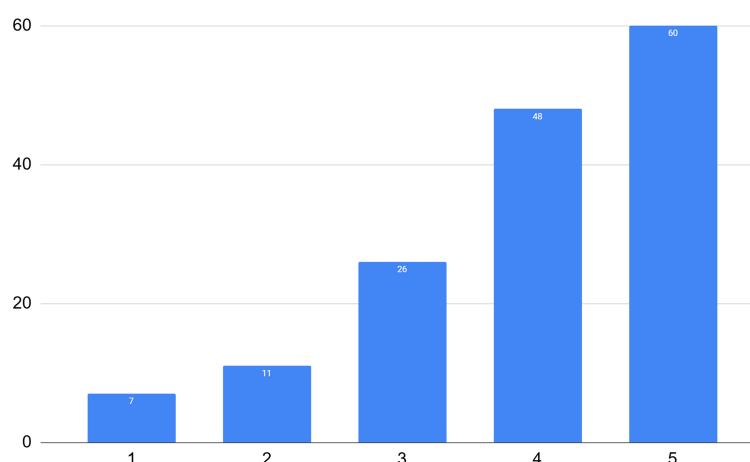


Fonte: Elaborado pelo autor.

durante o desenvolvimento e aplicação pedagógica do jogo.

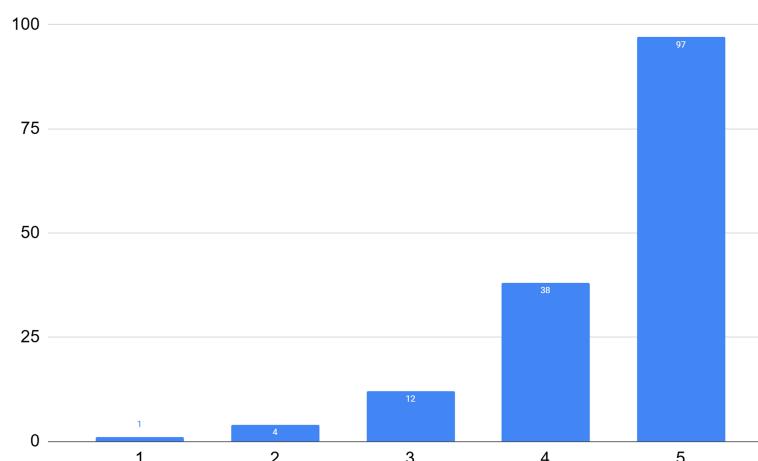
A experiência de navegação também corrobora tal interpretação: a Figura 43 revela que localizar informações específicas é fácil, e a Figura 44 mostra que a organização das seções facilita a leitura e o uso do GDD. A Figura 45, por sua vez, evidencia que diferentes perfis da equipe conseguem compreender o documento sem dificuldade relevante, o que tende a reduzir ruídos na comunicação interdisciplinar durante o desenvolvimento.

Figura 42 – O GDD gerado ajuda a manter o foco nos objetivos pedagógicos ou mecânicos durante o desenvolvimento do jogo?



Fonte: Elaborado pelo autor.

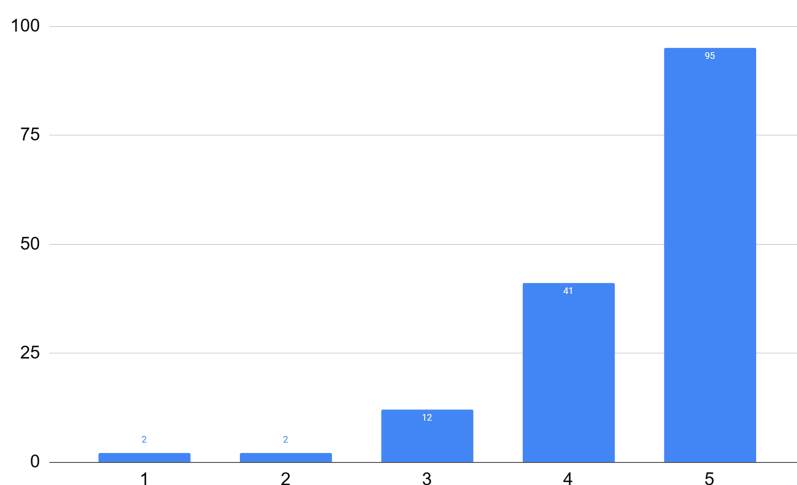
Figura 43 – É fácil localizar informações específicas (como objetivos, mecânica ou narrativa) dentro do GDD?



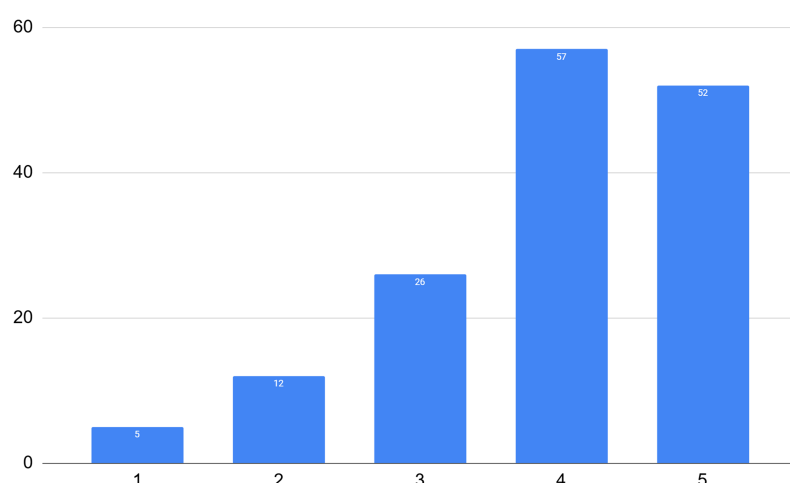
Fonte: Elaborado pelo autor.

A percepção de facilidade não se limita ao plano documental e se estende à operacionalização técnica e pedagógica. Do lado do código, a Figura 46 indica que a estrutura e os comentários são suficientes para que a lógica do esqueleto seja entendida com facilidade; adicionalmente, a Figura 47 sugere que modificar ou expandir esse código é uma tarefa acessível para a maioria. A Figura 48 aprofunda essa leitura ao associar explicitamente a organização do código (variáveis, funções e arquitetura) à facilidade de reutilização e à prototipagem, indicando que o suporte fornecido pela ferramenta reduz barreiras típicas do início de um projeto e favorece ciclos iterativos rápidos.

Figura 44 – A organização das seções no GDD facilita sua leitura e uso?



Fonte: Elaborado pelo autor.

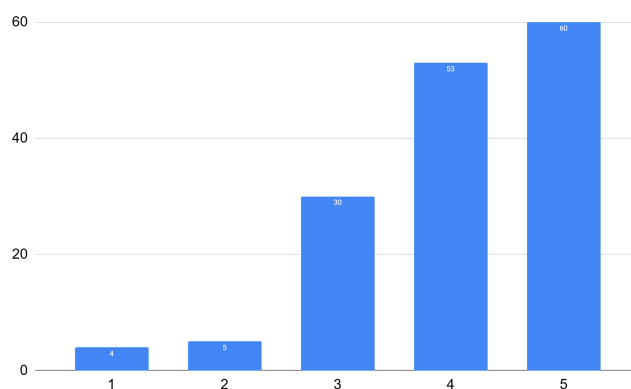
Figura 45 – O GDD pode ser compreendido por diferentes perfis da equipe (*devs*, designers, educadores) sem dificuldade?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Do lado do artefato desplugado, a Figura 49 mostra que as instruções são claras e fáceis de seguir por professores ou alunos; a Figura 50 aponta que o material é suficientemente intuitivo para aplicação com mínima orientação técnica; e a Figura 51 sugere que a atividade pode ser implementada diretamente em sala de aula, sem adaptações complexas. Consideradas em conjunto, essas evidências descrevem um ecossistema no qual a facilidade atravessa modalidades digitais e desplugadas, cobrindo desde a leitura e a navegação do GDD até a prototipagem em código e a aplicação didática imediata.

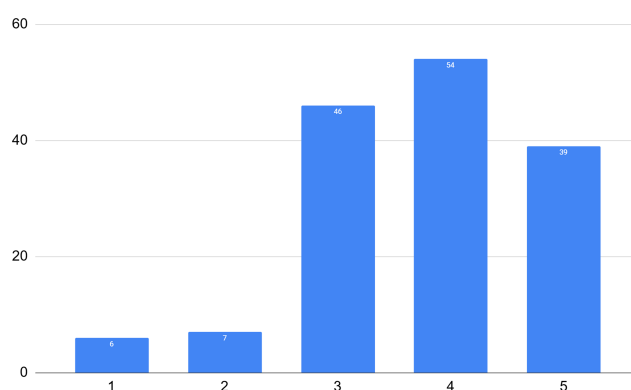
Ao interpretar os resultados a luz do perfil da amostra, é possível perceber que a

Figura 46 – O código gerado é suficientemente comentado ou estruturado para que eu entenda sua lógica com facilidade?



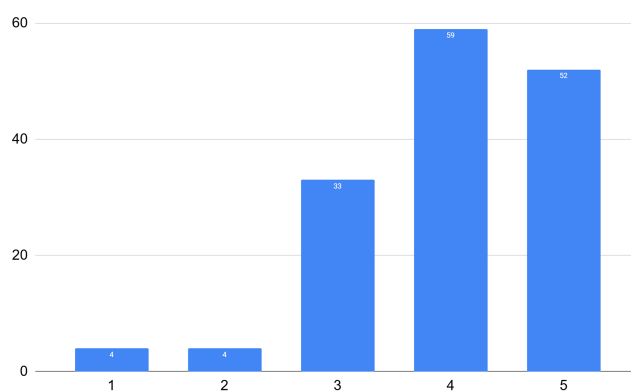
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 47 – É fácil modificar ou expandir o código gerado para adaptar o jogo?



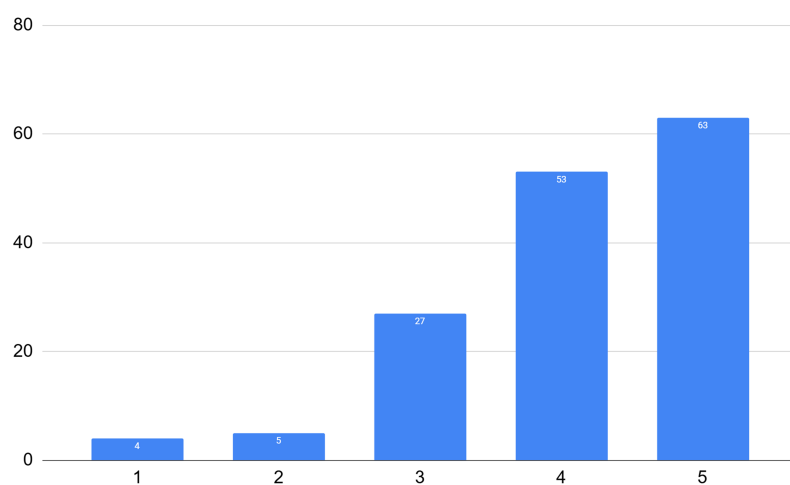
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 48 – A organização do código (variáveis, funções, estrutura) facilita a reutilização ou prototipagem?



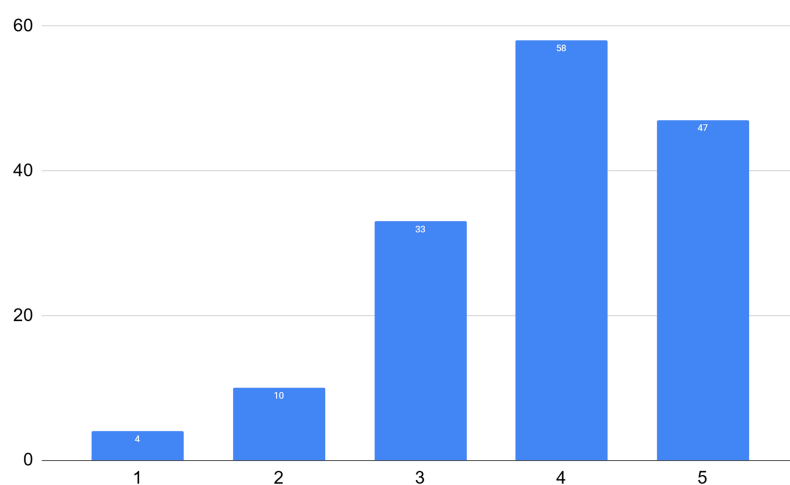
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 49 – As instruções do artefato são claras e fáceis de seguir por professores ou alunos?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 50 – O artefato é intuitivo o suficiente para ser aplicado com mínima orientação técnica?

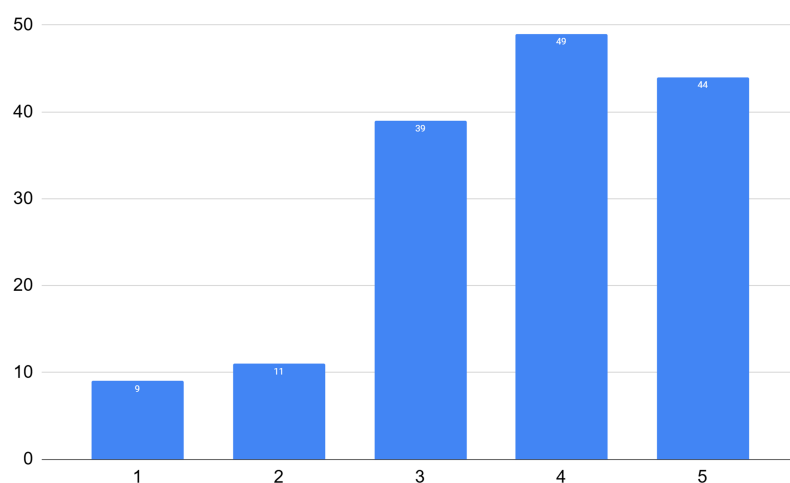


Fonte: Elaborado pelo autor.

presença de estruturas textuais claras, linguagem adequada, indexação informacional eficiente e código com pontos de extensão explícitos atende de forma direta às necessidades de entrada e de transferência para a prática. Ademais, a elevada proporção de participantes sem vínculo formal a estúdios sugere contextos de trabalho menos padronizados e mais dependentes de artefatos auto explicativos, condição coerente com os padrões observados nas respostas.

Em termos do modelo teórico, o conjunto de evidências é compatível com a previsão do TAM de que a facilidade de uso percebida reduz o esforço exigido do

Figura 51 – O artefato permite uma aplicação direta em sala de aula, sem necessidade de adaptações complexas?



Fonte: Elaborado pelo autor.

usuário e, por essa via, tende a elevar a utilidade percebida; não surpreende, portanto, que a PU também tenha se apresentado alta no estudo. Ao diminuir o custo cognitivo de compreensão do GDD, de adaptação do código e de aplicação do artefato em sala, a ferramenta fornece condições para que o usuário chegue mais rapidamente a resultados concretos, o que contribui indiretamente para a intenção de uso observada como moderada-alta.

6.5.4 Intenção de Uso (*Behavioral Intention to Use* – BI)

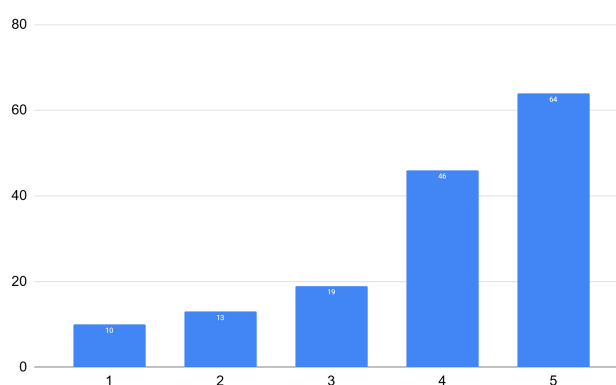
A média do construto ficou ligeiramente abaixo do patamar máximo. Em termos do modelo, isso sugere que uma parte dos usuários reconhece utilidade e facilidade, mas ainda demanda evidências adicionais para consolidar a adoção recorrente (p.ex., em projetos futuros, recomendações a colegas e uso em diferentes contextos). Esse resultado pode ser considerado dentro do esperado, já que o artefato construído se apresenta como uma prova de conceito e não como um sistema finalizado.

A intenção comportamental de uso apresentou média **BI = 3,8** (Likert 1–5), classificando-se como moderada-alta no conjunto da amostra. A leitura dos itens que compõem esse construto revela, entretanto, um padrão mais granular: em vários indicadores a distribuição das respostas concentra-se fortemente nas categorias 4–5, ao passo que em poucos itens observa-se dispersão maior em direção ao ponto médio. Essa heterogeneidade interna explica por que a média de BI ficou ligeiramente abaixo das médias de *PU* e *PEOU*.

Os resultados relativos à reutilização e à adoção do GDD indicam disposição elevada para incorporar o artefato em trabalhos futuros. A Figura 52 mostra que a

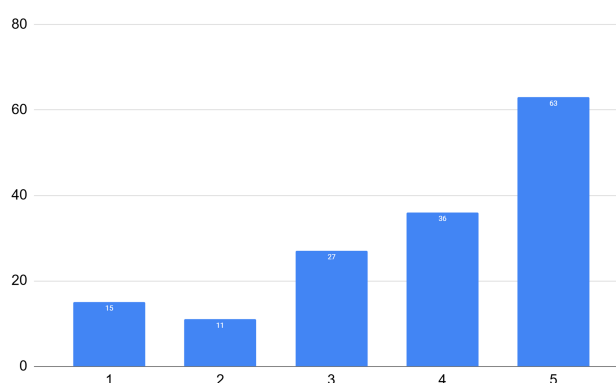
maioria considera o GDD suficientemente útil para ser reutilizado em outros projetos ou contextos educacionais, e as Figuras 53 e 54 sugerem, respectivamente, que os participantes usariam o GDD como base para iniciar um novo jogo e o adotariam como modelo de referência. Inclusive a Figura 54 apresenta um número alto de respondentes em 1 e 2, ao identificar os perfis, nota-se que a maioria são respondentes que já possuem vasta experiência em design e desenvolvimento de jogos, além de fazer parte de estúdios, e por analogia, já possuem processos de produção bem definidos.

Figura 52 – Você acredita que o GDD gerado é útil o suficiente para ser reutilizado em outros projetos ou contextos educacionais?



Fonte: Elaborado pelo autor.

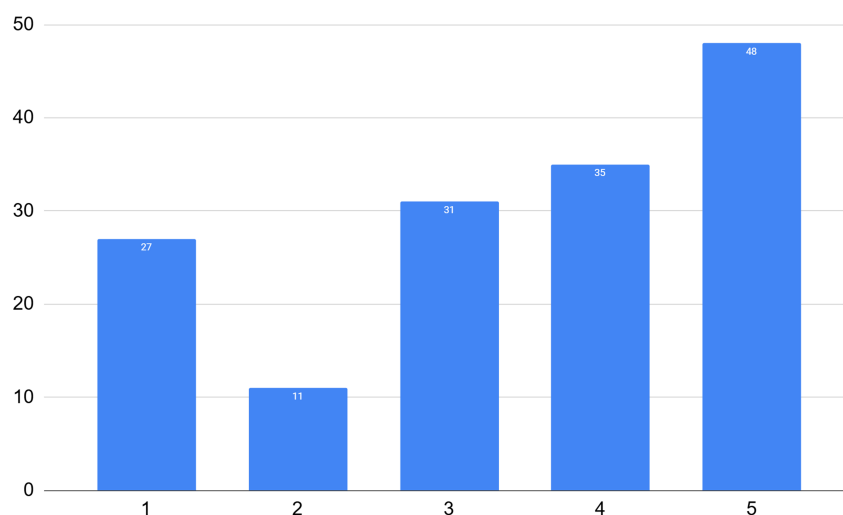
Figura 53 – Você utilizaria o GDD gerado pela ferramenta como base para iniciar o desenvolvimento de um novo jogo?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse padrão é coerente com a avaliação de utilidade percebida, segundo a qual o GDD acelera o arranque do design, preserva coerência interna e ancora decisões pedagógicas e estilo de jogo. Além disso, o interesse em utilizar a própria ferramenta em projetos futuros (Figura 55) e em recomendá-la a pares (Figura 56) reforça a interpretação de que a experiência positiva transcende o caso pontual do experimento e se estende para cenários de trabalho real.

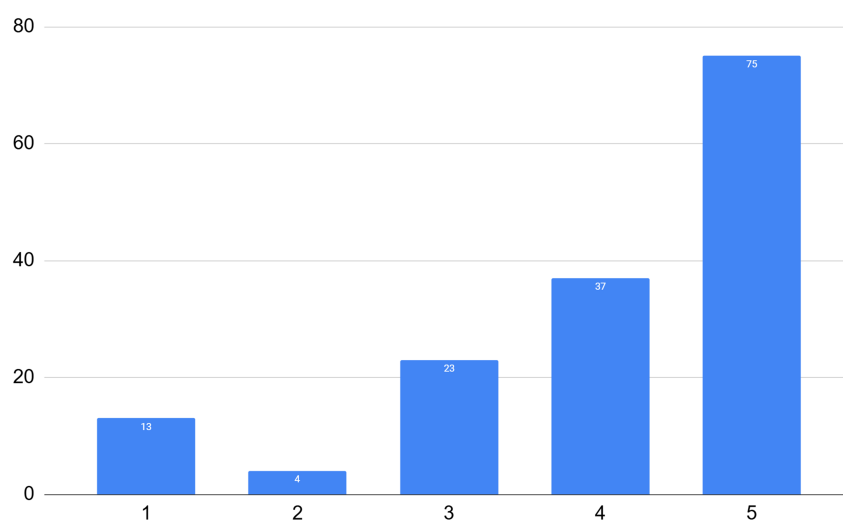
Figura 54 – Você considera adotar o GDD gerado pela ferramenta como um modelo de referência para projetos futuros?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 55 – Você gostaria de utilizar uma ferramenta como essa em projetos futuros?

Fonte: Elaborado pelo autor.

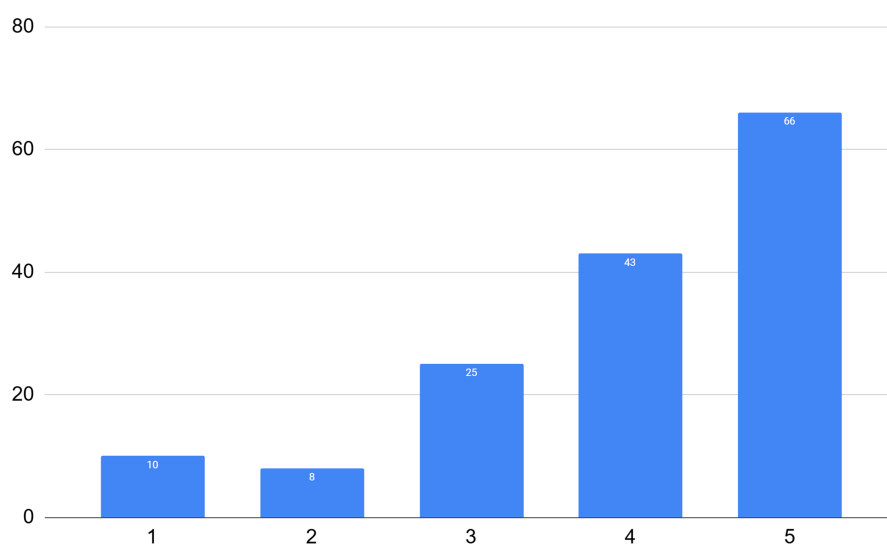


Fonte: Elaborado pelo autor.

A intenção de incorporação ao fluxo de trabalho e de uso recorrente também se manifesta de forma consistente. A Figura 57 indica que os respondentes veem valor em incluir a ferramenta na prototipagem, enquanto a Figura 58 aponta elevada probabilidade de uso novamente quando houver necessidade de gerar novo GDD ou artefato educacional.

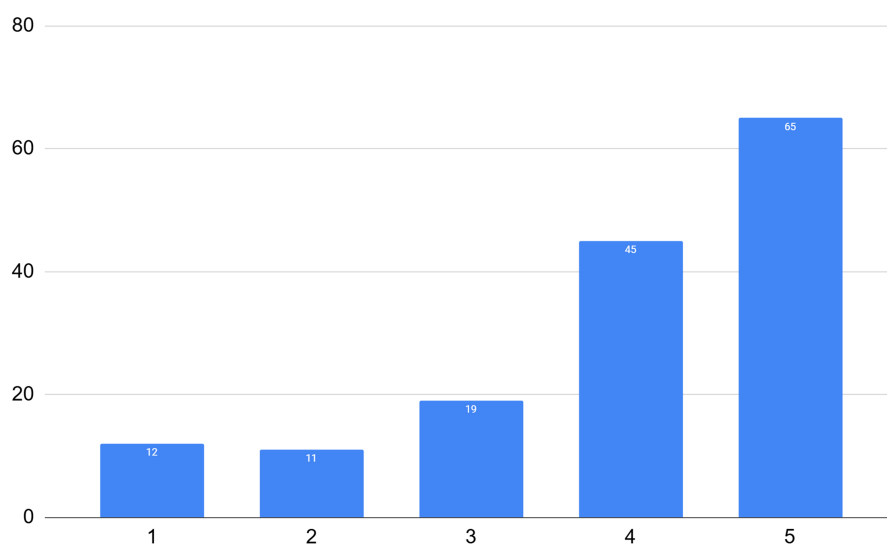
A Figura 59 sintetiza de forma clara a disposição dos participantes em preferir

Figura 56 – Você recomendaria o uso da ferramenta para colegas desenvolvedores ou designers de jogos?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 57 – Você vê valor em incluir a ferramenta no seu fluxo de trabalho para prototipagem de jogos?

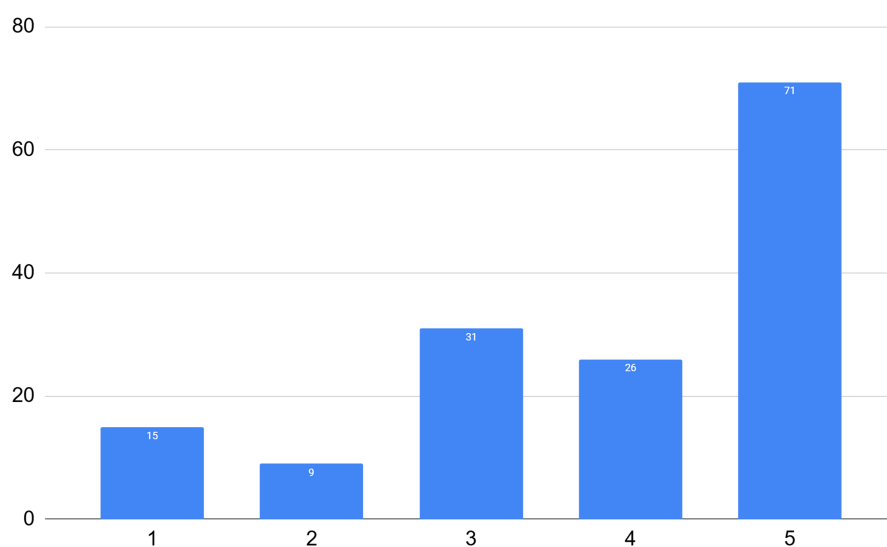


Fonte: Elaborado pelo autor.

utilizar a ferramenta em vez de iniciar o design de um jogo educacional a partir do zero. A distribuição das respostas é nitidamente assimétrica em direção aos valores altos, com predominância das categorias 4 e 5 e pico em 5, o que indica uma preferência majoritária por partir de um *template* estruturado.

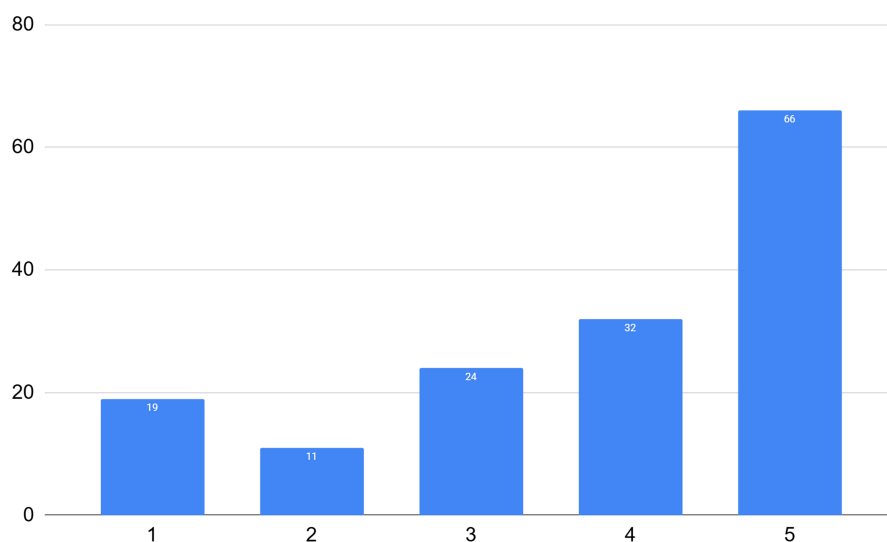
Na mesma direção, as Figuras 60 e 61 sugerem, respectivamente, que a ferramenta é percebida como aliada para projetos colaborativos e que há interesse em

Figura 58 – Você utilizaria novamente a ferramenta caso precisasse gerar um novo GDD ou artefato educacional?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 59 – Você prefere utilizar uma ferramenta como essa em vez de começar o design de um jogo educacional do zero?



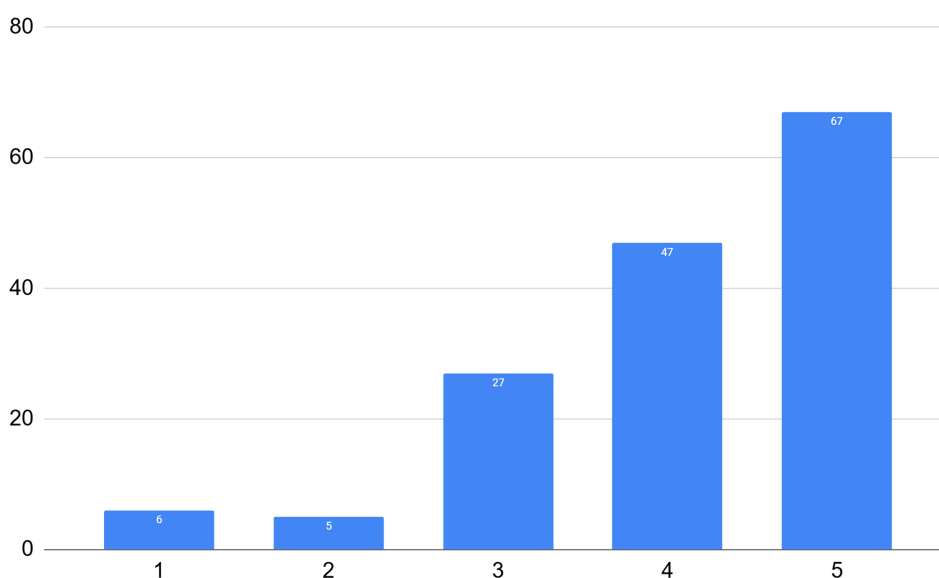
Fonte: Elaborado pelo autor.

acompanhar atualizações e melhorias, ambos sinais de engajamento prospectivo.

A Figura 62 amplia o escopo de adoção ao indicar disposição para utilizar a ferramenta como ponto de partida mesmo em projetos sem foco educacional, e a Figura 63 sugere que há tendência a incorporá-la ao repertório de ferramentas de design.

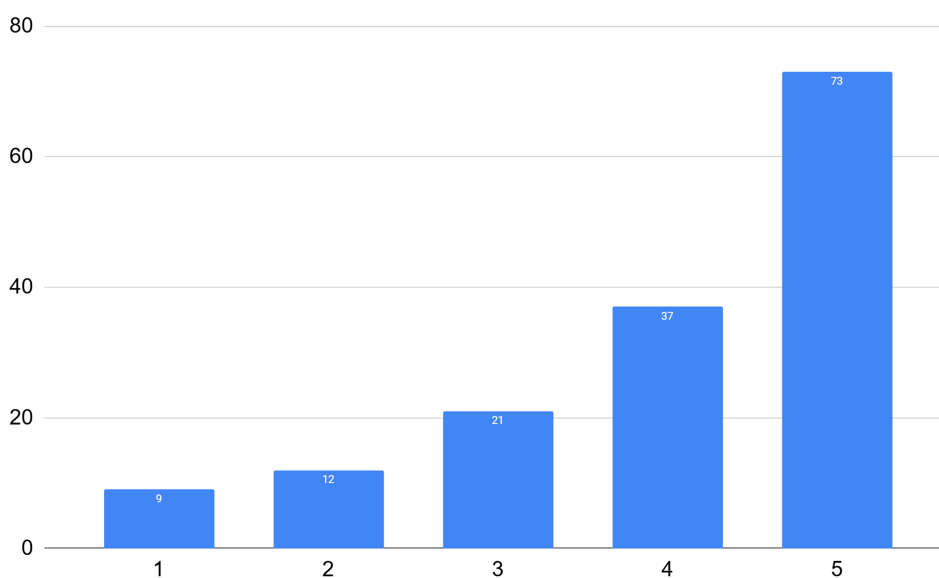
Por fim, a Figura 64 mostra que os participantes se veem empregando o

Figura 60 – Você considera a ferramenta uma aliada útil para projetos colaborativos de design e desenvolvimento de jogos?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 61 – Você tem intenção de acompanhar atualizações e melhorias futuras da ferramenta?

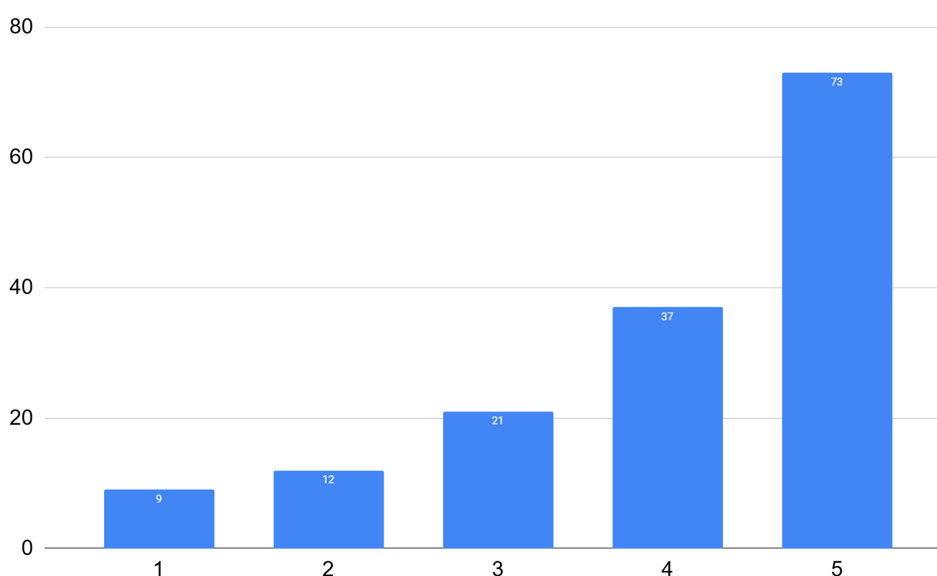


Fonte: Elaborado pelo autor.

artefato em contextos educacionais concretos (cursos, oficinas e *game jams*) o que é particularmente relevante dada a composição da amostra com elevada experiência prévia em jogos educacionais.

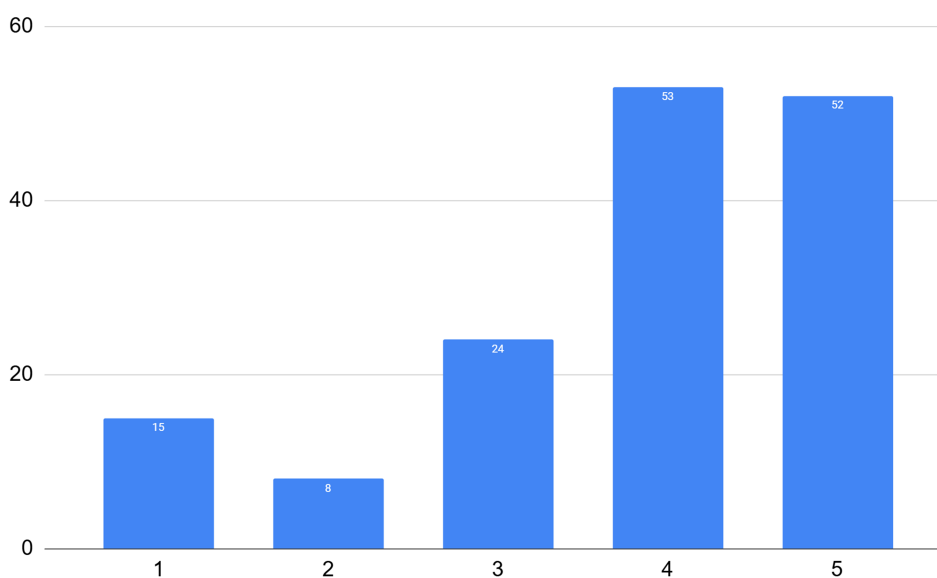
Um ponto que distingue o conjunto é a intenção de uso do código JavaScript

Figura 62 – Você utilizaria a ferramenta como ponto de partida mesmo para jogos que não tenham foco educacional?



Fonte: Elaborado pelo autor.

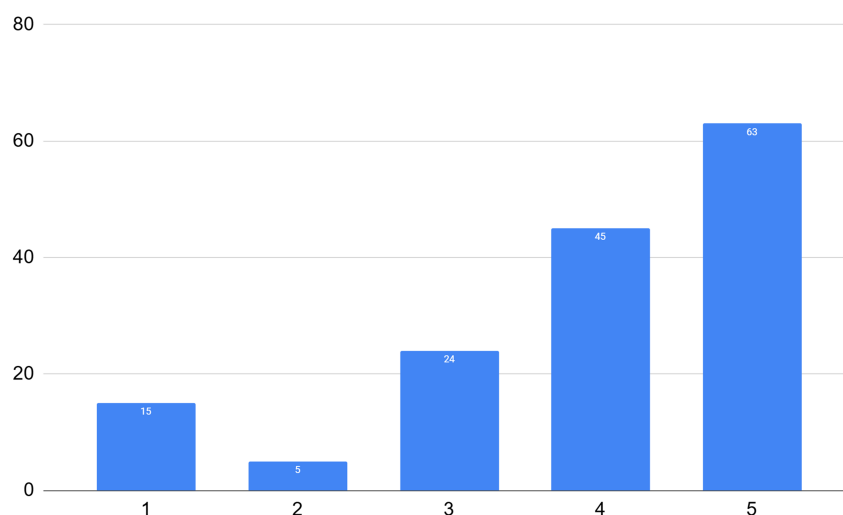
Figura 63 – Você acredita que a ferramenta pode fazer parte do seu repertório de ferramentas para design de jogos?



Fonte: Elaborado pelo autor.

gerado (Figura 65). Diferentemente das demais evidências, aqui a distribuição é mais espalhada, com presença perceptível de respostas nas categorias 1–3 ao lado de avaliações 4–5. Essa variação sugere que, embora o código tenha sido julgado fácil de entender e de modificar, a decisão de adotá-lo como base para futuros

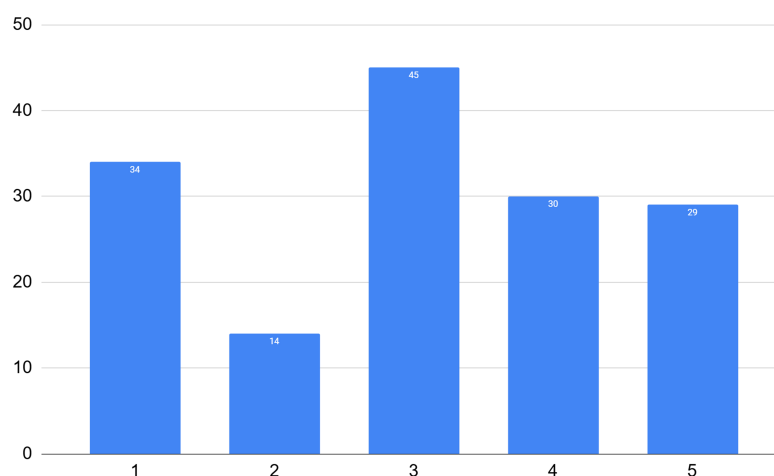
Figura 64 – Você se vê utilizando a ferramenta em contextos educacionais, como cursos, oficinas, game jams ou projetos com alunos?



Fonte: Elaborado pelo autor.

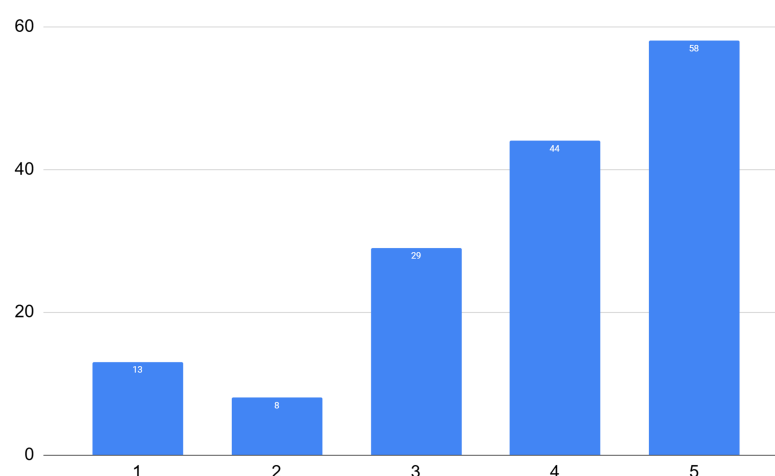
protótipos depende mais do perfil e das preferências técnicas individuais. Na amostra, é plausível que parte dos desenvolvedores experientes prefira manter arquiteturas próprias, enquanto parte dos educadores sem forte ênfase em programação priorize o uso do GDD. Em contraste, a Figura 66, que trata do uso do artefato desplugado em atividades presenciais ou remotas, retoma o padrão de concentração em 4–5, coerente com a forte presença de educadores e pesquisadores no conjunto de respondentes e com a percepção de aplicabilidade imediata em sala de aula.

Figura 65 – Você pretende utilizar ou adaptar o código JavaScript gerado como base para futuros protótipos de jogos?



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 66 – Você usaria o artefato desplugado gerado pela ferramenta em atividades educativas presenciais ou remotas?



Fonte: Elaborado pelo autor.

A relação entre esses achados e os demais construtos do modelo é consistente com o TAM. A *PEOU* elevada observada anteriormente, amparada por clareza textual, organização das seções, facilidade de navegação e estrutura de código compreensível, tende a reduzir o esforço percebido e, com isso, sustentar a *PU* alta, que por sua vez influencia a intenção comportamental de uso. O padrão verificado nos gráficos confirma esse encadeamento: quando a proposta enfatiza a reutilização do GDD, integração ao fluxo de trabalho, recomendação a pares e aplicação educacional direta, a intenção de uso se aproxima do patamar “alto”; quando a decisão envolve a adoção de um esqueleto de código específico, a intenção se torna mais sensível às características e preferências do perfil técnico do respondente.

Em síntese, os dados demonstram um cenário favorável à continuidade de uso da ferramenta e de seus artefatos, com destaque para o GDD e o material desplugado, e sinalizam que a consolidação da adoção do código como base padrão depende menos de facilidade e mais de alinhamento com práticas e arquiteturas já estabelecidas por parte de determinados perfis da amostra. Talvez oferecer mais opções de linguagem, ou pseudo linguagens, tornem o uso do código mais atrativo.

6.6 Análise de respostas abertas no questionário

As respostas abertas reforçam a leitura feita a partir dos indicadores do TAM: a ferramenta é percebida como útil e fácil, especialmente como ponto de partida, mas uma parcela dos participantes demanda profundidade, personalização e maior controle autoral para que a intenção de uso se consolide de modo recorrente. Várias falas convergem para a ideia de que o GDD gerado “funciona como um one-page” ou um

“pontapé inicial”, adequado para vencer a inércia criativa, mas “difícil de usar sem alterar”. Essa caracterização dialoga diretamente com os resultados quantitativos: a PEOU alta (clareza, organização e fácil navegação) aparece nas menções à “boa organização” e à “facilidade de compreensão”, enquanto a PU alta se traduz na percepção de aceleração do arranque do design e de aplicabilidade didática. Por outro lado, a avaliação moderada-alta emerge quando a expectativa passa de inspiração para documentação de produção: “o GDD é raso demais para ser utilizado cruamente por uma equipe” ou “precisaria de um fluxo de iterações e refinamento”, ecoando a maior dispersão observada no item de intenção de usar o código como base futura.

6.6.1 Sugestões de melhorias para tornar o GDD mais útil

Um eixo recorrente de crítica construtiva é a necessidade de maior detalhamento do design de jogo. Participantes pedem explicitação do core loop, “ações possíveis, objetivos, estados de falha”, “listagem de telas” e “exemplos de níveis”, além de maior desenvolvimento de narrativa, personagens e integração tema–mecânica. Há também pedidos por diagramas, wireframes e fluxogramas, inclusive referências a frameworks de análise como MDA e modelos 6–11, para ancorar emoções e dinâmicas desejadas. Essas demandas são coerentes com os gráficos que apontam utilidade do GDD para iniciar e orientar, mas também com a leitura de que a ferramenta “entrega estrutura e clareza” (PEOU), ainda que alguns tópicos “permaneçam superficiais”. Nessa direção, educadores sugerem explicitar objetivos de aprendizagem, “competências/obstáculos visados”, exemplos de perguntas reflexivas e critérios de avaliação, propostas que conectam o documento a práticas pedagógicas concretas, o que tende a manter o nível de PU elevado e a favorecer a transição para BI mais estável.

Outro bloco de respostas pede personalização e iteração durante a geração: “campos para introduzir conceitos e ideias”, “refinar com a IA via conversa”, “editar e anotar o GDD”, “mostrar os prompts utilizados”, além de recursos de exportação e organização (índice com links, copiar capítulos específicos, download em Word). Esses pedidos são consistentes com o perfil da amostra, e explicam por que a ferramenta é vista, ao mesmo tempo, como acessível e como algo que precisa de canais de autoria para ser adotada em pipelines reais. Em termos do modelo, mecanismos de edição e co-criação tendem a preservar a PEOU percebida, enquanto ampliam a PU por aumentar o ajuste ao contexto de uso, o que se reflete em maior disposição de reutilização (gráficos de BI com concentrações em 4–5 para “usar novamente”, “adotar como referência” e “recomendar a colegas”).

Há críticas pertinentes à variação e pertinência do conteúdo. Diversos participantes apontam “repetição de puzzles”, tendência a “narrativas futuristas/tecnológicas”, pouca diferenciação entre semestres/níveis e, em alguns casos, desalinhamentos

entre opções escolhidas e o GDD gerado (pilar, semestre, gênero). Esses relatos se conectam a um ponto sensível para a BI: quando a ferramenta não espelha com precisão o contexto didático ou criativo do usuário, a intenção de uso recua para o plano de “inspiração”, em vez de “adoção imediata”. O mesmo vale para a crítica à “linguagem excessivamente técnica” em seções que deveriam dialogar com artistas, roteiristas e sound designers; em contraste, os gráficos de PEOU mostram forte concordância de que “perfis diversos compreendem o GDD”, sugerindo que a experiência média é positiva, mas que há nichos profissionais para os quais o texto ainda precisa de ajustes de linguagem.

A dimensão multimodal aparece em muitas sugestões: “imagens conceituais”, “sprites”, “wireframes”, “referências artísticas”, “overview jogável ou simulação de uma rodada”, além de pedidos por acessibilidade (suporte a leitores de tela, paletas daltônicas, narrativas inclusivas). Esses elementos são coerentes com os itens de PEOU sobre “facilidade para localizar informações” e “organização das seções”, e ajudam a explicar por que o artefato desplugado recebeu avaliações particularmente altas de utilidade e aplicabilidade: quando o suporte visual e procedural está explícito, o caminho para a sala de aula fica mais curto, o que reforça tanto PU quanto BI nos gráficos de “usar em cursos/oficinas” e “preferir a ferramenta ao começar do zero”.

Questões de localização e acessibilidade linguística surgem de forma insistente: “unificar idioma”, “versão em português”, “tooltips e glossário para termos de game design”. Dado que a amostra inclui muitos educadores e que parte atua com públicos sem proficiência em inglês, a presença de textos em inglês aparece como barreira residual à PEOU e, por extensão, à BI (uma correlação plausível com os ótimos, mas não máximos, escores médios observados).

Por fim, uma fração das respostas problematiza pressupostos pedagógicos e o lugar da IA no design educacional, lembrando que “o GDD automático pode soar genérico” e que “a ferramenta precisa de parametrização didática mais fina (pré-requisitos, competências, adaptação ao estudante)”. Mesmo quando mais duras, essas críticas são construtivas ao apontar direções de amadurecimento: diferenciação real por semestre/nível, explicitação de objetivos de aprendizagem e obstáculos, indicadores de avaliação pós-jogo e trilhas de adaptação. Em termos do TAM, tais melhorias tendem a converter a PU já elevada em BI consistentemente alta, reduzindo o hiato entre “inspiração” e “adoção recorrente”.

Em conjunto, as respostas abertas ajudam a interpretar o padrão quantitativo observado: a ferramenta entrega facilidade e utilidade claras para iniciar projetos (o que explica a preferência por usá-la em vez de começar do zero) mas a intenção de uso plena, especialmente no componente de código e em contextos de produção, depende de três frentes: (i) profundidade e especificidade do GDD (core loop, exemplos de níveis,

telas, critérios de avaliação e acessibilidade); (ii) processo iterativo e coautoria (edição, chat de refinamento, personalização e exportações); e (iii) variação e alinhamento contextual (nível/semestre, gênero não repetitivo, temas para além do futurista/tecnológico e suporte multilíngue). Essas frentes não contradizem os achados do TAM; ao contrário, explicitam onde investir para transformar uma experiência percebida como “muito boa para começar” em uma “ferramenta padrão” do fluxo de trabalho de equipes diversas.

6.6.2 Sugestões de melhoria para o código e/ou artefato desplugado

As sugestões para o código e para o artefato desplugado convergem para duas frentes complementares. A primeira mira a redução de atrito operacional: vários participantes pedem código “executável de imediato” (acompanhado de README com passos de uso, dependências, assets inclusos ou hospedados), e um protótipo mínimo jogável (HTML/CSS/JS integrados, idealmente sem engine externa ou com engine configurada). As dificuldades relatadas para rodar o esqueleto, a referência a assets inexistentes e até erros eventuais da aplicação explicam por que a adoção do código como base futura apresenta maior variância nos dados de BI. Na ótica do TAM, essas melhorias atuam diretamente em PEOU (menor esforço para executar) e indiretamente em PU (valor imediato do esqueleto como ponto de partida).

A segunda frente busca elevar o valor pedagógico e o poder de reutilização. Diversas respostas pedem personalização e escolha de linguagem/engine (Python/-Brython, C/C++, além de JavaScript) e parâmetros didático-técnicos (número de jogadores, turno vs. tempo real, tamanhos de grid, quantidade de cartas/peças). Do ponto de vista educacional, há pedidos por FAQ, exemplos de níveis, rubricas de avaliação explícitas e explicitação de competências/obstáculos de aprendizagem para que o artefato faça sentido em contextos distintos. Essas demandas alinham-se aos resultados quantitativos que mostram alta PU para iniciar projetos e forte intenção de uso do artefato em cursos/oficinas; ao mesmo tempo, explicam a heterogeneidade quando a decisão é “adotar o código como base”, pois a adequação a pipelines e perfis diversos ainda depende de maior parametrização.

O artefato desplugado é, de modo geral, bem recebido e frequentemente visto como mais “pronto para uso” do que o código. Ainda assim, os participantes pedem tornar o material mais visual e imprimível: geração de cartas, tabuleiros, fichas e marcadores em PDF; imagens conceituais e referências artísticas; wireframes/diagramas que mostrem o fluxo da atividade e uma “rodada exemplo”. Essas sugestões dialogam com os escores elevados de aplicabilidade em sala e indicam um caminho claro para consolidar a intenção de uso recorrente: quanto mais o professor “vê” a atividade e recebe componentes prontos, menor o custo de preparação de aula e maior a probabilidade de adoção.

Uma parcela relevante das respostas aponta ajustes de nível e variação. Há relatos de propostas percebidas como simples para turmas avançadas e repetição de certos padrões (por exemplo, puzzles e grids), o que sugere calibrar dificuldade e ampliar repertório de mecânicas/estilos para evitar redundância. Isso se conecta ao perfil da amostra e ajuda a explicar por que PEOU e PU são altas: a base é clara e útil para começar, mas a continuidade de uso (BI) aumenta quando a ferramenta diferencia melhor público-alvo e gênero de jogo.

A localização aparece como barreira prática recorrente: solicita-se unificação de idioma e GDD/código/comentários em português, além de tooltips e glossário para termos técnicos. Para docentes e estudantes sem proficiência em inglês, a tradução melhora a compreensão do artefato e do esqueleto de código, reforçando PEOU e, por consequência, PU/BI. Em paralelo, vários respondentes pedem mais interação e coautoria: possibilidade de editar o resultado, dar feedbacks ao modelo, gerar em modo “conversacional” e exportar por capítulo (Word/PDF). Esses mecanismos já se mostraram decisivos nas respostas abertas sobre o GDD e aqui reaparecem como caminho para transformar inspiração em documentação de software.

No campo estritamente técnico, surgem pedidos por arquitetura modular e orientação de “como crescer” o projeto: recomendação de módulos (UI, estado de jogo), diagrama de classes, to-dos priorizados e sugestões de plugins/ferramentas. Também há apelos por diversificar engines e até fornecer uma opção “engine-agnóstica” com JS puro e CSS, para reduzir barreiras de entrada. Essas ações respondem diretamente às críticas de que o esqueleto “é simples demais para jogos reais” e, ao mesmo tempo, “exigente para iniciantes sem experiência em JS”. Ao oferecer trilhas de evolução claras e alternativas tecnológicas, a ferramenta atende tanto a iniciantes (reduz esforço) quanto a perfis experientes (aumenta alinhamento arquitetural), aproximando os escores de BI dos patamares observados para o artefato desplugado.

Por fim, há observações metodológicas úteis à interpretação dos resultados: alguns participantes não têm perfil técnico e sinalizaram neutralidade ou impossibilidade de avaliar o código; outros notaram que diferentes combinações de parâmetros geram artefatos muito distintos, tornando comparações diretas difíceis. Essas notas ajudam a contextualizar a maior dispersão na intenção de uso do código e reforçam que melhorias em packaging executável, personalização, visualização e localização devem produzir ganhos substantivos nos três constructos do TAM. O que geraria mais facilidade no primeiro contato (PEOU), mais valor percebido na prática (PU) e, como consequência, maior intenção de reutilizar tanto o código quanto os materiais desplugados em ciclos reais de desenvolvimento e ensino.

6.6.3 Indicação de outros estilos para os pilares do pensamento computacional

As respostas abertas sobre mecânicas reforçam o padrão observado nos indicadores do TAM: a ferramenta é percebida como clara e útil para “colocar o projeto de pé”, mas parte dos participantes deseja maior especificidade entre pilar e jogabilidade para converter essa utilidade inicial em adoção recorrente. Um primeiro bloco de contribuições aponta caminhos para aprofundar o vínculo conceitual entre estilo de jogo e conteúdo. Para Wayfinding/Pathfinding, foram sugeridas simulações que explicitem o particionamento do espaço e algoritmos de busca (por exemplo, A*, Dijkstra) com visualização do processo; para Algoritmos, propostas de “programação por cartas” e montagem de fluxogramas em jogo; para Abstração, atividades em que o jogador cria “modelos-base” reutilizáveis; para Decomposição, escape rooms e puzzles multiestágio que exijam fatiar objetivos complexos. Também surgem sugestões de Máquina de Turing (modelando estados e transições), SQL (consultas e restrições), micromanagement/tycoon e administração de recursos (úteis para estruturas de dados, planejamento e custo–benefício), bem como escolhas entre tempo real vs. turno, que facilitam abordar paralelismo e sincronização. Esse repertório confirma o interesse da amostra por experiências que façam o aluno “ver o algoritmo em ação”, o que tende a elevar a PU além do ganho já capturado pelos escores de facilidade.

Há, contudo, um pedido insistente por variação e calibragem, em linha com críticas anteriores à recorrência de puzzles genéricos. Participantes sugerem incorporar mecânicas de dedução, papéis ocultos, dicas compartilhadas, bem como rolagem de dados para aleatoriedade controlada (especialmente em jogos de tabuleiro) e missões com tomadas de decisão para explorar trade-offs e condicionais. Em gêneros exploratórios, foram propostos sandbox com exploração e coleta, e em RPGs, a distribuição de papéis na equipe para discutir responsabilidades e modularidade no desenvolvimento de software. Essas ideias convergem com a avaliação quantitativa de que o GDD é claro e organizado (PEOU alta), mas indicam que personalização por pilar, gênero e nível é decisiva para manter a intenção de uso elevada (BI), sobretudo entre respondentes mais experientes.

Outra contribuição relevante é a clareza operacional da regra pedagógica: alguns comentários pedem mecanismos explícitos de “validação” da ação do jogador (quais condições definem acerto/erro), indicação de competências/obstáculos trabalhados e exemplos concretos de níveis. Essa demanda ecoa as respostas que valorizaram o artefato desplugado como mais “pronto para uso” e ajuda a entender por que, nos gráficos, os itens ligados à aplicação em sala alcançam escores muito altos: quando o professor recebe “o que avaliar” e “como validar”, a PU cresce e a BI acompanha.

Complementarmente, surgem pedidos de sonorização (regras para música e feedbacks sonoros) e de quadros visuais (world boards, wireframes) para consolidar o loop de jogo, aspecto já bem pontuado na PEOU.

Uma parte das respostas evidencia confusão conceitual entre gênero/estilo de jogo e mecânica (“plataforma, aventura, visual novel. . .”), o que sinaliza a necessidade de reforçar na interface a distinção entre “o que o jogador faz” (mecânicas) e “como/onde isso é apresentado” (gênero/estética). Isso se articula com pedidos de tooltips/glossário e de tradução para português, frequentemente citados também no bloco de GDD e código. Dado o perfil com forte presença de educadores e de iniciantes/intermediários, esse apoio terminológico deve preservar a PEOU alta e, ao reduzir a ambiguidade na seleção, favorecer mecânicas mais alinhadas ao pilar, um vetor direto de PU.

Por fim, emergem duas sugestões de desenho de experiência que dialogam com a intenção de uso. A primeira é introduzir perspectivas assimétricas (por exemplo, atacante/defensor) para trabalhar depuração, segurança e análise de falhas; a segunda é oferecer um modo de coautoria iterativa em que o usuário insira ideias durante a navegação (“caixa de fine-tuning”, chat de refinamento, edição do rascunho antes de gerar código/artefato). Na lógica do TAM, esses ajustes atacam simultaneamente o esforço percebido (pois orientam a escolha do estilo de jogo “certa” para o pilar) e a expectativa de resultado (pois aumentam a pertinência pedagógica e a variedade lúdica), criando condições para que os bons índices de PEOU e PU observados se traduzam em BI mais uniforme, inclusive entre perfis avançados que hoje tratam a ferramenta sobretudo como geradora de inspiração.

6.6.4 Sugestão de melhoria para a integração entre o pilar computacional e o design do jogo?

As respostas dessa questão convergem para um diagnóstico consistente com os resultados quantitativos do TAM: a ferramenta já facilita o início do design (PEOU elevada) e é percebida como útil (PU elevada), mas a integração fina entre pilar computacional e estilo de jogo ainda pode ser aprofundada para sustentar uma intenção de uso mais alta e uniforme. Vários participantes pedem maior especificidade conceitual a partir do pilar, por exemplo, permitir informar diretamente o conteúdo-alvo (“ordenação”, “POO”, “estruturas de dados”, “pathfinding”) e, a partir disso, gerar estilos de jogo que tornem o conceito “visível” em jogo. Foram citadas simulações de particionamento espacial e algoritmos de busca (A*, Dijkstra) para wayfinding, “programação por cartas” e construção de fluxogramas para algoritmos, além de variações que obriguem o jogador a trabalhar abstração e decomposição em etapas. Essa orientação por conteúdo tende a aumentar a utilidade percebida porque reduz a distância entre objetivo pedagógico e ação lúdica.

Outro eixo recorrente é a calibragem de dificuldade e foco. Retornam os relatos de propostas percebidas como fáceis para turmas de graduação e de deriva temática que dilui o pilar principal. Sugere-se explicitar o “seletor” de dificuldade (ou de quantidade de estilo de jogo por experiência), produzir desafios mais exigentes para estudantes avançados e tratar, onde fizer sentido, noções como complexidade algorítmica de modo comparativo (mesma tarefa com regras que emulem $O(n)$, $O(n \log n)$, $O(n^2)$). Em termos de TAM, isso responde ao “para quem” e “para quê”, fortalecendo PU e, por consequência, a BI.

A coerência narrativa também aparece como um mediador importante entre conteúdo e estilo de jogo. Participantes sugerem narrativas com “arcos” e episódios (side quests) que contextualizem os desafios e se mantenham conectados ao tema central, além de maior atenção à correspondência entre narrativa e ambientes descritos no GDD. Há ainda um apelo por pertinência sociocultural: histórias, temas e referências que reflitam a realidade do público elevam o engajamento e a significância do conteúdo. Esse ponto dialoga diretamente com o perfil da amostra, que inclui muitos educadores, e com pedidos de localização para o português, o que impacta positivamente a facilidade de uso percebida.

Há ainda um bloco de sugestões voltado a apoios visuais e referências. Pedem-se imagens ilustrativas geradas pelo próprio sistema (diagramas, wireframes, quadros de mundo), exemplos de níveis, e referências a jogos existentes ou trabalhos acadêmicos para que o leitor situe a proposta (“similar à barra de vigor de *Breath of the Wild*”). Em paralelo, solicita-se um “template/banco de imagens” para dar materialidade às atividades desplugadas. Esses recursos reduzem a carga de interpretação e melhoram a comunicação entre perfis distintos da equipe (professores, designers, programadores), reforçando a PEOU já alta observada.

Por fim, surgem recomendações de curadoria: revisar combinações de pilar–gênero para evitar redundância, garantir que estilos de jogo recorrentes (como puzzles ou grids) não apareçam de modo automático em contextos pouco adequados e oferecer exemplos “fora do óbvio”. Essa curadoria responde a críticas de superficialidade e repetição e ajuda a alinhar a promessa pedagógica com a execução lúdica. Considerando o perfil heterogêneo de participantes e os escores médios obtidos ($PU \approx 4,0$; $PEOU \approx 4,1$; $BI \approx 3,8$), as melhorias propostas atuam exatamente nos pontos onde a intenção de uso pode crescer: ligação conceitual mais direta, desafio melhor calibrado, narrativas contextualizadas e materiais de apoio que tornem a correspondência entre conteúdo e estilo de jogo imediatamente evidente.

6.6.5 Comentários gerais, críticas ou elogios

Os comentários gerais refletem um quadro coerente com os achados quantitativos: há forte reconhecimento do valor da ferramenta como “pontapé inicial” ao lado de demandas por aprofundamento, personalização e comunicação mais clara, que ajudam a explicar por que a intenção de uso permanece moderada-alta, e não maximamente alta. Muitos respondentes parabenizam a iniciativa, destacando ganho de tempo e organização do GDD, bem como a pertinência do artefato desplugado para aplicação imediata em sala. Essa apreciação converge com a preferência observada por iniciar projetos com a ferramenta em vez de “do zero” e com os escores altos de aplicabilidade didática. Ao mesmo tempo, parte do público (sobretudo perfis mais experientes ou com pipelines próprios) sinaliza que usaria o material como esboço (“one-page”) a ser retrabalhado, e não como documento de produção final, o que está em linha com a diferença entre PU/PEOU altas e BI ligeiramente inferior.

Um eixo recorrente é a expectativa de diferenciação frente a LLMs genéricas. Alguns participantes questionam o “porquê” de usar uma ferramenta especializada se um assistente generalista já gera estruturas similares; outros, ao contrário, reconhecem o valor do foco em pensamento computacional, mas pedem que esse diferencial apareça de forma mais evidente na experiência. Na ótica do TAM, essa tensão afeta a utilidade percebida: quando o benefício específico (templates pedagógicos, alinhamento pilar–estilo, materiais desplugados imprimíveis) é mais tangível que o de soluções genéricas, a PU se consolida e tende a converter melhor em intenção de uso.

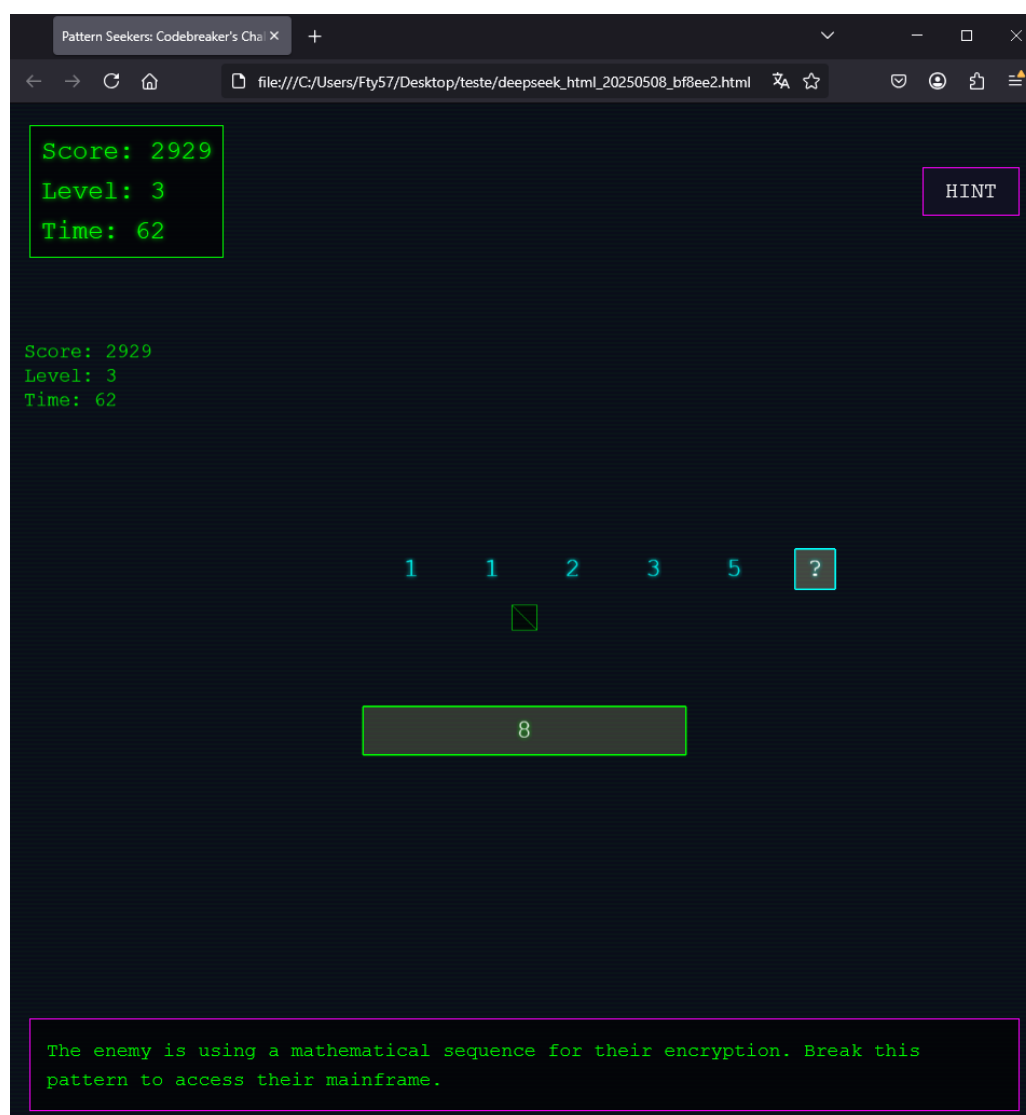
A organização e clareza textual foram elogiadas, reforçando os indicadores de facilidade de uso. Ainda assim, surgem solicitações que apontam pontos de atrito remanescentes: unificação de idioma e versão integral em português; feedback explícito durante a geração; mais parâmetros de personalização (tema, gênero, linguagem/engine, nível de dificuldade); e opções de exportação e reedição (Word/PDF, re-gerar com mesmos parâmetros). Esses elementos atuam diretamente sobre a PEOU, pois reduzem esforço operacional e cognitivo, e, por consequência, tendem a elevar a PU e a BI.

Quanto ao escopo, parte da amostra manifesta interesse em ver a ferramenta expandida para outros domínios de “jogos sérios” além do pensamento computacional, enquanto outra parcela explicita que não a usaria para entretenimento “puro”. Essa segmentação ajuda a interpretar a BI: onde há aderência de propósito (contextos educacionais, oficinas, disciplinas), a intenção de uso sobe; onde o objetivo criativo é autoral e desvinculado de metas instrucionais, a ferramenta é percebida como inspiração, não como padrão de trabalho.

Na dimensão técnica, as opiniões sobre o código explicam a maior variabilidade

da intenção de adotá-lo como base. Há elogios à organização e aos comentários, mas também relatos de dificuldade para executar o esqueleto sem uma interface mínima, assets e instruções claras, além de pedidos por suporte a outras linguagens ou um caminho “engine-agnóstico”. Diversos relatos comentam que foi possível executar o jogo sem alterações no código como mostrado na Figura 67 uma tela de um jogo gerado por um dos participantes. Para iniciantes e docentes, um protótipo jogável imediato e instruções passo a passo aumentam fortemente a utilidade prática; para desenvolvedores experientes, a adoção depende de alinhamento arquitetural com ferramentas e práticas já estabelecidas. Em ambos os casos, tornar o “salto” do GDD ao executável mais curto tende a reduzir o hiato entre PU e BI.

Figura 67 – Jogo criado por participante via código gerado a partir do GDD



Fonte: Enviado por participante da pesquisa.

Também emergem considerações de natureza pedagógica e sociocultural: a necessidade de temas e narrativas que reflitam contextos locais, de explicitar

competências/obstáculos de aprendizagem e de incorporar acessibilidade. Esses pontos reforçam que a integração conteúdo–estilo é mediada por relevância contextual; quando o professor se reconhece no material, a percepção de valor cresce e a intenção de uso acompanha.

Por fim, o tom geral é construtivo: mesmo quando críticos, os comentários reconhecem o potencial da ferramenta como aceleradora de concepção e como suporte didático. Em termos de modelo, os elogios à organização e à fluidez operacional sustentam a PEOU; as demandas por profundidade, variedade e prototipagem funcional apontam para onde investir para ampliar a PU; e a segmentação por perfis e finalidades ajuda a entender a distribuição da BI. Em resumo, os depoimentos qualitativos esclarecem por que a experiência é vista como “muito boa para começar” e indicam com precisão os ajustes capazes de transformar esse arranque em adoção recorrente em diferentes contextos de prática.

6.7 Comparação com Trabalhos Relacionados

Os resultados desta pesquisa correspondem diretamente com três frentes mapeadas no Capítulo 2: (i) o uso de GDDs em jogos para ensino de pensamento computacional (PC), (ii) as correlações entre estilos de jogo e linhas do PC e (iii) a automação (total ou parcial) de documentos e, em particular, de GDDs. Em resumo, nossos achados empíricos com 152 participantes e a própria arquitetura do Hefestos avançam o estado da arte ao combinar geração de GDD orientada a PC com artefato desplugado e código-esqueleto em um mesmo pipeline, e ao avaliá-lo sistematicamente com um instrumento baseado no TAM (PU, PEOU e BI), algo que não aparece nos estudos correlatos.

Comparando com a literatura que usa GDDs no ensino de PC, observamos convergência quanto ao papel do GDD como mediador entre objetivos pedagógicos, estilo de jogo, mecânicas e implementação. Trabalhos como [Honda et al. \(2022a\)](#), [Honda et al. \(2023\)](#), [Macena et al. \(2022\)](#), [Henriques e Mandoju \(2021\)](#) mostram que EGDDs/GDDs estruturados favorecem o alinhamento aos quatro pilares do PC e apoiam a transferência para protótipos. Os dados desta pesquisa reforçam esse quadro ao registrar elevada utilidade percebida do documento gerado e do artefato desplugado. São encontradas divergências, entretanto, no escopo e método: enquanto a maior parte desses estudos se centra em um jogo/protótipo específico e amostras pequenas, a avaliação deste trabalho abrange um gerador de documentos multi-configurável testado por um público amplo e heterogêneo, medindo simultaneamente PU, PEOU e BI. Além disso, a análise qualitativa coletada nesta pesquisa explica nuances que a literatura normalmente não detalha: a recorrência temática/estética (ex.: viés para “puzzle” e cenários futuristas) e o nível de detalhe desejado (core loop, exemplos de

fases, wireframes) foram pontos de atrito que ajudam a entender por que a intenção de uso, embora positiva, ficou abaixo dos escores de utilidade e facilidade. Esses achados complementam evidências de aceitação reportadas por [Honda et al. \(2022b\)](#), [Dutra, Maschio e Gasparini \(2023\)](#) e similares, oferecendo uma leitura mais fina sobre barreiras práticas à adoção em escala.

No eixo “estilo de jogo x pensamento computacional”, os resultados encontrados alinham-se à literatura que mapeia relações entre sequenciamento, puzzles, progressão e competências de PC. Em estudos empíricos e revisões como [Triantafyllou, Sapounidis e Farhaoui \(2024\)](#), [Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou \(2024\)](#), [Yang e Kopcha \(2025\)](#), a resolução de desafios estruturados, loops e condicionais aparecem como vias privilegiadas para exercitar algoritmos, decomposição e reconhecimento de padrões. Ao mesmo tempo, trabalhos analítico-computacionais como [Caruso, Cavalheiro e Aguiar \(2023\)](#) ampliam o repertório ao propor mapeamentos semânticos entre dezenas de estilos de jogo e dimensões do PC. Os dados encontrados qualificam essa discussão ao mostrar que, embora a predominância de “puzzles” favoreça a clareza didática (PU), a falta de variedade foi percebida como limitação para certos públicos e objetivos, impactando a BI. Assim, este trabalho contribui com evidência de uso real de um gerador que operacionaliza tais correlações, mas também com sinais claros de que ampliar o leque de estilos de jogo e ajustar a dificuldade por perfil é essencial para converter utilidade em adoção continuada, o que foi um ponto menos explorado nos mapeamentos anteriores.

Quanto à automação de documentos e, especificamente, à criação automatizada de GDDs, nossa proposta se posiciona entre a automação pedagógica “dirigida a modelos/templates” e as abordagens com LLMs de uso geral. Há paralelos com ferramentas que compilam entradas estruturadas em um GDD exportável sem IA, como em [Tap et al. \(2021\)](#), e com pipelines multiagentes que prometem manter/gerar GDDs e encadear etapas de produção, como o Piniverse [Kwan \(2023\)](#). Em relação às experiências “human-in-the-loop” de redação assistida por IA para trechos do GDD [Mastrocola \(2025\)](#) ou de apoio pontual ao design (personagens, artes, diálogos) [Long et al. \(2024\)](#), [Herold \(2024\)](#), o Hefestos se distingue por integrar, em um único fluxo, três saídas coerentes entre si (GDD, artefato desplugado e código-esqueleto) focadas em PC e, sobretudo, por submetê-las a uma avaliação sistemática de percepção e intenção de uso em larga escala. Do ponto de vista metodológico, esta pesquisa também se diferencia de sistemas de geração documental genérica baseada em *templates* (com ou sem IA) ao ancorar o *template* no domínio pedagógico de PC e ao medir seus efeitos sobre PU/PEOU/BI com dados de usuários finais, não apenas especialistas. A Tabela 18 aponta de forma resumida as principais diferenças e convergências com os principais trabalhos relacionados.

Tabela 18 – Comparação entre este trabalho e estudos relacionados

Trabalho	Escopo	Auto. GDD	Saídas além do GDD	Avaliação empírica	Nota comparativa (frente a este trabalho)
Este trabalho (GGD2PC / Hefestos Game Lab)	Gerador multi-configurável focado em PC	Sim	Artefato desplugado; código JS (esqueleto)	Sim; $N=152$; TAM (PU, PEOU, BI) + qualitativa	Pipeline unificado (GDD + desplugado + código) e avaliação de larga escala; lacunas observadas: variedade de estilos de jogo/ temas, detalhamento (core loop/ wireframes), idioma, calibragem de dificuldade.
Kwan (2023)	Pipeline multiagente genérico	Sim	Planejamento, esqueleto de código, depuração	Prova de conceito; sem usuários	Automação forte do fluxo (inclui GDD Worker); sem foco educacional/ PC nem avaliação tipo TAM.
Tap et al. (2021)	Ferramenta educacional de ideação	Sim (com-pila-ção)	Export de GDD (doc/ pdf)	Sim; alunos + especialistas; Kappa 0,94	Automação documental sem IA/ PC; não integra artefato desplugado/ código.
Mastrocola (2025)	Estudo de caso (GDD assistido por IA)	Parcial	Concept art; trechos do GDD	Estudo de caso (sem N amplo)	Human-in-the-loop; sem artefato desplugado/ código atrelados; sem avaliação quantitativa em larga escala.
Honda et al. (2023)	Jogo específico (AFD) com EGDD	Não	Protótipos; MEEGA+	Sim; N pequeno; MEEGA+	Integra 4 pilares de PC em um título; sem gerador/escala nem pipeline triplo.
Honda et al. (2022a)	Sequência didática (grafos) com EGDD	Não	Protótipo; sequência didática	Sim; docentes/-discentes; qualitativa	Conteúdo profundo; escopo restrito a um caso; sem automação documental.
Macena et al. (2022)	Jogo para iniciantes (EGDD)	Não	Protótipo; atividades	Sim; $N=15$; SAM, MEEGA+	Quatro pilares explícitos; não é gerador; sem artefato desplugado/código atrelados.

Trabalho	Escopo	Auto. GDD	Saídas além do GDD	Avaliação empírica	Nota comparativa (frente a este trabalho)
Henriques e Mandoju (2021)	Crianças/adolescentes; LUDES-GD	Não	Protótipo jogável	Sim; $N=27$; MEEGA+	Metodologia sólida; sem automação de GDD nem pipeline integrado.
Caruso, Cavalheiro e Aguiar (2023)	Mapeamento mecânicas e PC (LM–GM, BERT)	Não	Tabela de correspondências	Sim; validação por especialistas	Base conceitual útil para variar mecânicas no Hefestos; não aborda geração/avaliação com usuários.
Triantafyllou, Sapounidis e Farhaoui (2024)	Revisão sistemática (gamificação & PC)	Não	Síntese de evidências	Não (revisão)	Confirma alinhamentos entre elementos de jogo e PC; sem pipeline/geração de documentos.
Triantafyllou, Sapounidis e Oikonomou (2024)	Atividades desplugadas gamificadas	Não	Propostas & avaliação	Sim; métricas de tarefa	Mostra engajamento sem computador; não gera GDD nem código.

Dessa comparação emergem as contribuições originais desta pesquisa. Primeiro, aportamos evidência empírica de grande escala, baseada em TAM, sobre um gerador de GDDs orientado a pensamento computacional, uma lacuna nos trabalhos que, em geral, não reportam PU/PEOU/BI nem amostras amplas. Segundo, apresentamos um pipeline unificado que conecta documento de design, atividade desplugada e código de arranque, permitindo ao docente deslocar-se do plano conceitual para a prática com menor atrito; na literatura, os artefatos costumam aparecer dissociados, ou focados em um único jogo/protótipo. Terceiro, produzimos uma leitura sistemática das críticas abertas e as correlacionamos com os escores de PU/PEOU/BI dando um arcabouço explicativo que ajuda a direcionar evoluções de ferramenta e que complementa mapeamentos conceituais como [Caruso, Cavalheiro e Aguiar \(2023\)](#). Por fim, ao evidenciar onde a automação agrega valor (estrutura, aceleração, ponto de partida) e onde ainda exige curadoria humana (profundidade, contexto sociopedagógico, diversidade estética e estilos de jogo), avançamos o debate sobre o papel de GDDs gerados/assistidos por IA no ecossistema de jogos educacionais, oferecendo insumos práticos para fechar o hiato entre potencial percebido e intenção efetiva de uso.

6.8 Discussão Final dos Resultados

A discussão integra os achados quantitativos do TAM, as análises qualitativas das respostas abertas e da revisão de especialistas e as evidências produzidas ao longo do pipeline proposto que conecta GDD2PC, *templates* por estilo de jogo e o artefato Hefesto com GDD, código e versão desplugada. O conjunto dos resultados sustenta três afirmações centrais. Primeiro, um *template* compacto e orientado pedagogicamente é suficiente para iniciar, orientar e comunicar o design de jogos educacionais voltados ao pensamento computacional. Segundo, transformar o mapeamento entre estilos de jogo e pilares em *templates* reutilizáveis reduz ambiguidades e aproxima a autoria da prototipagem e da aplicação em sala. Terceiro, um fluxo de geração apoiado por modelos de linguagem é tecnicamente viável e economicamente administrável quando acompanhado de curadoria e salvaguardas de usabilidade.

Os indicadores do TAM com amostra de 152 respondentes apresentaram consistência interna elevada, com alfa total de 0,974 e médias de PEOU 4,1, PU 4,0 e BI 3,8. A leitura conjunta confirma a dinâmica prevista pelo modelo. A facilidade percebida favorece a entrada no processo por meio de clareza estrutural do GDD, linguagem adequada, navegação e organização das seções. Esse menor esforço de uso se converte em utilidade percebida ao servir de ponte entre objetivos de aprendizagem e decisões de design e ao facilitar a passagem do documento para o protótipo e para a atividade desplugada. A utilidade elevada sustenta intenção de uso moderada e alta. As respostas abertas ajudam a explicar o pequeno hiato entre PEOU e PU em relação a BI. A ferramenta é vista como muito eficaz para começar, equivalendo a um GDD de uma página bem estruturado, porém a adoção recorrente depende de maior profundidade documental com core loop, exemplos de fases, wireframes e critérios de avaliação, de maior variação temática e mecânica, de localização integral em português e de coautoria guiada com edição e refino durante a geração. A intenção de uso do código foi a mais heterogênea, o que reflete preferências técnicas e a necessidade de empacotamento que permita executar de imediato. Em contraste, o artefato desplugado foi percebido como pronto para aplicação, o que reforça o foco pedagógico do pipeline.

A validade prática do fluxo ficou visível no uso efetivo do sistema com 548 GDDs, 212 códigos e 216 materiais desplugados gerados pelos participantes. A escolha do modelo deepseek-reasoner privilegiou equilíbrio entre custo e qualidade mesmo diante de latência maior, com ganhos de aderência ao *template* e consistência terminológica. Esse quadro é compatível com um processo com revisão humana, no qual confiabilidade estrutural supera a busca por velocidade marginal. As evidências também apontam oportunidades de mitigação operacional com uso de streaming de saída, geração por seções, cache de prompts e opção de reserva para janelas de contexto maiores, bem como a necessidade de localização para reduzir alucinações e

fricções de leitura em português.

As contribuições científicas e tecnológicas podem ser sintetizadas em quatro frentes integradas. O GDD2PC consolida práticas de EGDD e de frameworks como LUDS GD em um documento breve com rastreabilidade explícita entre objetivos, estilos de jogo, mecânicas, pilares e evidências, validado por especialistas e pela rubrica apresentada na [Tabela 13](#). O mapeamento entre estilos de jogo e pilares foi operacionalizado em *templates* por estilo de jogo na [Tabela 16](#), o que reduz a ambiguidade de autoria e favorece a avaliação formativa. O pipeline unificado entrega GDD, código de arranque e material desplugado de modo coerente, algo pouco reportado em combinação. A avaliação em larga escala oferece base empírica rara na área ao juntar medidas de PEOU, PU e BI com análise qualitativa densa.

As limitações e ameaças à validade orientam leituras cautelosas e próximos passos. O perfil da amostra tem predominância de participantes de comunidades indie e acadêmicas com forte experiência em jogos educacionais, o que pode limitar a generalização para grandes estúdios ou contextos estritamente comerciais. O estudo mediu aceitação e percepção de alinhamento pedagógico e não mediu ganhos de aprendizagem de estudantes em sala, o que demanda investigações próprias. A geração majoritária em inglês com tradução parcial e a tendência a padrões como puzzles e temas futuristas afetam a percepção de pertinência e de variedade. O código de arranque apresentou intenção de uso variada, influenciada por preferências de ferramentas e arquiteturas e pelo empacotamento sem assets e sem execução imediata.

As implicações para a prática sugerem adoção do GDD2PC como documento de arranque e artefato de comunicação entre papéis, uso dos *templates* por estilo de jogo para planejar progressões e evidências, preferência pelo material desplugado quando existirem restrições de infraestrutura e empacotamento do código com instruções claras e protótipo mínimo executável para reduzir barreiras iniciais.

Os próximos passos de pesquisa e desenvolvimento emergem diretamente das evidências. É recomendável aprofundar o documento com core loop, exemplos de níveis e telas, além de listas de verificação de acessibilidade e de requisitos não funcionais mais completas. A coautoria deve ser fortalecida com refino iterativo dentro do próprio documento, campos guiados, edição antes da exportação e transparência dos prompts utilizados. A variação de estilos de jogo e temas precisa crescer com controles de dificuldade por perfil e com vínculo mais direto entre pilar e conteúdo, como pathfinding, complexidade algorítmica e estruturas de dados. A localização plena em português, com glossário e dicas contextuais, tende a ampliar compreensão e adesão. O código deve chegar com execução imediata, README passo a passo, alternativas de linguagem e trilhas de evolução arquitetural. Estudos em sala com delineamentos

quase experimentais, com medição pré e pós-teste, poderão verificar impacto em aprendizagem.

O conjunto das evidências indica que os objetivos da pesquisa foram alcançados. O *template* pedagógico foi estabelecido, o mapeamento conceitual ganhou forma operacional em *templates* por estilo de jogo, o pipeline automatizado entregou três saídas coerentes e houve aceitação elevada medida em escala. As limitações identificadas não anulam o resultado e funcionam como roteiro de evolução. Com os aprimoramentos propostos, a ferramenta tende a migrar de excelente ponto de partida para padrão de trabalho em diferentes contextos e perfis. O capítulo de conclusões retoma essas contribuições, discute o impacto potencial e apresenta um plano de continuidade.

7 Conclusão

O desenvolvimento de jogos educacionais orientados ao Pensamento Computacional exige a articulação rigorosa entre objetivos pedagógicos, estilos de jogo e critérios de avaliabilidade. Trata-se de equilibrar intencionalidade didática com escolhas de design que sustentem a aprendizagem e permitam acompanhamento e verificação dos resultados.

Esta tese apresentou uma resposta integrada a esse desafio por meio do modelo GDD2PC, que organiza a relação entre os pilares do Pensamento Computacional e famílias de estilos de jogo. A partir desse modelo foi construído um *template* operacional de GDD e ambos foram materializados no artefato Hefesto Game Lab, concebido para apoiar a autoria docente e promover padronização sem perder flexibilidade.

A avaliação seguiu a abordagem de Design Science Research e utilizou um instrumento baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia. Os resultados apontaram níveis elevados de utilidade percebida e facilidade de uso, acompanhados de intenção de uso em patamar moderado-alto. A confiabilidade do instrumento mostrou-se elevada, conferindo robustez às conclusões sobre aceitação.

Em conjunto, as evidências indicam que o arranjo proposto reduz ambiguidades na autoria, acelera ciclos de iteração e fortalece o alinhamento entre os pilares do Pensamento Computacional e as decisões de design. Com isso, contribui para uma prática docente mais eficiente e replicável, e sinaliza potencial de adoção em diferentes contextos educacionais.

7.1 Contribuições

Finalmente, as principais contribuições desenvolvidas nesta tese são:

1. **Modelo GDD2PC:** formalização da correlação entre pilares do PC (abstração, pensamento algorítmico, decomposição e reconhecimento de padrões) e famílias de estilos de jogo, servindo de base conceitual para decisões de design;
2. **Template operacional de GDD:** derivação de um *one-page GDD* com seções, critérios de alinhamento pedagógico e indicadores de avaliabilidade, orientado a evidências e reutilização;
3. **Hefesto Game Lab:** implementação do artefato que materializa o *template*, apoia a autoria docente e gera artefatos associados (por exemplo, esqueleto de documentação e recursos complementares quando aplicável);

4. **Instrumento de avaliação:** construção e validação de questionário baseado no TAM, complementado por alinhamento pedagógico e reutilização/aplicabilidade, com confiabilidade elevada (alfa de Cronbach alto) e resultados sintéticos de aceitação (PU e PEOU altos; BI moderada-alta);
5. **Síntese do estado da arte:** mapeamento e análise de trabalhos sobre GDDs, jogos educacionais e automação baseada em *templates*/IA, evidenciando lacunas que o modelo e o artefato abordam;
6. **Protocolo replicável:** documentação do processo (requisitos, modelo, *template*, implementação e avaliação) para favorecer adoção, auditoria e evolução do arranjo proposto em diferentes contextos educacionais.

7.2 Trabalhos Futuros

Apesar dos avanços demonstrados, há oportunidades relevantes de evolução:

1. **Aprendizagem e impacto:** conduzir estudos de sala de aula com medidas de ganhos de aprendizagem (pré-pós-teste), retenção e transferência, comparando o Hefesto a práticas-base (linha de base);
2. **Extensões do TAM:** incorporar determinantes do TAM2/TAM3 (norma subjetiva, imagem, relevância para o trabalho, qualidade da saída, autoeficácia, ansiedade, prazer percebido) e modelos estruturais para explicar variação em intenção de uso;
3. **Integração com ecossistemas:** integrar o artefato a LMS (Moodle/Canvas), repositórios e ferramentas de autoria, habilitando telemetria de uso e painéis de *analytics* para *feedback* formativo;
4. **Ampliação de *templates*:** expandir o catálogo para novos estilos, mecânicas e modalidades (digitais, híbridas e desplugadas), incluindo rubricas de avaliação alinhadas a currículos;
5. **IA com salvaguardas:** investigar integração com LLMs sob diretrizes de explicabilidade, checagem curricular e *guardrails* pedagógicos, incluindo RAG com bases curriculares e verificação de consistência;
6. **Acessibilidade e inclusão:** incorporar diretrizes de Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), multilíngue e adaptações culturais, avaliando usabilidade objetiva em diferentes perfis de docentes;

7. **Validação externa:** realizar estudos multicêntricos e longitudinais com amostras maiores e estratificadas (experiência docente, níveis de ensino, áreas), avaliando adoção e custo-benefício (tempo de autoria, qualidade do GDD);
8. **Ecosistema de *plugins*:** disponibilizar APIs e pontos de extensão para que a comunidade crie módulos, novos *templates* e conectores com outras ferramentas de design e avaliação.
9. **Localização e Tradução:** trabalhar com a tradução do artefato para português e criar opções de utilização de LLMs nativas em português.

7.3 Repositório do Hefesto Game Lab

O código-fonte do *Hefesto Game Lab* encontra-se disponível em repositório público no GitHub: <https://github.com/allankassio/hefesto>.

Os dados tabulados utilizados/gerados neste trabalho (planilhas e arquivos agregados) estão organizados no próprio repositório, juntamente com instruções de reprodução.

7.4 Produções Científicas

A Tabela 19 apresenta os artigos diretamente relacionados ao escopo da pesquisa, que foram publicados paralelamente a este trabalho. Além disso, a Tabela 20 lista os artigos científicos publicados e submetidos em contextos interdisciplinares a esta pesquisa, desde o início do doutorado.

Tabela 19 – Produções científicas em relação a esta pesquisa

Artigo	Tipo	Qualis	Status
Individualized Recommender Systems for Teaching: A Systematic Literature Mapping Em: Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade Ano: 2024.	Periódico	A4	Publicado
Proposal for a Game Design Document model for creating educational games to teach computational thinking Em: SBIE Ano: 2023.	Simpósio	A3	Publicado
Utilização da plataforma beecrowd de maratona de programação como estratégia para o ensino de algoritmos Em: SBGames Ano: 2022.	Simpósio	A4	Publicado
Heurísticas de Nielsen adaptadas a partir da modelagem de interação para a avaliação de regras de jogos de tabuleiro Em: SBGames Ano: 2021.	Simpósio	A4	Publicado

Tabela 20 – Produções científicas em contextos interdisciplinares a esta pesquisa

Artigo	Tipo	Qualis	Status
Desenvolvimento de um AVA apoiado em Gamificação e Storytelling para o Ensino de Computação na Educação Básica via Design Science Research Em: SBGames Ano: 2025.	Simpósio	A4	Publicado
Fake News Detection Using Decision Tree, Support Vector Machine And K-Nearest Neighbors Algorithms Em: SAS & Tec CEST Ano: 2024.	Periódico	C	Publicado
Classification of feelings expressed in texts on social networks through natural language processing techniques Em: SAS & Tec CEST Ano: 2024.	Periódico	C	Publicado
Aplicação de jogos educativos baseados em realidade aumentada como estratégia de auxílio na alfabetização de crianças com síndrome de down Em: SBIE Ano: 2023.	Simpósio	A3	Publicado
Summarization of Educational Videos with Transformers Networks Em: Webmidia Ano: 2023.	Simpósio	A4	Publicado
Análise de recursos de acessibilidade em jogos digitais de cartas colecionáveis para deficientes visuais Em: XV Encontro Científico UNDB Ano: 2023.	Simpósio	C	Publicado
BOARDML: uma linguagem de marcação para jogos de tabuleiro Em: XV Encontro Científico UNDB Ano: 2023.	Simpósio	C	Publicado
Classification of WWII tanks and vehicles images from convolutional neural networks Em: Revista de Estudos Multidisciplinares UNDB Ano: 2023.	Periódico	C	Publicado
Foresight scenarios and influencing factors in a smart classroom implementation Em: Revista de Estudos Multidisciplinares UNDB Ano: 2023.	Periódico	C	Publicado
Resolvendo sudokus generalizados através de algoritmos de backtracking e de dancing links Em: Revista de Estudos Multidisciplinares UNDB Ano: 2023.	Periódico	C	Publicado
Proposta de metodologia ágil-gamificado: aplicando lógica de rpg com uso de metodologias ágeis para pequenos times Em: Revista de Estudos Multidisciplinares UNDB Ano: 2023.	Periódico	C	Publicado
O uso da gamificação como auxílio na prevenção de ISTs: um protótipo de aplicativo como ferramenta de aprendizagem na educação sexual do adolescente Em: Revista de Estudos Multidisciplinares UNDB Ano: 2022.	Periódico	C	Publicado
Análise da possível influência do processo imersivo em videogames a nível de persona e sombra na relação jogador-jogo. Em: SBGames Ano: 2021.	Simpósio	A4	Publicado

Referências

- ABBASI, A. Z.; REHMAN, U.; FAYYAZ, M. S.; TING, D. H.; SHAH, M. U.; FATIMA, R. Using the playful consumption experience model to uncover behavioral intention to play multiplayer online battle arena (moba) games. **Data Technologies and Applications**, Emerald Publishing Limited, v. 56, n. 2, p. 223–246, 2022. Citado na página 62.
- ACHACHLOUEI, M. A.; PATIL, O.; JOSHI, T.; NAIR, V. N. Document automation architectures and technologies: A survey. **arXiv preprint arXiv:2109.11603**, 2021. Citado na página 103.
- ADAM, M. T.; GREGOR, S.; HEVNER, A.; MORANA, S. Design science research modes in human-computer interaction projects. **AIS Transactions on Human-Computer Interaction**, v. 13, n. 1, p. 1–11, 2021. Citado na página 97.
- ADAMS, D. A.; NELSON, R. R.; TODD, P. A. Perceived usefulness, ease of use, and usage of information technology: A replication. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 227–247, 1992. Citado na página 117.
- ADAMS, E. **Fundamentals of Game Design**. Pearson Education, 2010. (New Riders Games). ISBN 9780132104753. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=-BCrex2U1XMC>>. Citado na página 70.
- AHMAD, M. O.; LIUKKUNEN, K. Enhancement of experiential learning in software factory project-based course. **Balancing the Tension between Digital Technologies and Learning Sciences**, Springer, p. 217–233, 2021. Citado na página 80.
- AIN, N.; VAIA, G.; DELONE, W. H.; WAHEED, M. Two decades of research on business intelligence system adoption, utilization and success—a systematic literature review. **Decision Support Systems**, Elsevier, v. 125, p. 113113, 2019. Citado na página 117.
- AJZEN, I.; FISHBEIN, M. et al. Theory of reasoned action-theory of planned behavior. **University of South Florida**, v. 2007, p. 67–98, 1988. Citado 2 vezes nas páginas 112 e 113.
- AL-GAHTANI, S. S. Empirical investigation of e-learning acceptance and assimilation: A structural equation model. **Applied Computing and Informatics**, Elsevier, v. 12, n. 1, p. 27–50, 2016. Citado na página 117.
- AL-MAMARY, Y. H.; ALFALAH, A. A.; ALSHAMMARI, M. M.; ABUBAKAR, A. A. Exploring factors influencing university students' intentions to use chatgpt: analysing task-technology fit theory to enhance behavioural intentions in higher education. **Future Business Journal**, Springer, v. 10, n. 1, p. 119, 2024. Citado na página 114.
- ALBAYATI, H. Investigating undergraduate students' perceptions and awareness of using chatgpt as a regular assistance tool: A user acceptance perspective study. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, Elsevier, v. 6, p. 100203, 2024. Citado na página 115.

ALEEM, S.; CAPRETZ, L. F.; AHMED, F. Game development software engineering process life cycle: a systematic review. **Journal of Software Engineering Research and Development**, Springer, v. 4, p. 1–30, 2016. Citado na página 59.

ALI, N.; TAJUDDIN, S.; BRAMANTORO, A. Classification of Game Mechanics: A Brief Review. In: THIRUCHELVAM, V.; ALFRED, R.; ISMAIL, Z. I. B. A.; HAVILUDDIN, H.; BAHARUM, A. (Ed.). **Proceedings of the 4th International Conference on Advances in Computational Science and Engineering**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. p. 313–329. ISBN 978-981-97-2977-7. Citado 4 vezes nas páginas 35, 37, 38 e 39.

ALMEIDA, M. E. de. Currículo e cultura digital: entre desafios, hibridismos e tensões. **REVISTA INTERSABERES**, v. 20, n. Especial, p. e25doe07–e25doe07, 2025. Citado na página 85.

ALMEIDA, M. H. de; SILVA, P. F. da; CECHIN, M. R.; AIRES, J. P. A gamificação na educação básica: uma revisão sistemática de literatura. In: **Anais do VI CIECITEC - Congresso Internacional de Educação, Ciência e Tecnologia**. URI - Santo Ângelo, RS, Brasil: [s.n.], 2024. p. 1–9. Disponível em: <<https://san.uri.br/sites/anais/ciecitec/2024/resumos/6089.pdf>>. Citado na página 81.

ALNUAIM, A. The impact and acceptance of gamification by learners in a digital literacy course at the undergraduate level: Randomized controlled trial. **JMIR Serious Games**, JMIR Publications Toronto, Canada, v. 12, p. e52017, 2024. Citado na página 114.

ALQUDAH, A. A.; AL-EMRAN, M.; SHAALAN, K. Technology acceptance in healthcare: a systematic review. **Applied Sciences**, MDPI, v. 11, n. 22, p. 10537, 2021. Citado na página 117.

ALSMADI, A. A.; AALRAWASHDEH, N.; AL-GASAYMEH, A.; AL_HAZIMEH, A. M.; ALHAWAMDEH, L. Adoption of islamic fintech in lending services through prediction of behavioural intention. **Kybernetes**, Emerald Publishing Limited, v. 53, n. 6, p. 1921–1938, 2023. Citado na página 118.

ALTOMARI, L.; ALTOMARI, N.; IAZZOLINO, G. et al. Gamification and soft skills assessment in the development of a serious game: design and feasibility pilot study. **JMIR serious games**, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 11, n. 1, p. e45436, 2023. Citado na página 79.

ALVES, C.; MACENA, J.; MELO, R.; PIRES, F.; PESSOA, M. Ludificação de sequência didática sobre encontros vocálicos usando os quatro pilares do pensamento computacional, por meio de jogos educacionais. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)**. [S.l.], 2024. p. 991–1002. Citado 3 vezes nas páginas 30, 32 e 124.

ALVES, E. J. dos S.; TEIXEIRA, D. C. da S.; JUNIOR, M. G. da S.; ARAÚJO, D. A. S. de; NIPO, D. T.; RODRIGUES, R. L. Desenvolvimento de jogos para ensino do pensamento computacional: Uma abordagem baseada em projetos. **RENOTE**, v. 22, n. 3, p. 334–343, 2024. Citado na página 92.

ALWAZAE, M. **Template-driven Documentation of Best Practices**. Tese (Doutorado) — Department of Computer and Systems Sciences, Stockholm University, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 103.

- AMARA, B. B.; SALLAMI, H. M.; SAID, L. B. The principal characteristics of a serious game to ensure its effective design. In: **Proceedings of DiGRA 2022 Conference: Bringing Worlds Together**. [S.l.: s.n.], 2022. Citado na página 80.
- AMARA, B. B.; SELLAMI, H. M.; SAID, L. B. An approach for serious game design and development based on iterative evaluation. **Journal of Software: Evolution and Process**, Wiley Online Library, v. 36, n. 10, p. e2680, 2024. Citado 2 vezes nas páginas 60 e 80.
- AMARA, B. B.; SELLAMI, H. M.; SAID, L. B. An approach for serious game design and development based on iterative evaluation. **Journal of Software: Evolution and Process**, 2024. Early View, published online in 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/smr.2680>>. Citado na página 80.
- AMIR-BEHGHADAMI, M.; JANATI, A. Population, intervention, comparison, outcomes and study (picos) design as a framework to formulate eligibility criteria in systematic reviews. **Emergency Medicine Journal**, BMJ Publishing Group Ltd and the British Association for Accident . . . , 2020. Citado na página 25.
- AMJAD, K.; ISHAQ, K.; NAWAZ, N. A.; ROSDI, F.; DOGAR, A. B.; KHAN, F. A. Unlocking cybersecurity: A game-changing framework for training and awareness—a systematic review. **Human Behavior and Emerging Technologies**, Wiley Online Library, v. 2025, n. 1, p. 9982666, 2025. Citado na página 65.
- ANDERSON, T.; WHITELOCK, D. The educational semantic web: Visioning and practicing the future of education. **Journal of interactive Media in Education**, 2004. Citado na página 103.
- ANDUIZA, G. B.; ABAITUA, J.; DÍAZ, J. An xml/rst-based approach to multilingual document generation for the web. **Procesamiento del lenguaje natural**, v. 29, 2002. Citado na página 104.
- ANGGRAENY, R. D.; BAIHAQI, I. Analysis of e-marketplace use in east java's msme using the technology acceptance model approach. **KnE Social Sciences**, p. 707–727, 2021. Citado na página 118.
- ANNANPERÄ, E.; YLI-KANTOLA, J.; SAUVOLA, T.; HEINONEN, S.; SIIRA, E. Testing methods for mobile game development a case study on user feedback in different development phases. In: IEEE. **2018 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)**. [S.l.], 2018. p. 1–8. Citado na página 111.
- ANZAI, Y. **Pattern recognition and machine learning**. [S.l.]: Elsevier, 2012. Citado na página 88.
- ARAUJO, C. de M. Um manifesto a favor da mídia-educação nas escolas. **Educação Online**, v. 15, n. 34, p. 1–7, 2020. Citado na página 86.
- ARAUJO, C. S. D.; SALGADO, A. C. B. Game analytics platform to assist in the game design process. In: IEEE. **2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**. [S.l.], 2022. p. 1–4. Citado 2 vezes nas páginas 48 e 53.

- ARAÚJO, T.; CASAIS, B. Customer acceptance of shopping-assistant chatbots. In: **Marketing and smart technologies: Proceedings of ICMaTech 2019**. [S.l.]: Springer, 2019. p. 278–287. Citado na página 117.
- ARAÚJO, T. de S.; FILHO, M. R.; PINTO, J. N. A.; ROCHA, N. F.; MACHADO, R. R.; COSTA, P. F. da. Design e avaliação de um jogo sério voltado para reabilitação de membros superiores e inferiores. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 11, p. 14398–14421, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 106 e 111.
- ARBIB, M. A. From grasp to language: Embodied concepts and the challenge of abstraction. **Journal of Physiology-Paris**, Elsevier, v. 102, n. 1-3, p. 4–20, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 89 e 135.
- AREVALO, M.; ROMERO, V.; SANCHEZ-ZHUNIO, C.; PRADO-CABRERA, D.; CEDILLO, P. Towards the evaluation of the usability and portability of serious games. In: IEEE. **2021 IEEE 9th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)**. [S.l.], 2021. p. 1–8. Citado na página 80.
- ARIYA, P.; PURITAT, K.; INTAWONG, K. Knowledge expert co-creation-based conceptual framework for educational game. In: IEEE. **2019 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT-NCON)**. [S.l.], 2019. p. 184–187. Citado na página 106.
- AROOJ, S.; ZULFIQAR, S.; HUNAIN, M. Q.; SHAHID, S.; KARIM, A. Web-alap: A web-based latex editor for blind individuals. In: **Proceedings of the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–6. Citado na página 104.
- ARROYO, Y.; MOLINA, A. I.; REDONDO, M. A.; GALLARDO, J. Learn-ciam: A model-driven approach for the development of collaborative learning tools. **Applied Sciences**, MDPI, v. 11, n. 6, p. 2554, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 45.
- ASADZADEH, A.; SHAHROKHI, H.; SHALCHI, B.; KHAMNIAN, Z.; REZAEI-HACHESU, P. Serious educational games for children: A comprehensive framework. **Heliyon**, Elsevier, v. 10, n. 6, 2024. Citado na página 62.
- ATSMA, A. J. **HEPHAESTUS (Hephaistos) — Greek God of Smiths & Metalworking (Roman Vulcan)**. 2019. Disponível em: <<https://www.theoi.com/Olympios/Hephaistos.html>>. Citado 2 vezes nas páginas 139 e 140.
- BABY, B.; SRIVASTAV, V.; SINGH, R.; SURI, A.; BANERJEE, S. Serious games: An overview of the game designing factors and their application in surgical skills training. In: IEEE. **2016 3rd International conference on computing for sustainable global development (INDIACom)**. [S.l.], 2016. p. 2564–2569. Citado na página 78.
- BAGESTAN, D. B.; MARIANI, M.; SCHNEIDER, C. E. Computação e eu: Uma abordagem prática de pensamento computacional no ensino fundamental. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB)**. [S.l.], 2025. p. 1–6. Citado na página 92.

BALMER, V.; KUHN, S. V.; BISCHOF, R.; SALAMANCA, L.; KAUFMANN, W.; PEREZ-CRUZ, F.; KRAUS, M. A. Design space exploration and explanation via conditional variational autoencoders in meta-model-based conceptual design of pedestrian bridges. **Automation in Construction**, Elsevier, v. 163, p. 105411, 2024. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 45.

BANDURA, A. Self-efficacy mechanism in human agency. **American psychologist**, American Psychological Association, v. 37, n. 2, p. 122, 1982. Citado 2 vezes nas páginas 113 e 116.

BANIHASHIEM, S. K.; DEHGHANZADEH, H.; CLARK, D.; NOROOZI, O.; BIEMANS, H. J. Learning analytics for online game-based learning: A systematic literature review. **Behaviour & Information Technology**, Taylor & Francis, v. 43, n. 12, p. 2689–2716, 2024. Citado na página 64.

BARROS, Z. dos S.; ISSEMGUELE, M. C. Abordagem de conteúdos relacionados à história e à cultura afro-brasileiras e africanas no ensino de sociologia por meio da gamificação. **Educação Por Escrito**, v. 15, n. 1, p. e45361–e45361, 2024. Citado na página 82.

BASU, J. K.; BHATTACHARYYA, D.; KIM, T.-h. Use of artificial neural network in pattern recognition. **International journal of software engineering and its applications**, v. 4, n. 2, 2010. Citado na página 88.

BELL, T.; ARPACI-DUSSEAU, A.; WITTEN, I.; FELLOWS, M. **Computer Science Unplugged: understanding computing through games and puzzles**. [S.l.]: HUST Press, Wuhan, 2010. Citado na página 92.

BELLOTTI, F.; BERTA, R.; GLORIA, A. D. Designing effective serious games: opportunities and challenges for research. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)**, International Journal of Emerging Technology in Learning, v. 5, n. 2010, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 61 e 63.

BENBASAT, I.; BARKI, H. Quo vadis tam? **Journal of the association for information systems**, v. 8, n. 4, p. 7, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 120 e 121.

BENBASAT, I.; DEXTER, A. S.; TODD, P. An experimental program investigating color-enhanced and graphical information presentation: an integration of the findings. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 29, n. 11, p. 1094–1105, 1986. Citado na página 112.

BESELGA, D. F. P. **Aplicação do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) em SAP Fiori**. Dissertação (Mestrado) — ISCTE-Instituto Universitario de Lisboa (Portugal), 2018. Citado na página 112.

BLICK, A. M. Applying a playcentric design process to creating a first-year experience course. In: **Practices and implementation of gamification in higher education**. [S.l.]: IGI Global, 2024. p. 50–70. Citado na página 58.

BLOKDYK, G. **Document Engineering a Complete Guide - 2020 Edition**. Emereo Pty Limited, 2020. ISBN 9781867411017. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=3LZ8zQEACAAJ>>. Citado na página 102.

BOND, J. **Introduction to Game Design, Prototyping, and Development: From Concept to Playable Game with Unity and C#**. Pearson Education, 2014. (Game Design). ISBN 9780133439625. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=40T1AwAAQBAJ>>. Citado 2 vezes nas páginas 62 e 69.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **The Unified Modeling Language User Guide**. Addison-Wesley, 1999. (Addison-Wesley object technology series). ISBN 9780201571684. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=caVQAAAAMAAJ>>. Citado na página 89.

BOSTOCK, M.; OGIEVETSKY, V.; HEER, J. D³ data-driven documents. **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, IEEE, v. 17, n. 12, p. 2301–2309, 2011. Citado na página 104.

BOURSCHEID, D. P.; STEIL, A. V.; PAIXÃO, E. d. S. Crunch on video game production: practices to avoid for healthier workplaces in game development. In: **Proceedings of the 20th International Conference on the Foundations of Digital Games**. [S.l.: s.n.], 2025. p. 1–5. Citado na página 66.

BOWMAN, N. D.; KEENE, J.; NAJERA, C. J. Flow encourages task focus, but frustration drives task switching: How reward and effort combine to influence player engagement in a simple video game. In: **Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1–8. Citado na página 62.

BRACKMANN, C. **DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL ATRAVÉS DE ATIVIDADES DESPLUGADAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**. Tese (Doutorado) — UFRGS, 08 2017. Citado 5 vezes nas páginas 87, 88, 89, 90 e 94.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. Tese (Tese de Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil, 2017. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/172208>>. Citado 2 vezes nas páginas 83 e 94.

BRESSLER, M.; MERK, J.; GOHLKE, T.; KAYALI, F.; DAIGELER, A.; KOLBENSCHLAG, J.; PRAHM, C. A virtual reality serious game for the rehabilitation of hand and finger function: Iterative development and suitability study. **JMIR Serious Games**, JMIR Publications Toronto, Canada, v. 12, p. e54193, 2024. Citado na página 80.

BRITO, C. P. L. **Avaliando os Jogos Sérios *Tower of Hanoi* e *Dangerous Crossing* aplicados no ensino de pensamento computacional**. São Luís, MA, Brasil, 2023. Orientador: Prof. Dr. Carlos de Salles Soares Neto. Aprovado em 31 de julho de 2023. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/123456789/6925>>. Citado na página 81.

BROWN, D. R. **Exploring Teachers' Perceptions of the Impact of Digital Game-Based Learning on Student Engagement, Motivation, and Learning Outcomes in K-12 Social Studies**. Dissertação (Master of Education Thesis) — Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, USA, August 2024. Citado na página 80.

BROWN, S. A.; VENKATESH, V. Model of adoption of technology in households: A baseline model test and extension incorporating household life cycle. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 399–426, 2005. Citado na página 121.

BUCKINGHAM, D. **Manifesto pela educação midiática**. [S.l.]: Edições Sesc SP, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 85 e 86.

BUNT, L.; GREEFF, J.; TAYLOR, E. Enhancing serious game design: expert-reviewed, stakeholder-centered framework. **JMIR Serious Games**, JMIR Publications Toronto, Canada, v. 12, p. e48099, 2024. Citado na página 64.

CALVILLO-GÁMEZ, E. H.; CAIRNS, P.; COX, A. L. Assessing the core elements of the gaming experience. **Game user experience evaluation**, Springer, p. 37–62, 2015. Citado na página 61.

CALVO-MORATA, A.; FERNÁNDEZ-MANJÓN, B. Serious games for social problems. In: SPRINGER. **International Conference on Web-Based Learning**. [S.l.], 2022. p. 98–109. Citado na página 79.

CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula digital: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo, on-line e híbrido**. [S.l.]: Penso Editora, 2021. Citado na página 82.

CARDOSO, L. da C. **Design de interação em games**. Editora Intersaberes, 2022. ISBN 9786555172997. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=e5sAEQAAQBAJ>>. Citado na página 75.

CARDOSO, R. C.; SIEDLER, M. S.; CARVALHO, G. C. de; NETO, E. T.; TAVARES, T. A.; PRIMO, T. T. Jogos digitais para apoiar o aprendizado de crianças nos anos iniciais da educação básica. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)**. [S.l.], 2023. p. 1495–1501. Citado na página 81.

CAROLAN, G. ‘papers, please’—using a video game to explore experiential learning and authentic assessment in immigration and asylum law. **Irish Journal of Academic Practice**, Technological University Dublin, v. 9, n. 2, p. 11, 2021. Citado na página 79.

CARTWRIGHT, M. **Hefesto**. 2019. Publicado em 3 de setembro de 2019; traduzido para o português. Disponível em: <<https://www.worldhistory.org/trans/pt/1-10802/hefesto/>>. Citado na página 139.

CARUSO, A. L. M.; CAVALHEIRO, S. A. da C.; AGUIAR, M. S. de. Mapeamento semântico entre mecânicas de jogos sérios e linhas do pensamento computacional. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. [S.l.], 2023. p. 680–692. Citado 7 vezes nas páginas 36, 37, 38, 39, 81, 185 e 187.

CARUSO, A. L. M.; CAVALHEIRO, S. A. da C.; AGUIAR, M. S. de. Pensamento computacional e mecânicas de jogos sérios: Um estudo de caso sobre a linha da decomposição. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 33, p. 692–721, 2025. Citado 3 vezes nas páginas 37, 38 e 39.

CARVALHO, C.; ESCUDEIRO, G.; PINHEIRO, K.; MOTA, M. Cuca fresca: Estudo de caso de um jogo da memória sério adaptável. **Anais do 28º Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, 2019. Citado na página 106.

CARVALHO, L. M.; REIS, R. C.; LYRA, K. T. **Cenários de aprendizagem para desenvolvimento do pensamento computacional, utilizando o jogo educacional Lightbot**. [S.l.], 2020. Citado na página 135.

- CASE, J.; FREEZE, E.; PANE, S. **Story Mode: The Creative Writer's Guide to Narrative Video Game Design**. [S.l.]: Bloomsbury Publishing, 2024. Citado na página 58.
- CASTRONOVO, F.; STEPANIK, N.; METER, P. N. V.; MESSNER, J. I. Problem-solving processes in an educational construction simulation game. **Advanced Engineering Informatics**, Elsevier, v. 52, p. 101574, 2022. Citado na página 64.
- CAVALHEIRO, C. C. Manifesto pela educação midiática. **Revista de Estudos Universitários-REU**, v. 50, p. e024002–e024002, 2024. Citado na página 86.
- ÇELİK, R.; DIVANOĞLU, S. U. Investigation of online purchasing behavior according to different generations with technology acceptance model. **Iğdir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, Iğdir University, n. 38, p. 136–155, 2025. Citado na página 117.
- CERQUEIRA, T. de O.; SILVA, A. P. S.; ARAUJO, L. G. de J. Codebo unplugged: Um jogo desplugado para o ensino de pilha. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)**. [S.l.], 2023. p. 04–05. Citado na página 93.
- CHAKRABORTY, S.; PAUL, S.; AHSAN, S. M. M. A novel approach to rapidly generate document from hand drawn flowcharts. In: IEEE. **2020 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)**. [S.l.], 2020. p. 702–705. Citado na página 104.
- CHAN, P. **Virtual Reality Serious Game for Chemical Lab Safety Training in Industry and Academia: from Design, Development to Increased Motivation and Engagement**. Tese (PhD thesis) — KU Leuven, Leuven, Belgium, March 2023. Supervisors: Kristel Bernaerts, Thomas Van Gerven, Jean-Luc Dubois. Disponível em: <<https://kuleuven.limo.libis.be/discovery/fulldisplay?docid=lirias4069825>>. Citado na página 80.
- CHANCAY, H.; MARTINEZ-GALLEGO, V.; PEREZ, S.; LOBOS, J. Using vr experience to show new subjects to undergraduate students: Haldron project. In: IOP PUBLISHING. **Journal of Physics: Conference Series**. [S.l.], 2024. v. 2796, n. 1, p. 012022. Citado na página 78.
- CHAO, Y.-P.; CHUANG, H.-H.; HSIN, L.-J.; KANG, C.-J.; FANG, T.-J.; LI, H.-Y.; HUANG, C.-G.; KUO, T. B.; YANG, C. C.; SHYU, H.-Y. et al. Using a 360 virtual reality or 2d video to learn history taking and physical examination skills for undergraduate medical students: Pilot randomized controlled trial. **JMIR serious games**, JMIR Publications Toronto, Canada, v. 9, n. 4, p. e13124, 2021. Citado na página 64.
- CHATTERJEE, S.; RANA, N. P.; DWIVEDI, Y. K.; BAABDULLAH, A. M. Understanding ai adoption in manufacturing and production firms using an integrated tam-toe model. **Technological Forecasting and Social Change**, Elsevier, v. 170, p. 120880, 2021. Citado na página 115.
- CHEN, Y.; JONES, A.; KO, E.; NGUYEN, S.; TANUI, L.; ZIPTER, A.; THOMAS, A.; RUGH, M. S. A systematic review of perceptions regarding educational video games held by students, administrators, teachers, and parents. In: IEEE. **2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. [S.l.], 2023. p. 1–10. Citado na página 78.

CHEN, Y.-C.; CHAO, C.-Y.; HOU, H.-T. Learning pattern recognition skills from games: Design of an online pattern recognition educational mobile game integrating algebraic reasoning scaffolding. **Journal of Educational Computing Research**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, p. 07356331231171622, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 88 e 135.

CIANCARINI, P.; MISSIROLI, M.; RUSSO, D. Exploiting agile practices to teach computational thinking. In: SPRINGER. **Software Engineering Aspects of Continuous Development and New Paradigms of Software Production and Deployment: Second International Workshop, DEVOPS 2019, Château de Villebrumier, France, May 6–8, 2019, Revised Selected Papers 2**. [S.l.], 2020. p. 63–83. Citado 2 vezes nas páginas 87 e 88.

CLASSE, T.; ARAUJO, R. M.; XEXÉO, G. B. Process model game design: Uma ferramenta para apoio a sistematização de design de jogos digitais baseados em processos de negócio. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital-SBGames**, 2018. Citado na página 106.

CodeCombat. **CodeCombat - Coding games to learn Python and JavaScript**. 2024. Accessed: 2024-02-19. Disponível em: <<https://codecombat.com/>>. Citado na página 135.

COELHO, D. A.; SANTOS, I. S. R. dos; OLIVEIRA, K. V.; JUNIOR, C. R. B. Panorama das pesquisas sobre pensamento computacional e ensino de computação no ensino fundamental: Um mapeamento sistemático. **Anais do Computer on the Beach**, v. 16, p. 294–301, 2025. Citado na página 84.

COLBY, R.; COLBY, R. S. Game design documentation: Four perspectives from independent game studios. **Communication Design Quarterly Review**, ACM New York, NY, USA, v. 7, n. 3, p. 5–15, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 106.

Colégio Ábaco. **Cultura Maker no PEC5: Computação Desplugada e Bee-Bot**. 2023. Acesso em: 12 jun. 2025. Disponível em: <<https://colegioabaco.com.br/cultura-maker-no-pec5-computacao-desplugada-e-bee-bot/>>. Citado na página 93.

Conviva Educação. **BNCC Computação: só 21% das redes ofertam o ensino da área nos Anos Iniciais**. 2023. Publicado em 6 de outubro de 2023. Acesso em 12 de junho de 2025. Disponível em: <https://convivaeducacao.org.br/fique_atento/5025>. Citado na página 83.

CORMEN, T. **Algoritmos - Teoria e Prática**. GEN LTC, 2012. ISBN 9788535236996. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=6iA4LgEACAAJ>>. Citado na página 90.

CORMIO, L.; GIACONI, C.; MENGONI, M.; SANTILLI, T. Exploring game design approaches through conversations with designers. **Design Studies**, Elsevier, v. 91, p. 101253, 2024. Citado na página 58.

CORRAL, L.; FRONZA, I.; GENNARI, R.; MELONIO, A. From game design with children to game development with university students: What issues come up? In: **Proceedings of the 11th Biannual Conference of the Italian SIGCHI Chapter**. [S.l.: s.n.], 2015. p. 30–33. Citado 2 vezes nas páginas 106 e 108.

COSTA, L. C. e. **Ludificação da Realidade Virtual com Biofeedback para o Tratamento de Fobias Situacionais de Carácter Ambiental e Espacial**. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Multimédia) — Universidade do Porto, Porto, Portugal, Julho 2022. Orientador: Bruno Giesteira; Co-orientador: Pedro Cardoso. Citado na página 79.

CROGAN, P. Indie dreams: Video games, creative economy, and the hyperindustrial epoch. **Games and Culture**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 13, n. 7, p. 671–689, 2018. Citado na página 67.

CROMPTON, H.; JONES, M. V.; SENDI, Y.; AIZAZ, M.; NAKO, K.; RANDALL, R.; WEISEL, E. Examining technology use within the addie framework to develop professional training. **European Journal of Training and Development**, Emerald Publishing Limited, v. 48, n. 3/4, p. 422–454, 2024. Citado na página 64.

CRUZ, A. K. B. S. da. **Desenvolvimento de Heurísticas para a Avaliação das Regras de Jogos de Tabuleiro a partir da Modelagem de Interação e da Avaliação de Usabilidade**. Dissertação (Mestrado) — PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN/CCET, 2015. DESIGN DE PRODUTOS. Disponível em: <<http://tedeabc.ufma.br:8080/jspui/handle/tede/643>>. Citado na página 133.

CRUZ, A. K. B. S. da; JUNIOR, M. A. de A.; NETO, G. d. O. C.; NETO, C. d. S. S.; TEIXEIRA, M. M.; CRUZ, P. T. M. B. da; BARBOSA, K. B.; BRITO, C. P. L. Aplicação de jogos educativos baseados em realidade aumentada como estratégia de auxílio na alfabetização de crianças com síndrome de down. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. [S.l.], 2023. p. 509–520. Citado na página 87.

CRUZ, A. K. B. S. da; LIMA, L. C. M. Estudo e testes de usabilidade em sistemas de autoria de software: scratch e alice. **Blucher Design Proceedings**, v. 1, n. 4, p. 3673–3685, 2014. Citado na página 22.

CRUZ, A. K. B. S. da; NETO, C. d. S. S.; CRUZ, P. T. M. B. da; TEIXEIRA, M. A. M. Utilização da plataforma beecrowd de maratona de programação como estratégia para o ensino de algoritmos. In: SBC. **Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. [S.l.], 2022. p. 754–764. Citado 3 vezes nas páginas 82, 90 e 136.

CRUZ, A. K. B. S. da; NETO, C. d. S. S.; TEIXEIRA, M. M.; CRUZ, P. T. M. B. da; BARBOSA, K. B.; BRITO, C. P. L. Proposal for a game design document model for creating educational games to teach computational thinking. In: SBC. **Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. [S.l.], 2023. p. 1837–1849. Citado 3 vezes nas páginas 22, 70 e 125.

CRUZ, M. E. J. K. da; MARQUES, S. G.; TAVARES, T. E.; OLIVEIRA, W.; SEELIG, G. B. Normas, diretrizes e material didático para o ensino de computação na educação básica brasileira. In: SBC. **simpósio brasileiro de educação em computação (educomp)**. [S.l.], 2023. p. 337–346. Citado na página 92.

CRUZ, M. E. K. da; MARQUES, S. G.; OLIVEIRA, W. Desenvolvimento e avaliação de material didático desplugado para o ensino de computação na educação básica. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 29, p. 160–187, 2021. Citado na página 93.

CRUZ, P. T. M. B. da. **Padrões de Interação para Ferramentas de Autoria de Storytellings Infantis**. 110 p. Dissertação (Dissertação) — Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, Brasil, 5 2016. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=4946082>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 103.

CUNHA, M. R. H. da; LIMA, M. C. M. de; COELHO, E. J. R.; SANTOS, S. S.; MORGADO, M. H. N.; PENITENTE, Y. L.; ARAÚJO, M. T. M. de. Integração da gamificação e tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem em ciencias: Promovendo o engajamento da geração z em uma escola pública. **ARACÊ**, v. 7, n. 1, p. 139–169, 2025. Citado na página 82.

CUNNINGHAM, L. **An Adaptive Model for Digital Game Based Learning**. Tese (PhD Thesis) — University College Cork, Cork, Ireland, 2019. Disponível em: <<https://cora.ucc.ie/items/2e20d028-5249-4e20-9437-623c33dce27e>>. Citado na página 79.

CURASMA, R. P.; CURASMA, H. P. Computational thinking in school education in south america: Systematic review of the literature. In: IEEE. **2020 IEEE XXVII International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON)**. [S.l.], 2020. p. 1–4. Citado na página 22.

CURLEY, K. F. Are there any real benefits from office automation? **Business Horizons**, Elsevier, v. 27, n. 4, p. 37–42, 1984. Citado na página 112.

DABHOLKAR, P. A.; BAGOZZI, R. P. An attitudinal model of technology-based self-service: moderating effects of consumer traits and situational factors. **Journal of the academy of marketing science**, Springer, v. 30, p. 184–201, 2002. Citado na página 117.

DAMASCENO, A. L. d. B.; LIMA, T. de S.; NETO, C. d. S. S. et al. Cacuriá: Uma ferramenta de autoria multimídia para objetos de aprendizagem. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. [S.l.: s.n.], 2014. v. 3, n. 1, p. 76. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 103.

DAMAŠEVIČIUS, R.; MASKELIŪNAS, R.; BLAŽAUSKAS, T. Serious games and gamification in healthcare: a meta-review. **Information**, MDPI, v. 14, n. 2, p. 105, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 77, 78 e 81.

DANKOV, Y.; BONTCHEV, B. Towards a taxonomy of instruments for facilitated design and evaluation of video games for education. In: **Proceedings of the 21st International Conference on Computer Systems and Technologies**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 285–292. Citado na página 80.

DAOUDI, I. Learning analytics for enhancing the usability of serious games in formal education: A systematic literature review and research agenda. **Education and Information Technologies**, Springer, v. 27, n. 8, p. 11237–11266, 2022. Citado na página 81.

DAROLT, V.; MENEGUETI, A.; FRAGA, W. **GAMIFICAR EM SALA DE AULA: Ensino Fundamental Volume 3**. [S.l.]: Editora CRV, 2023. Citado na página 82.

- DAVID, A.; TAURO, C. J. Web 3d data visualization of spatio temporal data using data driven document (d3js). **International Journal of Computer Applications**, Citeseer, v. 111, n. 4, 2015. Citado na página 105.
- DAVIS, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 319–340, 1989. Citado 2 vezes nas páginas 112 e 113.
- DAVIS, F. D. User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. **International journal of man-machine studies**, Elsevier, v. 38, n. 3, p. 475–487, 1993. Citado 2 vezes nas páginas 113 e 114.
- DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace 1. **Journal of applied social psychology**, Wiley Online Library, v. 22, n. 14, p. 1111–1132, 1992. Citado 2 vezes nas páginas 114 e 116.
- DAVIS, F. D. et al. Technology acceptance model: Tam. **Al-Suqri, MN, Al-Aufi, AS: Information Seeking Behavior and Technology Adoption**, v. 205, n. 219, p. 5, 1989. Citado 6 vezes nas páginas 113, 114, 115, 116, 117 e 118.
- DAYLIGHT, R. The semiotic abstraction. **Semiotica**, De Gruyter, v. 2017, n. 218, p. 81–90, 2017. Citado na página 89.
- DEEPSEEK, INC. **Models & Pricing — DeepSeek API Docs**. 2025. Disponível em: <https://api-docs.deepseek.com/quick_start/pricing>. Citado na página 142.
- DEMOULIN, N. T.; COUSSEMENT, K. Acceptance of text-mining systems: The signaling role of information quality. **Information & management**, Elsevier, v. 57, n. 1, p. 103120, 2020. Citado na página 117.
- DENNING, P. J.; TEDRE, M. **Computational thinking**. [S.l.]: Mit Press, 2019. Citado 4 vezes nas páginas 87, 88, 89 e 90.
- DIAS, J.; MEKARO, M.; LU, J.; SORRENTINO, G.; OTSUKA, J.; BEDER, D.; ZEM-MASCARENHAS, S.; FONSECA, L. Design e avaliação de um jogo educacional para promoção da saúde e combate à obesidade infantil. **XIV SBGames, SBC–Proceedings of SBgames**, p. 319–328, 2015. Citado na página 106.
- DIAS, R. T. **Desenvolvimento de Aplicativo Móvel para Gamificar as Questões dos Testes de Progresso**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, SP, Brasil, Dezembro 2023. Programa de Pós-graduação em Pesquisa Clínica - FMB. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/11449/252881>>. Citado na página 80.
- DIAZ, V. M.; DÍAZ, M. M.; URBANO, E. R. Aprendizaje con videojuegos con realidad aumentada en educación primaria. **Revista De Ciencias Sociales**, Facultad de Ciencias Sociales, v. 26, n. 2, p. 94–112, 2020. Citado na página 63.
- DICKINSON, S. Challenge of image abstraction. **Object categorization: computer and human vision perspectives**, Cambridge University Press New York, v. 1, 2009. Citado na página 89.

- DIETZ, G.; LANDAY, J. A.; GWEON, H. Building blocks of computational thinking: Young children's developing capacities for problem decomposition. In: **CogSci**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1647–1653. Citado na página 87.
- DIMITRIADOU, A.; DJAFAROVA, N.; TURETKEN, O.; VERKUYL, M.; FERWORN, A. Challenges in serious game design and development: Educators' experiences. **Simulation & Gaming**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 52, n. 2, p. 132–152, 2021. Citado na página 80.
- DING, W.; LIN, X. Interaction design. In: **Information Architecture: The Design and Integration of Information Spaces**. [S.l.]: Springer, 2022. p. 69–80. Citado na página 58.
- DJUKIĆ, V.; TOLVANEN, J.-P. Domain-specific modeling in document engineering. In: **Proceedings of the 21st ACM Symposium on Document Engineering**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 1–2. Citado na página 102.
- DONATI, S.; VIOLA, G.; TOSCANO, F.; ZAPPALÀ, S. Not all remote workers are similar: Technology acceptance, remote work beliefs, and wellbeing of remote workers during the second wave of the covid-19 pandemic. **International journal of environmental research and public health**, MDPI, v. 18, n. 22, p. 12095, 2021. Citado na página 118.
- DÖRNER, R.; GÖBEL, S.; EFFELSBERG, W.; WIEMEYER, J. **Serious games**. [S.l.]: Springer, 2016. Citado na página 77.
- DUTRA, A.; BATAGLIA, J. dos S. Uso do pensamento computacional para o ensino do gênero anúncio publicitário: experiência com alunos das séries iniciais do ensino fundamental. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 3, p. e3620–e3620, 2024. Citado na página 93.
- DUTRA, T. C.; MASCHIO, E.; GASPARINI, I. Pensar e lavar: Processo de desenvolvimento e avaliação de um jogo digital educacional para promover o pensamento computacional para crianças neurotípicas e com deficiência intelectual. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 31, p. 659–690, 2023. Citado 3 vezes nas páginas 30, 32 e 185.
- DYER-WITHEFORD, N.; PEUTER, G. D. **Games of empire: Global capitalism and video games**. [S.l.]: U of Minnesota Press, 2009. Citado na página 66.
- ELIAS, C. L.; LEMOS, A. S. As premissas construcionistas de seymour papert e a computação na educação básica: o que o passado nos ensina? **SciELO Preprints**, 2025. Preprint. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.9231>>. Citado na página 85.
- ETIENNE, R.; INGRAND, S.; RIGOLOT, C.; DERNAT, S. Combining serious games contributes to changes of farmers' practices. In: **Book of Abstracts of the 26th European Seminar on Extension & Education (Toulouse, 10-13 July 2023)**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 214–220. Citado na página 80.
- EZZUDDIN, A.; GANI, N. A. Investigating the factors of perceived usefulness towards e-learning acceptance among students in klang valley. **Jurnal Evolusi**, v. 4, n. 3, 2023. Citado na página 118.

FACCHINO, A. P.; MARCHETTI, D.; COLASANTI, M.; FONTANESI, L.; VERROCCHIO, M. C. The use of serious games for psychological education and training: a systematic review. In: FRONTIERS MEDIA SA. **Frontiers in Education**. [S.l.], 2025. v. 10, p. 1511729. Citado na página 78.

FENG, Y.; LIU, B.; ZHANG, Y.; ZHANG, J.; LIU, C.; LIU, Q. Automated honey document generation using genetic algorithm. In: SPRINGER. **Wireless Algorithms, Systems, and Applications: 16th International Conference, WASA 2021, Nanjing, China, June 25–27, 2021, Proceedings, Part III 16**. [S.l.], 2021. p. 20–28. Citado na página 103.

FERNANDES, K. T. T. F.; RODRIGUES, M. J. N.; ARANHA, E. H. da S.; FERNANDES, G. G. L. de S. Estratégia para especificação de game design a partir da produção textual em sala de aula. **Anais do Computer on the Beach**, v. 11, p. 482–489, 2020. Citado 2 vezes nas páginas 48 e 53.

FERNÁNDEZ-MANJÓN, B.; MORENO-GER, P.; MARTÍNEZ-ORTIZ, I.; FREIRE, M. Challenges of serious games. **EAI Endorsed Trans. Serious Games**, v. 2, n. 6, p. e4, 2015. Citado na página 80.

FERRAZ, A. P. B. **O impacto da cultura digital no ser e no fazer docente: reflexões sobre inovação educacional e formação de professores a partir da Resolução CEED/RS nº 0371/2022**. Dissertação (Monografia de Especialização) — Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus São Borja, São Borja, Brasil, 2023. Pós-graduação Lato Sensu em Mídia e Educação – Universidade Aberta do Brasil (UAB). Disponível em: <<https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/8256>>. Citado na página 86.

FERREIRA, S. C.; CABRAL, M. S. d. C. M. Validação de serious games voltados para educação na área da saúde. **RE@ D–Revista de Educação a Distância e eLearning**, Universidade Aberta. LE@ D, 2004. Citado na página 77.

FIUZA, P. J.; SANTOS, V. dos et al. Gt29: Educação, educomunicação, tecnologias e cultura digital. In: **Anais do Congresso Ibero-Americano de Humanidades, Ciências e Educação**. [S.l.: s.n.], 2021. v. 4. Citado na página 86.

FORNÓS, S.; BEIER, S. A game design approach to failure to enhance learning games. In: **Companion Proceedings of the 2024 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play**. [S.l.: s.n.], 2024. p. 78–84. Citado na página 80.

FOROUGH, B.; SENALI, M. G.; IRANMANESH, M.; KHANFAR, A.; GHOBAKHLOO, M.; ANNAMALAI, N.; NAGHMEH-ABBASPOUR, B. Determinants of intention to use chatgpt for educational purposes: Findings from pls-sem and fsqca. **International Journal of Human–Computer Interaction**, Taylor & Francis, v. 40, n. 17, p. 4501–4520, 2024. Citado na página 117.

FORWARD, A.; LETHBRIDGE, T. C. The relevance of software documentation, tools and technologies: a survey. In: **Proceedings of the 2002 ACM symposium on Document engineering**. [S.l.: s.n.], 2002. p. 26–33. Citado na página 102.

FRANZ, C. R.; ROBEY, D. Organizational context, user involvement, and the usefulness of information systems. **Decision sciences**, Wiley Online Library, v. 17, n. 3, p. 329–356, 1986. Citado na página 112.

FREITAS, S. D.; OLIVER, M. A four dimensional framework for the evaluation and assessment of educational games. In: **Computer Assisted Learning Conference**. [S.l.: s.n.], 2005. Citado na página 64.

FUKUNAGA, K. **Introduction to statistical pattern recognition**. [S.l.]: Elsevier, 2013. Citado na página 89.

FULLERTON, T. **Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative games**. [S.l.]: AK Peters/CrC Press, 2024. Citado na página 57.

Fundação Telefônica Vivo. **Recomendações para Implementação da BNCC Computação**. 2023. Documento técnico com diretrizes para redes de ensino. Acesso em 12 de junho de 2025. Disponível em: <https://www.computacional.com.br/files/Implementacao/FTV_-_Recomendacoes_para_Implementacao_da_BNCC_Computacao.pdf>. Citado na página 83.

GEFEN, D.; KARAHANNA, E.; STRAUB, D. W. Trust and tam in online shopping: An integrated model. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 51–90, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 117 e 120.

GEMINO, A.; REICH, B. H.; SERRADOR, P. M. Agile, traditional, and hybrid approaches to project success: is hybrid a poor second choice? **Project management journal**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 52, n. 2, p. 161–175, 2021. Citado na página 112.

GENG, Y.; MAIMAITUERXUN, M. Research progress of green marketing in sustainable consumption based on citespace analysis. **Sage Open**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 12, n. 3, p. 21582440221119835, 2022. Citado na página 117.

GENTRY, L.; CALANTONE, R. A comparison of three models to explain shop-bot use on the web. **Psychology & Marketing**, Wiley Online Library, v. 19, n. 11, p. 945–956, 2002. Citado na página 117.

GERMANO, R. D. A.; GOPPINGER, A.; BONA, A. S. de. Do papel ao digital: A dobradura do organizador com algoritmos plugado e desplugado. **MoExp-Mostra de Ensino, Extensão e Pesquisa do Campus Osório**, v. 1, n. 1, p. 1–1, 2024. Citado na página 94.

GILLERN, S. von; NASH, B. Video games and literacy learning: Exploring the research on serious and entertainment games. **Technology, Knowledge and Learning**, Springer, p. 1–29, 2024. Citado na página 78.

GLUSHKO, R.; MCGRATH, T. **Document Engineering: Analyzing and Designing Documents for Business Informatics & Web Services**. MIT Press, 2005. (ITPro collection). ISBN 9780262072618. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=uNtQAAAAMAAJ>>. Citado na página 102.

GLUSHKO, R. J.; MCGRATH, T. Document engineering for e-business. In: **Proceedings of the 2002 ACM symposium on Document engineering**. [S.l.: s.n.], 2002. p. 42–48. Citado na página 102.

GODOY, A.; BARBOSA, E. F. Game-scrum: An approach to agile game development. **Proceedings of SBGames**, p. 292–295, 2010. Citado na página 59.

GOH, E.; AL-TABBAA, O.; KHAN, Z. Unravelling the complexity of the video game industry: An integrative framework and future research directions. **Telematics and informatics reports**, Elsevier, v. 12, p. 100100, 2023. Citado na página 66.

GOLDFARB, C. F.; PRESCOD, P. **XML Handbook with CD-ROM**. [S.l.]: Prentice Hall PTR, 2001. Citado na página 102.

GOMES, G. F.; SOUZA, R. A. C. de. Um levantamento de práticas e ferramentas usadas para aumentar o nível de cultura digital nas escolas. In: SBC. **Workshop sobre Educação em Computação (WEI)**. [S.l.], 2020. p. 176–180. Citado na página 86.

GOMES, M. L. A. **Design de Jogos Analógicos: desenvolvimento de um jogo de tabuleiro como ferramenta de comunicação estratégica para a Universidade Federal do Amazonas**. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Design) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil, abril 2024. Orientadora: Célia Maria da Silva Carvalho. Coorientadora: Claudete Barbosa Ruschival. Defesa em 3 de abril de 2024. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/10097>>. Citado na página 82.

GOODHUE, D. L. Comment on benbasat and barki's "quo vadis tam" article. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 8, n. 4, p. 15, 2007. Citado na página 121.

GOODHUE, D. L.; THOMPSON, R. L. Task-technology fit and individual performance. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 213–236, 1995. Citado na página 114.

GOOGLE AI FOR DEVELOPERS. **Preços da API Gemini Developer**. 2025. Disponível em: <<https://ai.google.dev/gemini-api/docs/pricing?hl=pt-br>>. Citado na página 142.

GOULD, J. D.; LEWIS, C. Designing for usability: key principles and what designers think. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 28, n. 3, p. 300–311, 1985. Citado na página 112.

GRABARCZYK, P. Is every indie game independent? towards the concept of independent game. **Game Studies**, Game Studies Foundation, v. 16, n. 1, 2016. Citado na página 67.

GRAMELSBERGER, G. Emotion mark-up language: Die maschinenlesbarkeit menschlicher expressivität. In: **Technikemotionen**. [S.l.]: Brill Schöningh, 2020. p. 385–397. Citado na página 102.

GRANELL, C.; MOONEY, P.; JIRKA, S.; RIEKE, M.; OSTERMANN, F.; BROECKE, J. V. D.; SARRETTA, A.; VERHULST, S.; DENCİK, L.; OOST, H. et al. Emerging approaches for data-driven innovation in europe. Publications Office of the European Union, 2022. Citado na página 105.

GREGOR, S.; JONES, D. The anatomy of a design theory. **Journal of the Association for Information Systems**, CQUniversity, 2007. Citado na página 99.

GROQ, INC. **Pricing**. 2025. Disponível em: <<https://groq.com/pricing>>. Citado na página 142.

GROVER, S.; PEA, R. Computational thinking in k–12: A review of the state of the field. **Educational researcher**, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 42, n. 1, p. 38–43, 2013. Citado na página 91.

- GUARDA, G. F. Segurança digital: Desenvolvendo habilidades da bncc computação-visão dos professores. In: SBC. **Workshop de Informática na Escola (WIE)**. [S.l.], 2024. p. 526–535. Citado na página 84.
- GUARDA, G. F.; DURAN, R. S. Bncc computação na educação infantil: entendimento, dificuldades e perspectivas dos docentes da rede pública de ensino. **Revista Novas Tecnologias Na Educação**, v. 22, n. 1, p. 154–164, 2024. Citado na página 83.
- GUARDA, G. F.; PINTO, S. C. C. da S. Formação continuada de professores do ensino fundamental em pensamento computacional. **Revista Novas Tecnologias Na Educação**, v. 21, n. 1, p. 128–138, 2023. Citado na página 83.
- GUARDA, G. F.; SILVEIRA, I. F. Desafios e caminhos para a implementação da bncc computação no ensino médio. In: SBC. **Workshop de Informática na Escola (WIE)**. [S.l.], 2023. p. 798–809. Citado na página 83.
- GUARDA, G. F.; STELLA, A. C. de M.; OLIVEIRA, G. de H.; TRIGO, G. M.; CRUZ, L. G.; BRITO, M. E. M. de; SILVA, L. D. S.; SILVEIRA, I. F. Trabalhando habilidades da bncc computação: Jogo não digital com foco no desenvolvimento do pensamento computacional desplugado. In: SBC. **Workshop de Informática na Escola (WIE)**. [S.l.], 2023. p. 810–820. Citado na página 93.
- GUARDA, G. F.; VALLE, P. H. D.; OLIVEIRA, A. M. de. Introduzindo conceitos do mundo digital com uso das palavras cruzadas diretas. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB)**. [S.l.], 2025. p. 139–144. Citado na página 84.
- GUARDA, G. F.; WEITZEL, L. Introdução à computação musical: Potencializando as habilidades de programação através da música no scratch. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)**. [S.l.], 2025. p. 117–119. Citado na página 92.
- GUENAGA, M. Lempel: Developing the pattern recognition skill in computational thinking through an online educational game. 2021. Citado 2 vezes nas páginas 88 e 135.
- GUNDERSEN, S. W.; LAMPROPOULOS, G. Using serious games and digital games to improve students' computational thinking and programming skills in k-12 education: A systematic literature review. **Technologies**, MDPI, v. 13, n. 3, p. 113, 2025. Citado na página 78.
- GÜNZEL, S.; LIEBE, M.; MERSCH, D.; MÖRING, S. **Conference Proceedings of The Philosophy of Computer Games 2008. Chapter 6: The Magic Circle**. Potsdam University Press, 2008. (DIGAREC series). ISBN 9783940793492. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=SJ972ia4kZQC>>. Citado na página 61.
- GUT, M. T.; CASAGRANDE, C. A.; PONTIN, F. Tecnologias digitais na educação básica: um olhar a partir da bncc. **Anais do Congresso Brasileiro de Educação**, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.29327/5457639.1-14>>. Citado na página 85.
- HAN, A.; LIN, Z. et al. Research on automatic generation of engineering geological survey report paragraphs based on dynamic data template. **Advances in Computer, Signals and Systems**, Clausius Scientific Press, v. 7, n. 1, p. 59–66, 2023. Citado na página 104.

- HAN, S. C.; DING, Y.; LUO, S.; POON, J.; YOON, H.-G.; HUANG, Z.; DUURING, P.; HOLDEN, E.-J. Workshop on document intelligence understanding. In: **Proceedings of the 32nd ACM International Conference on Information and Knowledge Management**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 5273–5276. Citado na página 103.
- HARIKRISHNAN, P.; REDDY, S.; VIGNESH, G.; AGRAWAL, R.; VADDINA, V. Docgenie: A framework for high-fidelity synthetic document generation via seed-guided multimodal llm and document-aware evaluation. In: **Synthetic Data for Computer Vision Workshop@ CVPR 2025**. [S.l.: s.n.], 2025. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 45.
- HARRIS, M. T.; ROGERS, W. A. Developing a healthcare technology acceptance model (h-tam) for older adults with hypertension. **Ageing & Society**, Cambridge University Press, v. 43, n. 4, p. 814–834, 2023. Citado na página 118.
- HARTMANN, P.; ZAKI, M.; FELDMANN, N.; NEELY, A. Big data for big business? a taxonomy of data-driven business models used by start-up firms. SSRN, 2014. Citado na página 104.
- HEIJDEN, H. Van der. Factors influencing the usage of websites: the case of a generic portal in the netherlands. **Information & management**, Elsevier, v. 40, n. 6, p. 541–549, 2003. Citado na página 117.
- HEINSFELD, B. D.; SILVA, M. P. R. N. d. As versões da base nacional comum curricular (bncc) e o papel das tecnologias digitais: conhecimento da técnica versus compreensão dos sentidos. **Currículo sem Fronteiras**, v. 18, n. 2, p. 668–690, 2018. Citado na página 85.
- HENRIQUES, H. B. M.; MANDOJU, J. R. K. Leo e maya: um jogo para auxiliar no ensino de pensamento computacional para crianças e adolescentes. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021. Citado 4 vezes nas páginas 29, 32, 184 e 187.
- HENZGEN, A.; STREY, L. Model-driven approach for automatic model information aggregation in structured documents. In: IEEE. **2023 ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems Companion (MODELS-C)**. [S.l.], 2023. p. 403–413. Citado 2 vezes nas páginas 43 e 45.
- HEO, J.; HAN, S. Challenges and problems on self-directed learning readiness in non-face-to-face educational settings during covid-19. **OBM Neurobiology**, LIDSEN Publishing Inc, v. 6, n. 4, p. 1–11, 2022. Citado na página 118.
- HEROLD, A. C. **Inteligência artificial generativa em jogos digitais: aplicação do modelo GPT na criação de diálogos de personagens não-jogáveis**. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)) — Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil, abril 2024. Orientador: Carine Geltrudes Webber. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/handle/11338/13450>>. Citado 3 vezes nas páginas 49, 53 e 185.
- HEVNER, A. R.; MARCH, S. T.; PARK, J.; RAM, S. Design science in information systems research. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 75–105, 2004. Citado na página 96.
- HIGHSMITH, J. **Wild West to Agile: Adventures in Software Development Evolution and Revolution**. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2023. Citado na página 57.

HILL, T.; SMITH, N. D.; MANN, M. F. Role of efficacy expectations in predicting the decision to use advanced technologies: The case of computers. **Journal of applied psychology**, American Psychological Association, v. 72, n. 2, p. 307, 1987. Citado na página 113.

HILL-WHITTALL, R. **The indie game developer handbook**. [S.l.]: Routledge, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 67 e 68.

HJORTH, L. Developer's dilemma: The secret world of videogame creators by casey o'donnell. **Technology and Culture**, Johns Hopkins University Press, v. 57, n. 2, p. 504–505, 2016. Citado na página 67.

HOLLSTRAND, P. **Supporting Pre-Production in Game Development: Process Mapping and Principles for a Procedural Prototyping Tool**. Dissertação (Master's thesis) — KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2020. Degree Project in the field of Technology, Industrial Engineering and Management, and the main field of study Computer Science and Engineering, Second Cycle, 30 credits. Disponível em: <<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1429725/FULLTEXT01.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 63 e 66.

HOMER. **The Iliad — Book XVIII**. 2009. Tradução disponível sob licença para uso não comercial, © 2009 A. S. Kline. Disponível em: <<https://www.poetryintranslation.com/PITBR/Greek/Iliad18.php>>. Citado na página 139.

HONDA, F.; PIRES, F.; PESSOA, M.; MELO, R. Aplicando learning design na ludificação de percurso em grafos: uma jornada de aprendizagem. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. [S.l.], 2022. p. 609–620. Citado 5 vezes nas páginas 28, 32, 124, 184 e 186.

HONDA, F.; PIRES, F.; PESSOA, M.; MAIA, J. Cadê minha pizza? um jogo para exercitar matemática e pensamento computacional através de grafos. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)**. [S.l.], 2022. p. 876–885. Citado 3 vezes nas páginas 28, 32 e 185.

HONDA, F.; PIRES, F.; PESSOA, M.; OLIVEIRA, E. H. Automigos: learning design para ludificação de autômatos finitos determinísticos. In: SBC. **Workshop sobre Educação em Computação (WEI)**. [S.l.], 2023. p. 545–556. Citado 5 vezes nas páginas 28, 32, 124, 184 e 186.

HOOSHYAR, D.; PEDASTE, M.; YANG, Y.; MALVA, L.; HWANG, G.-J.; WANG, M.; LIM, H.; DELEV, D. From gaming to computational thinking: An adaptive educational computer game-based learning approach. **Journal of Educational Computing Research**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 59, n. 3, p. 383–409, 2021. Citado na página 22.

HOROWITZ, E.; SAHNI, S.; ANDERSON-FREED, S. **Fundamentals of data structures in C**. [S.l.]: Silicon Press, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 89 e 90.

HUANG, A. Y.; LU, O. H.; YANG, S. J. Effects of artificial intelligence-enabled personalized recommendations on learners' learning engagement, motivation, and outcomes in a flipped classroom. **Computers & Education**, Elsevier, v. 194, p. 104684, 2023. Citado na página 79.

- HUMMEL, H. G.; NADOLSKI, R.; HUURDEMAN, H.; LANKVELD, G. van; GEORGIADIS, K.; SLOOTMAKER, A.; KURVERS, H.; HUMMEL, M.; NEESSEN, P.; BOOMEN, J. van den et al. Gamebricks: Design, implementation and practical evaluation of analytical rubrics in serious game play. **Journal of Computer Assisted Learning**, Wiley Online Library, v. 40, n. 5, p. 2150–2165, 2024. Citado na página 80.
- HUNICKE, R.; LEBLANC, M.; ZUBEK, R. et al. Mda: A formal approach to game design and game research. In: SAN JOSE, CA. **Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI**. [S.l.], 2004. v. 4, n. 1, p. 1722. Citado na página 61.
- HUNSAKER, E. Computational thinking. EdTech Books, 2020. Citado na página 22.
- HUTSON, J.; FULCHER, B.; RATICAN, J. Enhancing assessment and feedback in game design programs: Leveraging generative ai for efficient and meaningful evaluation. **International Journal of Educational Research and Innovation**, 12 2024. Creative Commons Attribution–NonCommercial–No Derivative Works 4.0 International License. Disponível em: <<https://digitalcommons.lindenwood.edu/faculty-research-papers/701>>. Citado 3 vezes nas páginas 22, 49 e 53.
- HWANG, H.-C.; KIM, W.-J. Design of chained document html generation technique based on blockchain for trusted document communication. **Electronics**, MDPI, v. 11, n. 7, p. 1006, 2022. Citado na página 103.
- II, J. R. V. **An industry of indies: The new cultural economy of digital game production**. [S.l.]: University of California, Santa Barbara, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 67 e 68.
- ISHLAKHUDDIN, F.; SANTOSA, Y. M.; NUGRAHA, N. B. Document generation untuk chatbot berbasis aturan dengan pendekatan template method. **Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT**, v. 7, n. 3, p. 194–198, 2022. Citado na página 103.
- ISLAM, T.; PHILLIPS, R. A. Strategies for reward based crowdfunding campaigns in video games: a context of indie game developers in the uk. **International Journal of Technoentrepreneurship**, Inderscience Publishers (IEL), v. 4, n. 2, p. 105–121, 2020. Citado na página 68.
- ISMAIL, S.; MALONE, M. S.; GEEST, Y. V. **Exponential Organizations: Why new organizations are ten times better, faster, and cheaper than yours (and what to do about it)**. [S.l.]: Diversion Books, 2014. Citado na página 57.
- JANSEN, B. J.; SALMINEN, J.; JUNG, S.-g.; GUAN, K. **Data-driven personas**. [S.l.]: Springer Nature, 2022. Citado na página 104.
- JOHANNESSON, P.; PERJONS, E. **Design Science**. [S.l.]: Springer, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 97 e 99.
- JOHANSEN, M. **Designing Tools for the Invisible Art of Game Feel**. Tese (Doutorado) — IT University of Copenhagen, 2022. Citado na página 62.
- JONES, D.; GREGOR, S. The anatomy of a design theory. **Journal of the Association for Information Systems**, v. 8, n. 5, p. 1, 2007. Citado na página 97.

- JUNIOR, A. d. O. C.; RIVERA, J. A. Bncc computação: O que os acadêmicos de licenciatura precisam saber sobre o pensamento computacional? In: SBC. **Workshop sobre Educação em Computação (WEI)**. [S.l.], 2024. p. 878–891. Citado na página [87](#).
- JUNIOR, A. M. F.; ALMEIDA, F. J. d.; ALMEIDA, S. d. C. D. d. A pesquisa brasileira em educação sobre o uso das tecnologias no ensino médio no início do século xxi e seu distanciamento da construção da bncc. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, SciELO Brasil, v. 30, p. 620–643, 2021. Citado na página [86](#).
- JUNIOR, B. A. da S.; CAVALHEIRO, S. A. da C.; FOSS, L. Ggasct: Bringing formal methods to the computational thinking. In: **Anais dos Workshops do IX Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 83–83. Citado na página [36](#).
- JÚNIOR, D. J. L. R.; NETO, C. d. S. S.; RAPOSO, A. C.; NETO, L. A. dos S. Cosmo: Um ambiente virtual de aprendizado com foco no ensino de algoritmos. In: SBC. **Anais do XXVI Workshop sobre Educação em Computação**. [S.l.], 2018. Citado na página [90](#).
- JÚNIOR, J. F. d. M. **Virtualização do portfólio educacional da história infantil de João e Maria**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022. Citado na página [82](#).
- KAFI, Y. B.; PROCTOR, C. A revaluation of computational thinking in k–12 education: Moving toward computational literacies. **Educational Researcher**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 51, n. 2, p. 146–151, 2022. Citado na página [87](#).
- KAMNARDSIRI, T.; KUMFU, S.; MUNKHETVIT, P.; BORIPUNTAKUL, S.; SUNGKARAT, S. Home-based, low-intensity, gamification-based, interactive physical-cognitive training for older adults using the addie model: Design, development, and evaluation of user experience. **JMIR Serious Games**, JMIR Publications Toronto, Canada, v. 12, p. e59141, 2024. Citado na página [65](#).
- KANERVISTO, A.; BIGNELL, D.; WEN, L. Y.; GRAYSON, M.; GEORGESCU, R.; MACUA, S. V.; TAN, S. Z.; RASHID, T.; PEARCE, T.; CAO, Y. et al. World and human action models towards gameplay ideation. **Nature**, Nature Publishing Group UK London, v. 638, n. 8051, p. 656–663, 2025. Citado na página [58](#).
- KARRAM, O. The role of computer games in teaching object-oriented programming in high schools-code combat as a game approach. **WSEAS Transactions on Advances in Engineering Education**, WSEAS, v. 18, p. 37–46, 2021. Citado na página [135](#).
- KASHYAP, A. R.; YANG, Y.; KAN, M.-Y. Scientific document processing: challenges for modern learning methods. **International Journal on Digital Libraries**, Springer, p. 1–27, 2023. Citado na página [103](#).
- KASIAMA, I.; CAPUS, L. Designing principles and guidelines for a pedagogical framework of stem learning through mobile serious games. **Journal of Educational Technology and Society**, 2024. Citado na página [64](#).
- KAZI, M. R.; CHOWDHURY, N.; CHOWDHURY, M.; TURIN, T. C. Conducting comprehensive scoping reviews to systematically capture the landscape of a subject matter.

Population Medicine, EU European Publishing, v. 3, n. December, p. 1–9, 2021. Citado na página 25.

KESHARWANI, A. Do (how) digital natives adopt a new technology differently than digital immigrants? a longitudinal study. **Information & management**, Elsevier, v. 57, n. 2, p. 103170, 2020. Citado na página 113.

KHANAPATTANAWONG, P. **Game Design Document**. 2023. <<https://pichyapakh.notion.site/Game-Design-Document-411b65199f5144b0beda0b724a71e2a5>>. Acesso em: 6 jun. 2025. Citado na página 70.

KIM, S. H. **Comparisons in End-to-End Pipeline Designs for Customized Applications**. Dissertação (Master's thesis) — Massachusetts Institute of Technology, Department of Electrical Engineering and Computer Science, 2024. Disponível em: <<https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/153889>>. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 45.

KIM, Y.; KIM, M. Y. Effects of metaverse-based career mentoring for nursing students: a mixed methods study. **BMC nursing**, Springer, v. 22, n. 1, p. 160, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 119 e 120.

KINITZKI, M.; POHL, C.; REBER, C.; KLINGLER, S.; SRIKANTHAN, V. How decision makers of smes can benefit from serious games. In: IATED. **ICERI2019 Proceedings**. [S.l.], 2019. p. 4054–4060. Citado na página 79.

KOCHMAR, E.; VU, D. D.; BELFER, R.; GUPTA, V.; SERBAN, I. V.; PINEAU, J. Automated data-driven generation of personalized pedagogical interventions in intelligent tutoring systems. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, Springer, v. 32, n. 2, p. 323–349, 2022. Citado na página 104.

KOROLEV, D.; KARELINA, E.; FYODOROV, A. Autograding system for graphical assignments fulfilled in draw.io editor. In: **Information Innovative Technologies**. [S.l.: s.n.], 2021. p. 61–68. Citado na página 104.

KOSTER, R. **Theory of fun for game design**. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2013. Citado na página 75.

KOUFARIS, M. Applying the technology acceptance model and flow theory to online consumer behavior. **Information systems research**, Informs, v. 13, n. 2, p. 205–223, 2002. Citado na página 120.

KOUTROUMBAS, K.; THEODORIDIS, S. **Pattern recognition**. [S.l.]: Academic Press, 2008. Citado na página 88.

KRAMARZEWSKI, A.; NUCCI, E. D. **Practical Game Design: Learn the art of game design through applicable skills and cutting-edge insights**. Packt Publishing, 2018. ISBN 9781787122161. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=cKdWDwAAQBAJ>>. Citado 2 vezes nas páginas 69 e 74.

KROUSTALLI, C.; XINO GALOS, S. Studying the effects of teaching programming to lower secondary school students with a serious game: a case study with python and codecombat. **Education and Information Technologies**, Springer, v. 26, n. 5, p. 6069–6095, 2021. Citado na página 135.

KURIAN, N.; SAAD, C. Where technology meets empathy: Using digital storytelling, gaming, and ai to teach about peace and human rights. **Communication and education: Promoting peace and democracy in times of crisis and conflict**, Wiley Online Library, p. 148–163, 2024. Citado na página 79.

KWAN, A. **Piniverse: A Versatile AI-Powered Framework for Streamlining Digital Content Interaction and Empowering User Creativity**. Tese (Doutorado) — Ph. D. Dissertation. WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE, 2023. Citado 4 vezes nas páginas 47, 52, 185 e 186.

LAAMARTI, F.; EID, M.; SADDIK, A. E. An overview of serious games. **International Journal of Computer Games Technology**, Wiley Online Library, v. 2014, n. 1, p. 358152, 2014. Citado na página 77.

LARSEN, L. J.; WALTHER, B. K. Gameplay 2.0: Toward a new theory. **Games and Culture**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, p. 15554120241295926, 2024. Citado na página 58.

Leandro Bravo. **O que é programação plugada e desplugada?** 2022. Acesso em: 12 jun. 2025. Disponível em: <<https://professorleandrobravo.com/o-que-e-programacao-plugada-e-desplugada/>>. Citado 2 vezes nas páginas 93 e 94.

LEE, L.-K.; WEI, X.; CHUI, K. T.; CHEUNG, S. K.; WANG, F. L.; FUNG, Y.-C.; LU, A.; HUI, Y. K.; HAO, T.; U, L. H. et al. A systematic review of the design of serious games for innovative learning: augmented reality, virtual reality, or mixed reality? **Electronics**, MDPI, v. 13, n. 5, p. 890, 2024. Citado 3 vezes nas páginas 77, 78 e 82.

LEE, R. G.; DALE, B. G. Business process management: a review and evaluation. **Business process management journal**, MCB UP Ltd, v. 4, n. 3, p. 214–225, 1998. Citado na página 102.

LEE, Y.; KOZAR, K. A.; LARSEN, K. R. The technology acceptance model: Past, present, and future. **Communications of the Association for information systems**, v. 12, n. 1, p. 50, 2003. Citado 2 vezes nas páginas 116 e 120.

LEHONKOSKI, R. **Internationalization Process and Challenges in the Gaming Industry When Entering the US Market**. Dissertação (Master's thesis) — Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu (South-Eastern Finland University of Applied Sciences), 2022. URN:NBN:fi:amk-2022101821341. Disponível em: <<https://www.theseus.fi/handle/10024/780804>>. Citado na página 62.

LEITE, R. M.; SOUZA, R. G.; GOMES, R. S. Projeto cultura digital: Reflexões sobre a influência das redes sociais na saúde mental dos estudantes. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB)**. [S.l.], 2024. p. 60–64. Citado na página 85.

LEPPÄNEN, L.; MUNZERO, M.; GRANROTH-WILDING, M.; TOIVONEN, H. Data-driven news generation for automated journalism. In: **Proceedings of the 10th international conference on natural language generation**. [S.l.: s.n.], 2017. p. 188–197. Citado na página 104.

- LESCHANOWSKY, A.; RECH, S.; POPP, B.; BÄCKSTRÖM, T. Evaluating privacy, security, and trust perceptions in conversational ai: A systematic review. **Computers in Human Behavior**, Elsevier, p. 108344, 2024. Citado na página 117.
- LESTER, D.; SKULMOSKI, G. J.; FISHER, D. P.; MEHROTRA, V.; LIM, I.; LANG, A.; KEOGH, J. W. L. Drivers and barriers to the utilisation of gamification and game-based learning in universities: A systematic review of educators' perspectives. **British Journal of Educational Technology**, v. 54, n. 6, p. 1748–1770, nov. 2023. Open access under CCBY-NC-ND 4.0 licence. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/bjet.13311>>. Citado na página 80.
- LIGHTBOT. 2024. Accessed: 2024-02-19. Disponível em: <<https://lightbot.lu/>>. Citado na página 135.
- LIMA, A. L. F. D.; NUNES, I. L. O.; LEITÃO, A. P. Lightbot como apoio ao ensino de lógica de programação. **Acta Scientia**, v. 1, n. 2, 2020. Citado na página 135.
- LIMA, T. F. M. de; ASSIS, G. A. de; CORREA, A. G. D.; BRANDÃO, A. F. Jogos sérios em saúde: conceitos e aplicações. **Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde**, p. 181, 2021. Citado na página 78.
- LIN, W. Q. Serious game design and evaluation through prototyping: A case study of developing a virtual reality serious game for vocational education and training. In: **Proceedings of the 2024 8th International Conference on Education and E-Learning (ICEEL 2024)**. Tokyo, Japan: ACM, 2024. p. 98–104. ISBN 979-8-4007-1741-3. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/3719487.3719498>>. Citado na página 80.
- LIN, Y.; HASAN, M.; KOSALGE, R.; CHEUNG, A.; PARAMESWARAN, A. G. Twix: Automatically reconstructing structured data from templated documents. **arXiv preprint arXiv:2501.06659**, 2025. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 45.
- LINKINEN, T. **Generative Artificial Intelligences: Challenges and Benefits for Game Development**. Dissertação (M.Sc. Thesis) — Tampere University, Tampere, Finland, February 2024. Citado 3 vezes nas páginas 22, 49 e 53.
- LISKOV, B.; GUTTAG, J. et al. **Abstraction and specification in program development**. [S.l.]: MIT press Cambridge, 1986. v. 20. Citado 2 vezes nas páginas 89 e 135.
- LISTIANI, T. The development of educational research statistics teaching materials using the addie model. In: AIP PUBLISHING. **AIP Conference Proceedings**. [S.l.], 2022. v. 2542, n. 1. Citado na página 64.
- LIU, T.; ISRAEL, M. Uncovering students' problem-solving processes in game-based learning environments. **Computers & Education**, Elsevier, v. 182, p. 104462, 2022. Citado na página 135.
- LOCKWOOD, E.; DEJARNETTE, A. F.; ASAY, A.; THOMAS, M. Algorithmic thinking: An initial characterization of computational thinking in mathematics. **North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, ERIC, 2016. Citado na página 90.
- LOHSS, M.; HAMMERSLEY, E.; GHODADRA, A. Customizable document control solution for 3d printing at the point-of-care. **3D Printing in Medicine**, Springer, v. 9, n. 1, p. 5, 2023. Citado na página 103.

LOIOLA, V. **A era exponencial exige: a gamificação na sala de aula e nos treinamentos corporativos**. [S.l.]: Literare Books, 2020. Citado na página 77.

LONG, L.; XINYI, C.; RUOYU, W.; JIA-JUN, L. T.; RAY, L. Sketchar: supporting character design and illustration prototyping using generative ai. **Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction**, v. 8, n. CHI PLAY, p. 337, 2024. Citado 3 vezes nas páginas 49, 53 e 185.

LUCAS, N. C. Trabalho de conclusão de curso de graduação, **Da teoria à prática: propostas pedagógicas para a implementação da BNCC computação no currículo escolar**. 2025. Orientadora: Leila Ribeiro. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/290614>>. Citado na página 84.

LUNDING, M.; GRØNBÆK, J.; BILSTRUP, K.; SØRENSEN, M.; PETERSEN, M. Exposar: Bringing augmented reality to the computational thinking agenda through a collaborative authoring tool. In: **CHI 2022 - Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. United States: Association for Computing Machinery, 2022. Publisher Copyright: © 2022 ACM.; 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2022 ; Conference date: 30-04-2022 Through 05-05-2022. Citado 3 vezes nas páginas 35, 37 e 38.

LYON, J. A.; MAGANA, A. J. The use of engineering model-building activities to elicit computational thinking: A design-based research study. **Journal of Engineering Education**, Wiley Online Library, v. 110, n. 1, p. 184–206, 2021. Citado na página 88.

MA, L.; PAN, M.; SIU, V.; CHANG, X.; JOLOPAINEN, J.; LI, J.; LC, R. Follow my logic: Generative ai workflows in designing for serious table-top games. In: SPRINGER. **International Conference on Human-Computer Interaction**. [S.l.], 2025. p. 153–172. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 54.

MACENA, J.; PIRES, F.; PESSOA, M.; MELO, R. Hello food: um jogo para praticar conceitos de algoritmos para iniciantes na computação. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)**. [S.l.], 2022. p. 1066–1075. Citado 4 vezes nas páginas 29, 32, 184 e 186.

MACHADO, V. R.; AMORIM, T. B.; BARROS, P. M. Interdisciplinaridade no ensino de física e computação na educação básica: relato de experiência de um curso de formação inicial e continuada sob a perspectiva na construção de experimentos. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)**. [S.l.], 2021. p. 246–254. Citado na página 86.

MACKLIN, C.; SHARP, J. **Games, Design and Play: A detailed approach to iterative game design**. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2016. Citado na página 62.

MADI, J.; KHASAWNEH, M. A.; DANDIS, A. Visiting and revisiting destinations: Impact of augmented reality, content quality, perceived ease of use, perceived value and usefulness on e-wom. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Emerald Publishing Limited, v. 41, n. 6, p. 1550–1571, 2024. Citado na página 114.

MAHAJAN, V. Innovation diffusion. **Wiley international encyclopedia of marketing**, Wiley Online Library, 2010. Citado na página 113.

- MAHMOUD, Q. H. **Middleware for communications**. [S.l.]: Wiley Online Library, 2004. v. 73. Citado na página 103.
- MAILIZAR, M.; BURG, D.; MAULINA, S. Examining university students' behavioural intention to use e-learning during the covid-19 pandemic: An extended tam model. **Education and information technologies**, Springer, v. 26, n. 6, p. 7057–7077, 2021. Citado na página 117.
- MAJEED, B. H.; JAWAD, L. F.; ALRIKABI, H. T. Computational thinking (ct) among university students. **International Journal of Interactive Mobile Technologies**, v. 16, n. 10, 2022. Citado na página 89.
- MALPARTIDA, K. F. C.; RODRIGUES, K. R. da H. Design de jogos digitais sérios usados para o exercício de habilidades do pensamento computacional em crianças com transtorno do espectro autista. In: SBC. **Workshop sobre Interação e Pesquisa de Usuários no Desenvolvimento de Jogos (WIPlay)**. [S.l.], 2023. p. 28–42. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 32.
- MALPARTIDA, K. F. C.; RODRIGUES, K. R. da H. Jogos digitais sérios usados para o exercício de habilidades do pensamento computacional em crianças com transtorno do espectro autista. In: SBC. **Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia)**. [S.l.], 2024. p. 206–214. Citado na página 82.
- MANDVIKAR, S. Augmenting intelligent document processing (idp) workflows with contemporary large language models (llms). **International Journal of Computer Trends and Technology**, v. 71, n. 10, p. 80–91, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 103.
- MANGELI, E.; CLASSE, T. M. de; MACEDO, H.; MARQUES, P.; COSTA, L. M.; XEXÉO, G. Metodologia para desenvolvimento de jogos com proposito de um laboratorio de ludologia. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)**. [S.l.], 2021. p. 143–151. Citado 3 vezes nas páginas 30, 32 e 124.
- MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision support systems**, Elsevier, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995. Citado na página 98.
- MARCHAND, A.; HENNIG-THURAU, T. Value creation in the video game industry: Industry economics, consumer benefits, and research opportunities. **Journal of interactive marketing**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 27, n. 3, p. 141–157, 2013. Citado na página 66.
- MARIKYAN, D.; PAPAGIANNIDIS, S. Technology acceptance model. **TheoryHub Book. Retrieved June**, v. 6, p. 2023, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 112 e 117.
- MARINHO, S. P.; CARNEIRO, F.; NICOLAU, R.; FLAUZINO, R. Cidadania digital, segurança na rede e o comportamento de futuros professores. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. [S.l.: s.n.], 2019. v. 8, n. 1, p. 808. Citado na página 85.
- MARKOVIĆ, M.; GOSTOJIĆ, S. Legal document assembly system for introducing law students with legal drafting. **Artificial Intelligence and law**, Springer, v. 31, n. 4, p. 829–863, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 43 e 45.

- MARQUES, S. G.; CRUZ, M. E. K. da; TAVARES, T. E.; SCHÜNKE, M. A.; POLTRONIERI, R. M. P. Pensamento computacional na educação infantil através do som, segundo a habilidade ei03co01 da bncc computação. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB)**. [S.l.], 2024. p. 141–145. Citado na página 87.
- MARTENS, D.; PROVOST, F. Explaining data-driven document classifications. **MIS quarterly**, JSTOR, v. 38, n. 1, p. 73–100, 2014. Citado na página 105.
- MARTIN, R. C. **Clean Code-Refactoring, Patterns, Testen und Techniken für sauberen Code: Deutsche Ausgabe**. [S.l.]: MITP-Verlags GmbH & Co. KG, 2013. Citado na página 74.
- MASTROCOLA, V. M. Leveraging generative ai for enhanced game design document creation: A case study with the brazilian video game stygma. In: **Proceedings of the International Conference on Serious Games**. São Paulo, Brazil: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2025. Citado 5 vezes nas páginas 22, 47, 52, 185 e 186.
- MATTSSON, J.; NURMINEN, R.; REUNANEN, T. Leangame, a digital training tool to implement lean philosophy. In: SPRINGER. **Advances in Human Factors, Business Management and Society: Proceedings of the AHFE 2018 International Conference on Human Factors, Business Management and Society, July 21-25, 2018, Loews Sapphire Falls Resort at Universal Studios, Orlando, Florida, USA 9**. [S.l.], 2019. p. 26–35. Citado na página 79.
- MAXIM, R. I.; ARNEDO-MORENO, J. Identifying key principles and commonalities in digital serious game design frameworks: Scoping review. **JMIR Serious Games**, JMIR Publications Toronto, Canada, v. 13, p. e54075, 2025. Citado 3 vezes nas páginas 62, 63 e 78.
- MAYER, I. Towards a comprehensive methodology for the research and evaluation of serious games. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 15, p. 233–247, 2012. Citado na página 80.
- MAYER, I.; BEKEBREDE, G.; HARTEVELD, C.; WARMELINK, H.; ZHOU, Q.; RUIJVEN, T. V.; LO, J.; KORTMANN, R.; WENZLER, I. The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology. **British journal of educational technology**, Wiley Online Library, v. 45, n. 3, p. 502–527, 2014. Citado na página 81.
- MCCORD, M. Technology acceptance model. In: **Handbook of research on electronic surveys and measurements**. [S.l.]: IGI Global, 2007. p. 306–308. Citado na página 113.
- MCKENZIE, T.; MORALES-TRUJILLO, M.; LUKOSCH, S.; HOERMANN, S. Is agile not agile enough? a study on how agile is applied and misapplied in the video game development industry. In: IEEE. **2021 IEEE/ACM Joint 15th International Conference on Software and System Processes (ICSSP) and 16th ACM/IEEE International Conference on Global Software Engineering (ICGSE)**. [S.l.], 2021. p. 94–105. Citado 2 vezes nas páginas 59 e 60.

MEDVEDEV, D.; AKSYONOV, K. The development of a simulation model for assessing the ci/cd pipeline quality in the development of information systems based on a multi-agent approach. In: EDP SCIENCES. **MATEC Web of Conferences**. [S.l.], 2021. v. 346, p. 03095. Citado na página 66.

MEHCIZ, J. **Integrating Digital Accessibility in Document Creation Tools**. Tese (Doutorado) — Leiden Institute of Advanced Computer Science (LIACS), Leiden, June 2023. Disponível em: <<https://theses.liacs.nl/pdf/2022-2023-MehcizJ.pdf>>. Citado na página 103.

MEIRELLES, T. d. O. M. **Revisão sistemática sobre características e eficácia de jogos sérios para pessoas com autismo**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil, 2022. Orientador: Ederaldo José Lopes. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/36462>>. Citado na página 78.

MERODE, H. van. **Continuous Integration (CI) and Continuous Delivery (CD): a practical guide to designing and developing pipelines**. [S.l.]: Springer, 2023. Citado na página 66.

MI, L.; LI, C.; DU, P.; ZHU, J.; YUAN, X.; LI, Z. Construction and application of an automatic document generation model. In: IEEE. **2018 26th International Conference on Geoinformatics**. [S.l.], 2018. p. 1–6. Citado na página 104.

MIGUEL, J.; HONDA, F.; PESSOA, M.; PIRES, F. Vórtex numérico: Um jogo educacional para exercitar operações básicas e pensamento computacional. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)**. [S.l.], 2024. p. 1082–1093. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 33.

Ministério da Educação (Brasil). **Computação na Educação Básica – Complemento à BNCC**. 2022. <<http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file>>. Anexo ao Parecer CNE/CEB nº 2/2022, aprovado em 17 de fevereiro de 2022. Citado 5 vezes nas páginas 83, 84, 85, 87 e 92.

MIRONOV, V.; GUSARENKO, A.; YUSUPOVA, N.; SMETANIN, Y. Json documents processing using situation-oriented databases. **Acta Polytechnica Hungarica**, Budapest Tech Polytechnic Institution, v. 17, n. 8, p. 29–40, 2020. Citado na página 105.

MISHRA, P.; DIWAN, C.; SRINIVASA, S.; SRINIVASARAGHAVAN, G. Ai based approach to trailer generation for online educational courses. **CSI Transactions on ICT**, Springer, v. 11, n. 4, p. 193–201, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 44 e 45.

MITCHELL, B. **Game Design Essentials**. Wiley, 2012. (ITPro collection). ISBN 9781118239339. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=UZglGi-MDZIC>>. Citado 2 vezes nas páginas 69 e 133.

MOLONEY, G. The evolution and growth of engineering documents for consumer engagement. In: **Proceedings of the ACM Symposium on Document Engineering 2023**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 1–1. Citado na página 103.

- MOORE, M. **Basics of Game Design**. CRC Press, 2016. ISBN 9781439867761. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=E9JG6JjPU-sC>>. Citado na página 133.
- MORENO, D. A. Logic think: game design document de um jogo para o desenvolvimento do pensamento computacional. 2024. Citado 3 vezes nas páginas 22, 30 e 32.
- MORRISON, G. R.; ROSS, S. J.; MORRISON, J. R.; KALMAN, H. K. **Designing effective instruction**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2019. Citado na página 63.
- MOTTA, R. L.; JUNIOR, J. T. Short game design document (sgdd). **Proceedings of SBGames**, v. 2013, p. 115–121, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 69 e 74.
- MUBARKOOT, M.; ALTMANN, J.; RASTI-BARZOKI, M.; EGGER, B.; LEE, H. Software compliance requirements, factors, and policies: A systematic literature review. **Computers & Security**, Elsevier, v. 124, p. 102985, 2023. Citado na página 112.
- MUHAMMAD, N. R. —, , . Dissertação (Thesis or Dissertation) — Japan Advanced Institute of Science and Technology, June 2023. Supervisor: Hiroshi Iida, School of Advanced Science and Technology, Ph.D. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10119/18704>>. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 54.
- MUNGUIA, O. Montes de O.; PANNELL, D. J.; LLEWELLYN, R. Understanding the adoption of innovations in agriculture: A review of selected conceptual models. **Agronomy**, MDPI, v. 11, n. 1, p. 139, 2021. Citado na página 117.
- MURTA, R. V. **Science4Pandemics: Serious Game Design**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade de Coimbra, 2023. Disponível em: <<https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/107847>>. Citado 2 vezes nas páginas 50 e 54.
- MUSTAFA, N. K.; IBRAHIM, R.; AIZUDDIN, A. N.; ALJUNID, S. M.; AWANG, Z. Critical success factors and acceptance of the casemix system implementation within the total hospital information system: Exploratory factor analysis of a pilot study. **JMIR Formative Research**, JMIR Publications Toronto, Canada, v. 8, p. e56898, 2024. Citado na página 119.
- NAEEM, M.; JAWAID, S. T.; MUSTAFA, S. Evolution of modified tam associated with e-banking services adoption: a systematic prisma review from 1975 to 2021. **Journal of Modelling in Management**, Emerald Publishing Limited, v. 18, n. 3, p. 942–972, 2023. Citado na página 112.
- NASCIMENTO, F. A.; SANTOS, A. M. dos; MERCURI, J. L.; MELO, R. J. de; SILVA, P. R. de O. O pensamento computacional e a bncc na formação docente do ensino médio. **IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)**, IOSR Journals, v. 26, n. 4, p. 46–54, April 2024. E-ISSN: 2278-487X, p-ISSN: 2319-7668. Série 7. Disponível em: <<https://iosrjournals.org/iosr-jbm/papers/Vol26-issue4/Ser-7/G2604074654.pdf>>. Citado na página 83.
- NASCIMENTO, M. G.; FREITAS, R. G.; TRINDADE, G. M. Algoritmos com seleção condicional com o software robomind para o 5º ano do ensino fundamental i. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB)**. [S.l.], 2024. p. 235–238. Citado na página 92.

- NATUCCI, G. C.; BORGES, M. A. The experience, dynamics and artifacts framework: towards a holistic model for designing serious and entertainment games. In: IEEE. **2021 IEEE conference on games (CoG)**. [S.l.], 2021. p. 1–8. Citado 2 vezes nas páginas 61 e 63.
- NAWAZ, S. Distinguishing between effectual, ineffectual, and problematic smartphone use: a comprehensive review and conceptual pathways model for future research. **Computers in Human Behavior Reports**, Elsevier, p. 100424, 2024. Citado na página 116.
- NEAL, R. M. **Pattern recognition and machine learning**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2007. Citado na página 88.
- NELSON, D.; ANNETTA, L. A. Creating disruptive innovators: Serious educational game design on the technology and engineering spectrum. In: **Connecting Science and Engineering Education Practices in Meaningful Ways: Building Bridges**. [S.l.]: Springer, 2016. p. 3–17. Citado na página 63.
- NETO, B.; ARANHA, E. Uma avaliação de documentos de game design escritos por alunos. In: SBC. **Workshop de Informática na Escola (WIE)**. [S.l.], 2023. p. 648–658. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 33.
- NETO, B. d. S. R.; VIRGOLINO, A. B.; FERREIRA, D. A.; SILVA, M. V. B. da. Na onda do pitiú: uma abordagem de educação ambiental gamificada no contexto amazônico. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. [S.l.: s.n.], 2019. v. 30, n. 1, p. 813. Citado na página 106.
- NETO, C. d. S. S. **Autoria de Documentos Hipermídia Orientada a Templates**. Tese (Doutorado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, September 2010. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=17062@1>>. Citado na página 102.
- NETO, C. d. S. S.; SOARES, L. F. G.; SOUZA, C. S. de. Tal-linguagem para autoria de templates de documentos hipermídia. In: SBC. **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web**. [S.l.], 2010. p. 147–154. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 103.
- NETO, M. F. da S.; ODAKURA, V. V. V. A. Viral goritmos: jogo educacional para ensino e aprendizagem de algoritmos. **Anais do Computer on the Beach**, v. 16, p. 317–324, 2025. Citado 3 vezes nas páginas 31, 33 e 124.
- NICOLETTI, M.; SUEMASU, E. Thoughts on computational thinking. **Academia Letters**, p. 2, 2021. Citado na página 89.
- NIEMELÄ, P. From legos and logos to lambda: A hypothetical learning trajectory for computational thinking. Tampere University of Technology, 2018. Citado na página 87.
- NIEMELÄ, J. **A Systematic Mapping Study of Crunch Time in Video Game Development**. Dissertação (Master's thesis) — University of Oulu, Oulu, Finland, 2021. URN:NBN:fi:oulu-202106178507. Disponível em: <<https://oulurepo.oulu.fi/handle/10024/18501>>. Citado na página 67.

NIPO, D. T.; RODRIGUES, R. L.; FRANÇA, R. Jogando e pensando: Aprendendo pensamento computacional com jogos de entretenimento. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. [S.l.], 2022. p. 573–584. Citado na página 81.

NISHIKAWA-PACHER, A. Research questions with pico: a universal mnemonic. **Publications**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 10, n. 3, p. 21, 2022. Citado na página 25.

NIXON, J.; WOLPAW, T.; SCHWARTZ, A.; DUFFY, B.; MENK, J.; BORDAGE, G. Snapps-plus: an educational prescription for students to facilitate formulating and answering clinical questions. **Academic Medicine**, LWW, v. 89, n. 8, p. 1174–1179, 2014. Citado na página 25.

NOORBEHBAHANI, F. 2dp: A new process for digital game and digital gamification development. **International Journal of Web Research**, University of Science and Culture, v. 7, n. 1, p. 1–17, 2024. Citado na página 57.

NOURI, J.; ZHANG, L.; MANNILA, L.; NORÉN, E. Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in k-9. **Education Inquiry**, Taylor & Francis, v. 11, n. 1, p. 1–17, 2020. Citado na página 22.

Nova Escola. **Entenda o que é a BNCC Computacional e como ela impacta o ensino de tecnologia nas escolas**. 2023. Publicado em 5 de outubro de 2023. Acesso em 12 de junho de 2025. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/21884/entenda-bncc-computacional-tecnologia-educacao>>. Citado na página 83.

NUNNALLY, J.; BERNSTEIN, I. **Psychometric Theory**. McGraw-Hill Companies, Incorporated, 1994. (McGraw-Hill series in psychology, no. 972). ISBN 9780070478497. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=r0fuAAAAMAAJ>>. Citado 2 vezes nas páginas 118 e 119.

OBERTOP, C. **Developing Indie Games With Agile**. Undergraduate Honors Thesis — University of Nebraska – Lincoln, April 2022. Thesis submitted to the Honors Program. Copyright Camden Obertop 2022. Disponível em: <<https://digitalcommons.unl.edu/honorstheses/472/>>. Citado 3 vezes nas páginas 58, 59 e 60.

O'BRIEN, H. L.; TOMS, E. G. What is user engagement? a conceptual framework for defining user engagement with technology. **Journal of the American society for Information Science and Technology**, Wiley Online Library, v. 59, n. 6, p. 938–955, 2008. Citado na página 62.

OLEJNICZAK, K.; NEWCOMER, K. E.; MEIJER, S. A. Advancing evaluation practice with serious games. **American Journal of Evaluation**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 41, n. 3, p. 339–366, 2020. Citado na página 81.

OLIVEIRA, D. H. I. de; MENEGASSO, M. G. de L.; SILVA, T. R. L. da; COSTA, M. L. F. Bncc computação e as tecnologias educacionais na educação básica: Relato de experiência e boas práticas. **Anais CIET: Horizonte**, 2024. Citado na página 85.

OLIVEIRA, P. do N.; FRANÇA, R. S. de. Análise do ensino de computação nas escolas das cidades camaragibe e são lourenço da mata da gre metro sul-pe. In: SBC. **Workshop de Informática na Escola (WIE)**. [S.l.], 2024. p. 405–416. Citado na página 84.

OLLILA, E. M.; SUOMELA, R.; HOLOPAINEN, J. Using prototypes in early pervasive game development. **Computers in Entertainment (CIE)**, ACM New York, NY, USA, v. 6, n. 2, p. 1–17, 2008. Citado na página 62.

OPENAI. **Preços da API**. 2025. Disponível em: <<https://openai.com/pt-BR/api/pricing/>>. Citado na página 142.

OSORIO, D. **How to Design Your One Page**. 2016. Acesso em: 6 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.gamedeveloper.com/business/how-to-design-your-one-page>>. Citado 2 vezes nas páginas 70 e 71.

OYETADE, K.; HARMSE, A.; ZUVA, T. Factors influencing students' use of e-learning technologies. **International Journal of Learning, Teaching and Educational Research**, v. 22, n. 9, p. 617–632, 2023. Citado na página 119.

PAGE, C. **Software engineering**. [S.l.]: Larsen and Keller Education, 2017. Citado na página 74.

PALACIOS-ALONSO, D.; URQUIZA-FUENTES, J.; VELÁZQUEZ-ITURBIDE, J. Á.; GUILLÉN-GARCÍA, J. Experiences and proposals of use of generative ai in advanced software courses. In: IEEE. **2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. [S.l.], 2024. p. 1–10. Citado 2 vezes nas páginas 51 e 54.

PAPERT, S. **Children, computers, and powerful ideas**. [S.l.]: Harvester Eugene, OR, USA, 1980. v. 10. Citado na página 84.

PARK, D. Y.; GOERING, E. M.; HEAD, K. J.; ELLIS, R. J. B. Implications for training on smartphone medication reminder app use by adults with chronic conditions: pilot study applying the technology acceptance model. **JMIR formative research**, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 1, n. 1, p. e8027, 2017. Citado na página 120.

PARNAS, D. L. On the criteria to be used in decomposing systems into modules. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 15, n. 12, p. 1053–1058, 1972. Citado na página 74.

PEDERSEN, R. **Game Design Foundations**. Jones & Bartlett Learning, 2009. ISBN 9781449663926. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=0flChIjb9IIC>>. Citado 2 vezes nas páginas 69 e 133.

PEFFERS, K.; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, Taylor & Francis, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007. Citado 5 vezes nas páginas 96, 97, 99, 100 e 102.

PELETTI, R. B. Micro dentista: Um jogo digital aplicado a saúde bucal. **XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, Teresina. Brasil**, p. 304–312, 2015. Citado na página 106.

PENA, S. B. N. Contributo dos jogos sérios no aprendizado da lógica: um estudo de caso no ensino técnico-profissional. **Saberes Compartilhados: Reflexões e práticas em uma Comunidade de Aprendizagem**, p. 72, 2025. Citado na página 82.

PENG, R.; RAZAK, R. A.; HALILI, S. H. Investigating the factors affecting ict integration of in-service teachers in henan province, china: structural equation modeling. **Humanities and Social Sciences Communications**, Palgrave, v. 10, n. 1, p. 1–11, 2023. Citado na página 120.

PEREIRA, W. G.; FRANÇA, R. S. de. Ensino de computação na educação básica: Onde está paulo freire? In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. [S.l.], 2022. p. 1404–1414. Citado na página 86.

PEREIRA, W. S.; CYSNEIROS, G.; AGUIAR, Y. P. C. Diretrizes para o desenvolvimento de serious games: Um mapeamento sistemático da literatura. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. [S.l.: s.n.], 2019. v. 30, n. 1, p. 714. Citado na página 78.

PÉREZ-COLADO, V. M.; PÉREZ-COLADO, I. J.; FREIRE-MORÁN, M.; MARTINEZ-ORTIZ, I.; FERNANDEZ-MANJÓN, B. A tool supported approach for teaching serious game learning analytics. In: IEEE. **2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. [S.l.], 2021. p. 1–8. Citado 3 vezes nas páginas 27, 32 e 124.

PETERSEN, F. South african diabetic patients' use of mobile applications for physical activity: An age comparison. **Information Development**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 41, n. 1, p. 24–36, 2025. Citado 2 vezes nas páginas 118 e 120.

PHANG, C. **XML: A Quick Guide to All Aspects**. Chong Lip Phang, 2022. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=PT6XEAAAQBAJ>>. Citado 2 vezes nas páginas 102 e 104.

PINTO-SANTOS, F.; ALIZADEH-SANI, Z.; ALONSO-MORO, D.; GONZÁLEZ-BRIONES, A.; CHAMOSO, P.; CORCHADO, J. M. A template-based approach to code generation within an agent paradigm. In: SPRINGER. **Highlights in Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems, and Social Good. The PAAMS Collection: International Workshops of PAAMS 2021, Salamanca, Spain, October 6–9, 2021, Proceedings 19**. [S.l.], 2021. p. 296–307. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 103.

PLECHATÁ, A.; NEKOVÁŘOVÁ, T.; FAJNEROVÁ, I. What is the future for immersive virtual reality in memory rehabilitation? a systematic review. **NeuroRehabilitation**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 48, n. 4, p. 389–412, 2021. Citado na página 78.

POHLMANN-EDEN, B.; EDEN, S. C. et al. Document-engineering methodology in health care: An innovative behavioral science–based approach to improve patient empowerment. **JMIR Human Factors**, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 7, n. 3, p. e19196, 2020. Citado na página 102.

POLLOK, P.; AMFT, A.; DIENER, K.; LÜTTGENS, D.; PILLER, F. T. Knowledge diversity and team creativity: How hobbyists beat professional designers in creating novel board games. **Research Policy**, Elsevier, v. 50, n. 8, p. 104174, 2021. Citado na página 62.

POO, D.; KIONG, D.; ASHOK, S. **Object-oriented programming and Java**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2007. Citado 2 vezes nas páginas 89 e 90.

PRESSMAN, R.; MAXIM, B. **Software Engineering: A Practitioner's Approach**. McGraw-Hill Education, 2020. ISBN 9781260548006. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=talKxAEACAAJ>>. Citado 2 vezes nas páginas 74 e 102.

QIAN, Y.; CHOI, I. Tracing the essence: ways to develop abstraction in computational thinking. **Educational technology research and development**, Springer, v. 71, n. 3, p. 1055–1078, 2023. Citado na página 89.

QUINT, V.; NANARD, M.; ANDRÉ, J. Towards document engineering. In: **EP 90, Proceedings of the International Conference on Electronic Publishing, Document Manipulation, & Typography**. [S.l.: s.n.], 1990. p. 17–29. Citado na página 102.

RABOWSKY, B. **Interactive entertainment: A videogame industry guide**. [S.l.]: gameindustrybook, 2010. Citado na página 57.

RADWAN, S. E. Using electronic educational games to enhance achievement and retention of learning in mathematics for primary stage pupils. **Journal of the Faculty of Education, Mansoura University** (), Mansoura University, Faculty of Education (), v. 122, n. 4, p. 55–80, 2023. Citado na página 80.

RAHADIANTO, I. D. Game simulasi manajemen produksi game dengan metode agile development. **Jurnal Penelitian Pendidikan**, v. 21, n. 2, p. 49–65, 2021. Citado na página 59.

RAHIMI, B.; NADRI, H.; AFSHAR, H. L.; TIMPKA, T. A systematic review of the technology acceptance model in health informatics. **Applied clinical informatics**, Georg Thieme Verlag KG, v. 9, n. 03, p. 604–634, 2018. Citado na página 117.

RAMALHO, B.; VICENTE, M.; ESCOBAR, H.; GAMA, S.; CARNIDE, F.; BAPTISTA, F.; DINIZ, J. A.; HADJILEONTIADIS, L.; DIAS, S. B. Developing exergames for psoriatic arthritis using agile storyboarding and game design processes. In: **Proceedings of the 17th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments**. [S.l.: s.n.], 2024. p. 569–575. Citado na página 64.

RAMOS, C. M. et al. Adoção de tecnologias da informação no instituto federal de alagoas: estudo sobre a conversão dos processos físicos para o formato eletrônico a partir da teoria unificada de aceitação e uso da tecnologia (utaut). Universidade Federal de Alagoas, 2024. Citado na página 112.

RAO, G.; LOPEZ-JIMENEZ, F.; BOYD, J.; D'AMICO, F.; DURANT, N. H.; HLATKY, M. A.; HOWARD, G.; KIRLEY, K.; MASI, C.; POWELL-WILEY, T. M. et al. Methodological standards for meta-analyses and qualitative systematic reviews of cardiac prevention and treatment studies: a scientific statement from the american heart association. **Circulation**, Lippincott Williams & Wilkins Hagerstown, MD, v. 136, n. 10, p. e172–e194, 2017. Citado na página 25.

RAUSCHNABEL, P. A.; ROSSMANN, A.; DIECK, M. C. tom. An adoption framework for mobile augmented reality games: The case of pokémon go. **Computers in human behavior**, Elsevier, v. 76, p. 276–286, 2017. Citado na página 66.

RAYBOURN, E. M.; BOS, N. Design and evaluation challenges of serious games. In: **CHI'05 extended abstracts on human factors in computing systems**. [S.l.: s.n.], 2005. p. 2049–2050. Citado na página 80.

RAZAK, F. N. A.; KAMSIN, A.; RAHMAN, H. Predicting stem learners' performance in serious games for computational thinking using game learning analytics framework. **MCCSIS 2024**, p. 31, 2024. Citado na página [64](#).

RAZALI, N. E. M.; RAMLI, R. Z.; MOHAMED, H.; ZIN, N. A. M.; ROSDI, F.; DIAH, N. M. Identifying and validating game design elements in serious game guideline for climate change. **Heliyon**, Elsevier, v. 8, n. 1, 2022. Citado na página [110](#).

RÊGO, I. C. B.; PORTELA, C. dos S.; OLIVEIRA, S. R. B. Creation and evaluation methods of game design document: Results of a systematic literature review métodos de criação e avaliação do game design document: Resultados de uma revisão sistemática da literatura. In: **17th CONTECSI-International Conference on Information Systems and Technology Management Virtual**. [S.l.: s.n.], 2020. Citado 5 vezes nas páginas [22](#), [106](#), [107](#), [108](#) e [110](#).

RESNICK, M.; MALONEY, J.; MONROY-HERNÁNDEZ, A.; RUSK, N.; EASTMOND, E.; BRENNAN, K.; MILLNER, A.; ROSENBAUM, E.; SILVER, J.; SILVERMAN, B. et al. Scratch: programming for all. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 52, n. 11, p. 60–67, 2009. Citado na página [91](#).

RIBEIRO, L.; CAVALHEIRO, S. A. da C.; FOSS, L.; CRUZ, M. E. J. K. da; FRANÇA, R. S. de. Proposta para implantação do ensino de computação na educação básica no brasil. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. [S.l.], 2022. p. 278–288. Citado na página [92](#).

RIBEIRO, L.; GRANVILLE, L. Z.; SEREY, D.; CAVALHEIRO, S. A. da C. Diretrizes de ensino de computação na educação básica. **Letramento em Programação: Relatos de Experiência e Artigos Científicos**, v. 62, 2022. Citado na página [85](#).

RICH, P. J.; EGAN, G.; ELLSWORTH, J. A framework for decomposition in computational thinking. In: **Proceedings of the 2019 ACM conference on innovation and technology in computer science education**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 416–421. Citado 2 vezes nas páginas [87](#) e [88](#).

RIJKE, W. J.; BOLLEN, L.; EYSINK, T. H.; TOLBOOM, J. L. Computational thinking in primary school: An examination of abstraction and decomposition in different age groups. **Informatics in education**, Vilnius University Institute of Data Science and Digital Technologies, v. 17, n. 1, p. 77–92, 2018. Citado 4 vezes nas páginas [87](#), [88](#), [89](#) e [135](#).

RIVERA-USCANGA, G. J.; ROSALES-MORALES, V. Y.; BENÍTEZ-GUERRERO, E. I. Learning analytics applied to serious games: A systematic literature review. In: SPRINGER. **Latin American Conference on Learning Technologies**. [S.l.], 2025. p. 209–220. Citado na página [81](#).

ROBEY, D.; FARROW, D. User involvement in information system development: A conflict model and empirical test. **Management science**, INFORMS, v. 28, n. 1, p. 73–85, 1982. Citado na página [112](#).

RODRIGUES, J. G. C. **Gamificação em Aulas de Matemática: um Processo de Integração de Tecnologias Digitais ao Currículo**. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Educação Matemática) — Universidade Federal do Mato Grosso do

Sul, Campo Grande, MS, Brasil, Março 2022. Orientadora: Prof.^a Dr. Suely Scherer. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/4631>>. Citado na página 82.

RODRIGUES, P.; RODRIGUES, R. Design de um aplicativo para o ensino de inglês para crianças. **SBC–Proceedings of SBGames**, 2016. Citado na página 106.

ROEDAVAN, R.; PUDJOATMODJO, B.; SIRADJ, Y.; SALAM, S.; HARDIANTI, B. Serious game development model based on the game-based learning foundation. **Journal of ICT Research & Applications**, v. 15, n. 3, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 60 e 63.

ROFFI, A.; LUCAS, E. R. O.; CHAGAS, E. B. das; MACEDO, F. B. F. de; CECCATO, F. R.; ESTEVES, G. A. S.; SILVA, I. F. da; OLIVEIRA, I. S. da S.; GIL, J. M. S.; GOEDERT, L. et al. **Competências digitais e digital storytelling: práticas e narrativas na formação docente**. [S.l.]: Pimenta Cultural, 2023. Citado na página 85.

ROGERS, S. **Level Up!: The Guide to Great Video Game Design**. Wiley, 2010. ISBN 9780470970928. Disponível em: <https://books.google.pt/books?id=8w_ETFmHrewC>. Citado 7 vezes nas páginas 69, 70, 71, 73, 74, 106 e 133.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de Interação - 3ed.** Bookman Editora, 2013. ISBN 9788582600085. Disponível em: <https://books.google.pt/books?id=d_s4AgAAQBAJ>. Citado 2 vezes nas páginas 74 e 75.

ROLLINGS, A.; MORRIS, D. **Game Architecture and Design**. Indianapolis, IN: New Riders Publishing, 2003. Disponível online. ISBN 978-1-59273-004-0. Disponível em: <<https://www.ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/6217/1/5.pdf>>. Citado na página 63.

ROSA, T. d. A.; TERÇARIOL, A. A. d. L.; IKESHOJI, E. A. B. Steam, projetos e o pensamento computacional nos anos iniciais do ensino fundamental: contribuições para uma educação disruptiva. **Eccos Revista Científica**, Universidade Nove de Julho-UNINOVE, n. 65, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 93 e 94.

ROSE, E. J.; REIMER, C. Iteration. In: THAM, J. (Ed.). **Design Thinking in Technical Communication: Solving Problems through Making and Collaboration**. The WAC Clearinghouse; University Press of Colorado, 2022. cap. 6, p. 45–52. Licenciado sob Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Disponível em: <<https://wac.colostate.edu/docs/books/design/chapter6.pdf>>. Citado na página 112.

ROUSE, R. **Game Design: Theory and Practice, Second Edition: Theory and Practice, Second Edition**. Jones & Bartlett Learning, 2004. ISBN 9781449633455. Disponível em: <https://books.google.pt/books?id=tGePP1Nu_P8C>. Citado na página 74.

ROZEN, R. V.; DORMANS, J. Adapting game mechanics with micro-machinations. In: SOCIETY FOR THE ADVANCEMENT OF THE SCIENCE OF DIGITAL GAMES. **Foundations of Digital Games**. [S.l.], 2014. Citado na página 133.

ROZEN, R. van. Live game design: Prototyping at the speed of play. In: **Proceedings of the 20th International Conference on the Foundations of Digital Games**. [S.l.: s.n.], 2025. p. 1–12. Citado na página 58.

RUTES, W. D.; OLIVEIRA, H. C.; SILVA, A. T.; HOUNSELL, D. d. S. The nos: Um jogo sério persuasivo para prevenção ao uso de drogas por crianças e adolescentes. **XIV Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital–SBGAMES**, 2015. Citado na página 110.

SAARINEN, L. **Generative AI in Software Development: Developing an ordering system using ChatGPT and GitHub Copilot**. Dissertação (Master's thesis) — Tampere University, Faculty of Information Technology and Communication Sciences, out. 2024. URN: URN:NBN:fi:tuni-202410179342. Disponível em: <<https://trepo.tuni.fi/handle/10024/160928>>. Citado 3 vezes nas páginas 22, 41 e 45.

SALDARRIAGA, S. **Identifying Key Design Elements for Developing Educational Games: A Game-Based Learning Approach in STEAM Education**. Vancouver, Canada, 2025. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.14288/1.0448894>>. Citado na página 80.

SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. **Rules of Play: Game Design Fundamentals**. MIT Press, 2003. (ITPro collection). ISBN 9780262240451. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=YrT4DwAAQBAJ>>. Citado 2 vezes nas páginas 75 e 133.

SALLES, G. D.; DERKASCZ, T. K.; BORGES, H. B.; MATOS, S. N.; TORRENS, I. C.; MIZERSKI, H. J. C. Ensino da educação financeira para pessoas com deficiência intelectual usando o jogo dominó monetário. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. [S.l.], 2023. p. 1030–1039. Citado 2 vezes nas páginas 77 e 82.

SANTELLA, I.; TERÇARIOL, A. A. de L.; IKESHOJI, E. A. B. Do pensamento computacional desplugado ao plugado no processo de aprendizagem da matemática. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC**, v. 21, n. 1, p. 75–95, 2022. Citado na página 94.

SANTOS, A. C. G.; NASCIMENTO, I. M. do; OLIVEIRA, W. Da bncc à bncc computação: Histórico, afinidades e desafios na implementação de um currículo único. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)**. [S.l.], 2023. p. 52–53. Citado 2 vezes nas páginas 83 e 84.

SANTOS, A. dos; OLIVEIRA, R. R. A. de. Gd 05-metodologias ativas de aprendizagem e jogos didáticos no ensino de sociologia. In: **Congresso Nacional da ABECS**. [S.l.: s.n.], 2022. p. 122–142. Citado na página 81.

SANTOS, J. B. M. dos; NASCIMENTO, S. M.; RIQUE, T. P. Zeroum: um jogo sério para aprender números binários. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 41231–41250, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.

SANTOS, L. C. B.; FRANQUEIRA, A. da S.; LIMA, V. V.; NASCIMENTO, C. A. M.; VALADARES, W. R. C.; SOUZA, G. A. Nunes Alves de. Explorando o impacto educativo e lúdico do lightbot: Uma abordagem divertida para o ensino de algoritmos na educação infantil. **Revista Foco (Interdisciplinary Studies Journal)**, v. 16, n. 12, 2023. Citado na página 135.

SANTOS, S. L. T. dos; BÍSCARO, H. H. Revisão sistemática sobre a utilização de jogos sérios na aprendizagem de matemática. **CQD-Revista Eletrônica Paulista de Matemática**, 2019. Citado na página 81.

- SANTOS, W. L.; FONSECA, M. R.; ALVES, M. M. S.; RODRIGUES, B. M. Cultura digital e bncc: contradições e desafios para a prática docente digital culture and bncc: contradictions and challenges for teaching practice. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 55908–55921, 2021. Citado na página 84.
- SANZ, C. V.; ARTOLA, V.; BALDASSARRI, S. Developing educational serious games as a proposal for university training in the area of child computer interaction. **International Journal of Child-Computer Interaction**, Elsevier, v. 41, p. 100672, 2024. Citado na página 80.
- ŠAŠALOVÁ, V.; MACÁK, M. Digital games as a tool for gender education: The position of educational games and independent works in the gaming market. **Communication Today**, v. 16, n. 1, 2025. Citado na página 68.
- SAUKKONEN, J. **Game Design Documentation Practices in the Video Game Industry**. 28 p. Dissertação (Bachelor's thesis) — Tampere University of Applied Sciences, December 2024. Degree Programme in Business Information Systems, Specialization in Games Production. URN:NBN:fi:amk-2024120933985. Disponível em: <<https://www.theseus.fi/handle/10024/873845>>. Citado na página 106.
- SCHAFFER, O.; FANG, X. Player experience. In: **Human-computer interaction in various application domains**. [S.l.]: CRC Press, 2024. p. 173–193. Citado na página 58.
- SCHEIN, K. E.; RAUSCHNABEL, P. A. Augmented reality in manufacturing: Exploring workers' perceptions of barriers. **IEEE Transactions on Engineering Management**, IEEE, v. 70, n. 10, p. 3344–3357, 2021. Citado na página 120.
- SCHIAVENATO, M.; CHU, F. Pico: What it is and what it is not. **Nurse education in practice**, Elsevier, v. 56, p. 103194, 2021. Citado na página 25.
- SCHULDT, J.; NIEGEMANN, H. Instructional design for digital game-based learning. **Game-based Learning Across the Disciplines**, Springer, p. 299–319, 2021. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 64.
- SEIN, M. K.; HENFRIDSSON, O.; PURAO, S.; ROSSI, M.; LINDGREN, R. Action design research. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 37–56, 2011. Citado 2 vezes nas páginas 97 e 99.
- SEMENCHENKO, N.; MELNYCHUK, V.; ZAPOROZHCHENKO, A.; MOLCHANOV, M. Video game industry as a part of creative and digital economics. **Norwegian Journal of development of the International Science No**, v. 155, p. 51, 2025. Citado na página 66.
- SEMENTOV, V.; ARISHIN, S.; SEMENOV, G. Formal rules to produce object notation for express schema-driven data. **Programming and Computer Software**, Springer, v. 48, n. 7, p. 455–468, 2022. Citado na página 105.
- SETIAWAN, A.; ABIDIN, Z.; RAHAYU, S. R. Adapting the learning mechanics and game mechanics model framework into a serious game for external male genitalia education. In: IEEE. **Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technology and Community (ICITCOM)**. [S.l.]: IEEE, 2023. Citado na página 80.

Shutterstock. **Thailand - December 2017: Young Asian boy playing coding robot in science classroom.** 2017. Acesso em: 12 jun. 2025. Disponível em: <<https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/thailand-december-2017-young-asian-boy-772341850>>. Citado na página 92.

SIAH, P. C.; OOI, C. S.; ZAMAN, W. B.; LOW, S. K. Social networking sites usage and quality of life among senior citizens. **Asian Journal of Social Health and Behavior**, Medknow, v. 6, n. 2, p. 79–85, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 119 e 120.

SIEGEL, D. J. Using documate to automate document creation. **Law Prac.**, HeinOnline, v. 46, p. 22, 2020. Citado na página 103.

SILVA, A. L. da; SILVA, D. T. da. Proposta de um framework ágil para gestão de projetos de desenvolvimento de jogos eletrônicos. **Revista Empreenda UniToledo Gestão, Tecnologia e Gastronomia**, v. 1, n. 1, 2017. Citado na página 59.

SILVA, B. P.; SILVA, A. L. M. M. da; XAVIER, L. E. O uso do celular no processo de ensino aprendizagem. **REVISTA FOCO**, v. 18, n. 4, p. e8292–e8292, 2025. Citado na página 86.

SILVA, E. C. **Da ideia ao jogo digital: uma proposta de integração curricular no itinerário técnico e profissional do novo ensino médio.** Dissertação (Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação em Tecnologias Educacionais)) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, setembro 2024. Orientador: Kleber Tavares Fernandes. Defesa em 25 de setembro de 2024. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/60852>>. Citado na página 82.

SILVA, F. F. da; LEME, M. H. C.; ZANELLA, A. F.; GUERINO, G. C.; BALANCIERI, R.; LEAL, G. C. L. User experience techniques adopted by brazilian game development studios: An exploratory study. **International Journal of Computer Games Technology**, Wiley Online Library, v. 2024, n. 1, p. 1857881, 2024. Citado na página 111.

SILVA, J. D. A. da; SILVA, L. O. da. Educomunicação na promoção da cultura digital nos anos iniciais do ensino fundamental. **Cadernos da Pedagogia**, v. 18, n. 42, 2024. Citado na página 85.

SILVA, L. H. d. L.; FRANÇA, R. S. de. Educação para a cidadania digital: Um mapeamento sobre as práticas de ensino para promover a segurança e a privacidade de dados. In: SBC. **Workshop sobre Educação em Computação (WEI)**. [S.l.], 2023. p. 533–544. Citado 2 vezes nas páginas 85 e 86.

SILVA, P. Davis' technology acceptance model (tam)(1989). **Information seeking behavior and technology adoption: Theories and trends**, IGI Global, p. 205–219, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 113 e 114.

SILVA, W. K. d. M. **Comportamento do consumidor no processo de compra e a influência das ferramentas de inteligência artificial.** Tese (Tese de Doutorado) — Universidade Federal da Paraíba, fevereiro 2023. Programa de Pós-Graduação em Administração, Centro de Ciências Sociais e Aplicadas (CCSA). Acesso aberto sob licença CC BY-ND 3.0 BR. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/28122>>. Citado na página 112.

SILVEIRA, B. S. da C.; HORTO, Y. F. S. “nativos digitais”: Será? a falsa interpretação que leva à exclusão digital na educação brasileira. **Anais CIET: Horizonte**, 2024. Citado na página 86.

SILVÉRIO, J. A. O. **Engagement Design for Indie Game Development**. Dissertação (Master's thesis) — Universidade de Aveiro, 2021. ProQuest Dissertations Theses Global, ID: 31478694. Disponível em: <<https://www.proquest.com/openview/b12a31bd9edc48620b3d66dd12f68baf/1?cbl=2026366&diss=y&pq-origsite=gscholar>>. Citado 2 vezes nas páginas 62 e 67.

SIMON, B. Critical theory, political economy and game studies: A review of games of empire: Global capitalism and video games. **Game Studies**, v. 11, n. 2, 2011. Citado na página 66.

SINGH, N.; SINHA, N.; LIÉBANA-CABANILLAS, F. J. Determining factors in the adoption and recommendation of mobile wallet services in india: Analysis of the effect of innovativeness, stress to use and social influence. **International Journal of Information Management**, Elsevier, v. 50, p. 191–205, 2020. Citado na página 117.

SIVAKUMAR, I.; LOBNER, K.; WALDEN, R. L.; WEISS, C. R. Creating and publishing systematic reviews, meta-analyses, and scoping reviews: A 10-step guide for students and trainees. **Academic Radiology**, Elsevier, 2025. Citado na página 25.

SOARES, F.; SILVA, P. F. da. Computação na educação infantil: Possibilidades e desafios para a formação docente. **Revista da FUNDARTE**, v. 61, n. 61, p. e1388–e1388, 2024. Citado na página 85.

SOBOLEVA, E. V.; SABIROVA, E. G.; BABIEVA, N. S.; SERGEEVA, M. G.; TORKUNOVA, J. V. Formation of computational thinking skills using computer games in teaching mathematics. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, Modestum, v. 17, n. 10, p. em2012, 2021. Citado 3 vezes nas páginas 36, 37 e 38.

SOMMERVILLE, I. Software documentation. **Software engineering**, v. 2, p. 143–154, 2001. Citado na página 74.

SOMMERVILLE, I. **Software Engineering**. Pearson, 2016. (Always learning). ISBN 9780133943030. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=tW4VngEACAAJ>>. Citado 3 vezes nas páginas 58, 74 e 102.

SOUZA, E. d. S. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização), **Gamificação Híbrida em Matemática: a dualidade entre as abordagens digital e analógica no ensino**. Rio de Janeiro, Brasil: [s.n.], 2023. Curso de Especialização em Tecnologias Digitais Aplicadas ao Ensino. Orientador: Jailton Bartho dos Santos. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/20.500.12083/706>>. Citado na página 82.

SOUZA, J. G. R. D.; PRATES, R. O.; SANTOS, H. A. End-user game development environments for educators: Analyzing platforms. In: **Proceedings of the 22nd Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 134–142. Citado na página 60.

SOUZA, J. L. de; RIBEIRO, P.; VARANDAS, R. R. Integrando literatura e computação: Explorando o imaginário de ‘o rei artur’ com pensamento computacional, programação e o microcontrolador bbc micro: bit nos anos finais do ensino fundamental. In: SBC.

Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB). [S.l.], 2025. p. 40–45. Citado na página 92.

SOUZA, M. do R.; FALCÃO, T. P. Implantação do ensino de computação nas escolas do sertão do submédio são francisco: uma investigação do contexto regional. In: **SBC. Workshop de Informática na Escola (WIE)**. [S.l.], 2024. p. 536–548. Citado na página 84.

SOUZA, P. M. de; RODRIGUES, K. R. d. H.; NERIS, V. P. de A. Semth: An approach to the design of therapeutic digital games. In: **Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–11. Citado 3 vezes nas páginas 106, 108 e 109.

SPJUT, J. A generative ai game jam case study from october 2024. In: **Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops**. [S.l.: s.n.], 2025. p. 612–618. Citado 2 vezes nas páginas 47 e 52.

STANKOVIĆ, S. **Game Design for Free-to-Play Live Service**. [S.l.]: Springer, 2024. Citado na página 58.

STOJILJKOVIĆ, D. R.; MIHIĆ, M.; BJELICA, D. Performance analysis of indie gaming projects on crowdfunding platforms: evidence from kickstarter. com. **Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies**, v. 28, n. 3, p. 1–15, 2023. Citado na página 68.

STOREY, V. C.; BASKERVILLE, R. L.; KAUL, M. Reliability in design science research. **Information Systems Journal**, Wiley Online Library, v. 35, n. 3, p. 984–1014, 2025. Citado na página 97.

STRAUB, D. W. The effect of culture on it diffusion: E-mail and fax in japan and the us. **Information systems research**, INFORMS, v. 5, n. 1, p. 23–47, 1994. Citado na página 117.

Streamlit. **Get started**. 2024. Streamlit Docs. Disponível em: <<https://docs.streamlit.io/get-started>>. Citado na página 144.

STRECKER, S.; ROSENTHAL, K. Process modelling as serious game: design of a role-playing game for a corporate training. In: IEEE. **2016 IEEE 18th Conference on Business Informatics (CBI)**. [S.l.], 2016. v. 1, p. 228–237. Citado na página 106.

SUANDIQUE, T. M. H.; BEÇA, P.; ARESTA, M. A tool to support the creation of digital games to promote environmental awareness. In: IEEE. **2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**. [S.l.], 2021. p. 1–4. Citado 3 vezes nas páginas 27, 32 e 124.

SUSI, T.; JOHANNESSON, M.; BACKLUND, P. **Serious games: An overview**. [S.l.]: Institutionen för kommunikation och information, 2007. Citado na página 77.

SYAMSUDDIN, M. S. Developing a game that teach algorithmic thinking for education purposes. Universitas Islam Indonesia, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 29 e 32.

- TANG, Z.; YANG, Z.; WANG, G.; FANG, Y.; LIU, Y.; ZHU, C.; ZENG, M.; ZHANG, C.; BANSAL, M. Unifying vision, text, and layout for universal document processing. In: **Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition**. [S.l.: s.n.], 2023. p. 19254–19264. Citado na página 103.
- TAP, R. M.; ZIN, N. A. M.; SARIM, H. M.; DIAH, N. M. Creativity training model for game design. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, Science and Information (SAI) Organization Limited, v. 12, n. 5, 2021. Citado 5 vezes nas páginas 48, 53, 62, 185 e 186.
- TAVARES, T. E.; MARQUES, S. G.; CRUZ, M. K. da. Plugando o desplugado para ensino de computação na escola durante a pandemia do sars-cov-2. In: SBC. **Simpósio brasileiro de educação em computação (EDUCOMP)**. [S.l.], 2021. p. 263–271. Citado na página 93.
- TEIXEIRA, M. A. M. et al. Suporte a serviços diferenciados em servidores web: modelos e algoritmos. **São Carlos, SP: ICMC**, 2004. Citado na página 103.
- THATI, B.; SHYAM, K. M.; SINDHURA, S.; PULLETIKURTHY, D.; CHOWDARY, N. S. Continuous deployment in action: Developing a cloud-based image matching game. **International Journal of Innovative Technology and Interdisciplinary Sciences**, v. 7, n. 2, p. 68–79, 2024. Citado na página 66.
- The Editors of Encyclopaedia Britannica. **Hephaestus**. 2025. Última atualização em 25 de julho de 2025. Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/Hephaestus>>. Citado na página 139.
- THEIS, S.; JENTZSCH, S.; DELIGIANNAKI, F.; BERRO, C.; RAULF, A. P.; BRUDER, C. Requirements for explainability and acceptance of artificial intelligence in collaborative work. In: SPRINGER. **International conference on human-computer interaction**. [S.l.], 2023. p. 355–380. Citado 2 vezes nas páginas 113 e 114.
- THOBARI, A. J. A.; SA'ADAH, U.; HARDIANSYAH, F. F.; PUTRA, R. C. A. Toolchain development for midcore scale game products through devops and ci/cd approach. In: IEEE. **2021 5th International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)**. [S.l.], 2021. p. 81–86. Citado na página 66.
- THOMINET, L. How to be open: User experience and technical communication in an emerging game development methodology. **Communication Design Quarterly Review**, ACM New York, NY, USA, v. 6, n. 2, p. 70–82, 2018. Citado na página 60.
- THOMPSON, J.; BERBANK-GREEN, B.; CUSWORTH, N. **Game Design: Principles, Practice, and Techniques - The Ultimate Guide for the Aspiring Game Designer**. Wiley, 2007. ISBN 9780471968948. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=p3whAQAAIAAJ>>. Citado 3 vezes nas páginas 69, 74 e 106.
- TOFTEDAHL, M. Towards a deeper understanding of localization as a game development process: Game studio studies in sweden and china. **Entertainment Computing**, Elsevier, v. 54, p. 100944, 2025. Citado na página 58.
- TONIN, L. B.; SILVA, M. I. da; SANTOS, D. H. dos; SANTOS, R. O. dos. Implicações éticas no uso das redes sociais digitais e seus impactos em contexto educacional. **Revista Concilium**, v. 22, n. 7, 2022. Citado na página 86.

- TORI, A. A.; TORI, R.; NUNES, F. d. L. dos S. Serious game design in health education: a systematic review. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, IEEE, v. 15, n. 6, p. 827–846, 2022. Citado 3 vezes nas páginas 22, 62 e 80.
- TORRENS, I. C.; MATOS, S. N.; BORGES, H. B.; LOPES, R. P. Jogos sérios para educação financeira: um mapeamento sistemático. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)**. [S.l.], 2021. p. 479–488. Citado na página 78.
- TRASSI, N. S.; BELLONI, G. G.; MATTOS, N. G.; BRISOTTI, V. de O.; SILVEIRA, I. F. (re) learning fine motor hand movements with serious games. In: IEEE. **2022 XVII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)**. [S.l.], 2022. p. 1–6. Citado na página 78.
- TRIANAFYLLOU, S. A.; SAPOUNIDIS, T.; FARHAOUI, Y. Gamification and Computational Thinking in Education: A systematic literature review. **Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias**, v. 3, p. 659, mar. 2024. Disponível em: <<https://conferencias.ageditor.ar/index.php/sctconf/article/view/1060>>. Citado 5 vezes nas páginas 34, 37, 38, 185 e 187.
- TRIANAFYLLOU, S. A.; SAPOUNIDIS, T.; OIKONOMOU, A. Trying to develop and assess computational thinking in computer science unplugged activities with gamification. In: IEEE. **2024 32nd National Conference with International Participation (TELECOM)**. [S.l.], 2024. p. 1–4. Citado 6 vezes nas páginas 36, 37, 38, 39, 185 e 187.
- TRINDADE, C. M. G.; NOGUEIRA, T. do C.; FERREIRA, N. C. S. Run code: Um jogo mobile auxiliador no processo de ensino e aprendizagem em lógica de programação. In: SBC. **Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+ e)**. [S.l.], 2023. p. 133–142. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 33.
- TRINDADE, G. M.; TRINDADE, D. R. d. S.; TRINDADE, D. de S. Matrizes com o jogo batalha naval para alunos do 4º ano do ensino fundamental i. In: SBC. **Simpósio Brasileiro de Computação na Educação Básica (SBC-EB)**. [S.l.], 2025. p. 20–23. Citado na página 94.
- TRUEDSSON, M. **A designer-driven approach to procedural generation tools for level design**. Dissertação (Master's thesis (20 credits, Advanced level)) — KTH, School of Electrical Engineering and Computer Science (EECS), December 2023. Available as open access PDF (FULLTEXT01.pdf) :contentReference[oaicite:0]index=0. Disponível em: <<https://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1820234>>. Citado 2 vezes nas páginas 50 e 53.
- TURNER, M.; KITCHENHAM, B.; BRERETON, P.; CHARTERS, S.; BUDGEN, D. Does the technology acceptance model predict actual use? a systematic literature review. **Information and software technology**, Elsevier, v. 52, n. 5, p. 463–479, 2010. Citado na página 117.
- UGHETTA, W.; KERNIGHAN, B. W. The old bailey and ocr: Benchmarking aws, azure, and gcp with 180,000 page images. In: **Proceedings of the ACM Symposium on Document Engineering 2020**. [S.l.: s.n.], 2020. p. 1–4. Citado na página 103.

ULLAH, M.; AMIN, S. U.; MUNSIF, M.; YAMIN, M. M.; SAFAEV, U.; KHAN, H.; KHAN, S.; ULLAH, H. Serious games in science education: a systematic literature. **Virtual Reality & Intelligent Hardware**, Elsevier, v. 4, n. 3, p. 189–209, 2022. Citado 2 vezes nas páginas 77 e 80.

ULLAH, R. M. H. **Strategies for Effective Management and Integration in Both Software and Game Development**. Dissertação (Master's thesis) — Tampere University of Applied Sciences, October 2024. Master in Business Administration, International Business Management. URN:NBN:fi:amk-2024112931277. Disponível em: <<https://www.theseus.fi/handle/10024/871604>>. Citado na página 59.

Unity Technologies. **Game Design Document Template**. 2020. <<https://connect-prd-cdn.unity.com/20201215/83f3733d-3146-42de-8a69-f461d6662eb1/Game-Design-Document-Template.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2025. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 72.

URQUHART, C.; SPENCE, J. Document engineering: Analyzing and designing documents for business informatics and web services. **Journal of Documentation**, Emerald Group Publishing Limited, v. 63, n. 2, p. 288–290, 2007. Citado na página 102.

VANBECELAERE, S.; BERGHE, K. Van den; CORNILLIE, F.; SASANGUIE, D.; REYNVOET, B.; DEPAEPE, F. The effectiveness of adaptive versus non-adaptive learning with digital educational games. **Journal of Computer Assisted Learning**, Wiley Online Library, v. 36, n. 4, p. 502–513, 2020. Citado na página 22.

VASCONCELOS, R. C.; NETO, A. J. M.; ECHENIQUE, M. T. Currículo mínimo para o ensino de computação na educação básica: Diagnóstico no df. **Inovações Curriculares 2017 Desafios do Ensino Superior**, p. 38, 2017. Citado na página 86.

VELEZ, A.; ALONSO, R. K. Business simulation games for the development of decision making: Systematic review. **Education Sciences**, MDPI, v. 15, n. 2, p. 168, 2025. Citado na página 79.

VENKATESH, V.; BALA, H. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. **Decision sciences**, Wiley Online Library, v. 39, n. 2, p. 273–315, 2008. Citado 4 vezes nas páginas 115, 116, 117 e 121.

VENKATESH, V.; DAVIS, F. D. A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. **Management science**, INFORMS, v. 46, n. 2, p. 186–204, 2000. Citado 8 vezes nas páginas 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120 e 121.

VENKATESH, V.; MORRIS, M. G.; DAVIS, G. B.; DAVIS, F. D. User acceptance of information technology: Toward a unified view. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 425–478, 2003. Citado na página 116.

VENKATESH, V.; THONG, J. Y.; XU, X. Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. **MIS quarterly**, JSTOR, p. 157–178, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 120 e 121.

VIEIRA, C.; PAIS-VIEIRA, C. F. da S.; NOVAIS, J.; PERROTTA, A. et al. Serious game design and clinical improvement in physical rehabilitation: systematic review. **JMIR Serious Games**, JMIR Publications Inc., Toronto, Canada, v. 9, n. 3, p. e20066, 2021. Citado na página 78.

VIEIRA, C. M.; SILVA, R. A.; VICENTE, P. N. Off-the-shelf games and serious games in skills development: a systematic literature review (2017-2021). **Observatorio (OBS*)**, v. 16, n. 4, 2022. Citado na página 80.

VILLALOBOS, O. G. **Cultural Production and Politics of the Digital Games Industry: The Case of Independent Game Production**. Tese (Doutorado) — University of Edinburgh, Edinburgh, UK, 2013. Disponível em acesso aberto via Edinburgh Research Archive. Disponível em: <<https://era.ed.ac.uk/handle/1842/8874>>. Citado na página 67.

VIUDES-CARBONELL, S. J.; GALLEGU-DURÁN, F. J.; LLORENS-LARGO, F.; MOLINA-CARMONA, R. Towards an iterative design for serious games. **Sustainability**, MDPI, v. 13, n. 6, p. 3290, 2021. Citado na página 64.

VOLIOTI, C.; MARTSIS, V.; AMPATZOGLU, A.; KERAMOPOULOS, E.; CHATZIGEORGIOU, A. Codeless3d: Design and usability evaluation of a low-code tool for 3d game generation. **IEEE Transactions on Games**, IEEE, 2024. Citado 2 vezes nas páginas 50 e 54.

WALK, W. From mda to dde: Necessary enhancements on a commendable design framework. **Game Developer**, November 2015. Disponível também em: <https://www.academia.edu/download/42145990/From_MDA_to_DDE.pdf>. Disponível em: <<https://www.gamedeveloper.com/design/from-mda-to-dde>>. Citado na página 61.

WANG, C.; HUANG, L. A systematic review of serious games for collaborative learning: Theoretical framework, game mechanic and efficiency assessment. **International Journal of Emerging Technologies in Learning**, v. 16, n. 6, 2021. Citado na página 64.

WANG, H.; WANG, S. A semantic model for enterprise digital transformation analysis. **Journal of Computer Information Systems**, Taylor & Francis, v. 63, n. 1, p. 133–148, 2023. Citado na página 112.

WERNING, S. Generative ai and the technological imaginary of game design. In: **Creative tools and the softwarization of cultural production**. [S.l.]: Springer, 2024. p. 67–90. Citado 2 vezes nas páginas 52 e 54.

WIEBE, E. N.; LAMB, A.; HARDY, M.; SHAREK, D. Measuring engagement in video game-based environments: Investigation of the user engagement scale. **Computers in Human Behavior**, Elsevier, v. 32, p. 123–132, 2014. Citado na página 62.

WILLHELM, A. **Easy Robot Game: Design Document Example & Template: Robot Building And Fighting Games**. Independently Published, 2021. ISBN 9798514769438. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=AvF-zgEACAAJ>>. Citado na página 69.

WILLIAMSON. **Xml: The Complete Reference**. Osborne McGraw-Hill, 2001. ISBN 9780070447257. Disponível em: <<https://books.google.pt/books?id=1XErtcH8PHoC>>. Citado na página 102.

WING, J. M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 49, n. 3, p. 33–35, 2006. Citado 3 vezes nas páginas 84, 89 e 91.

WISEMAN, S.; SHIEBER, S. M.; RUSH, A. M. Challenges in data-to-document generation. **arXiv preprint arXiv:1707.08052**, 2017. Citado na página 104.

WIWATWATTANA, N.; BUNYAKUL, N. The evolutionary development of a serious game for clinical laboratory students. In: **Proceedings of the 10th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 141–145. Citado na página 110.

WONG, G. K.; JIANG, S. Computational thinking education for children: Algorithmic thinking and debugging. In: IEEE. **2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)**. [S.l.], 2018. p. 328–334. Citado 2 vezes nas páginas 90 e 136.

WU, J.; GUO, Y.; GAO, C.; SUN, J. An automatic text generation algorithm of technical disclosure for catenary construction based on knowledge element model. **Advanced Engineering Informatics**, Elsevier, v. 56, p. 101913, 2023. Citado 2 vezes nas páginas 43 e 45.

XAI. **Models and Pricing — xAI Documentation**. 2025. Disponível em: <<https://docs.x.ai/docs/models>>. Citado na página 142.

XING, Z.; LIU, Y.; CHENG, Z.; HUANG, Q.; ZHAO, D.; SUN, D.; LIU, C. When prompt engineering meets software engineering: Cnl-p as natural and robust"apis"for human-ai interaction. In: **The Thirteenth International Conference on Learning Representations**. [S.l.: s.n.], 2025. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 45.

YANG, D.; KOPCHA, T. J. Introducing Children to Computational Thinking Concepts Through A Tabletop Board Game: An Exploratory Study. **Journal of Formative Design in Learning**, v. 9, n. 1, p. 62–76, jun. 2025. ISSN 2509-8039. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s41686-025-00101-w>>. Citado 4 vezes nas páginas 34, 37, 38 e 185.

YASIN, M.; NUSANTARA, T. Characteristics of pattern recognition to solve mathematics problems in computational thinking. In: AIP PUBLISHING. **AIP Conference Proceedings**. [S.l.], 2023. v. 2569, n. 1. Citado na página 88.

YIN, P.-Y. **Pattern recognition**. [S.l.]: BoD–Books on Demand, 2009. Citado 2 vezes nas páginas 88 e 89.

YOUNG, C. J.; REED, E.; KEOGH, B. Global localities of game production. **Media Industries (MIJ)**, v. 11, n. 1, 2024. Citado na página 68.

ZAGAL, J. P. Understanding japanese games education. In: **Proceedings of DiGRA 2013 Conference**. [S.l.: s.n.], 2013. Citado na página 68.

ZAKI, N.; ZAIN, N.; NOOR, N.; HASHIM, H. Developing a conceptual model of learning analytics in serious games for stem education. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia**, v. 9, n. 3, p. 330–339, 2020. Citado na página 110.