

Da Mesa ao Código: O Impacto de Dinâmicas Lúdicas no Ensino de Jogos em Contextos de Baixa Infraestrutura

From Tabletop to Code: The Impact of Ludic Dynamics on Game Design Education in Resource-Constrained Settings

Erick S. Mendes¹, Felipe D. de Andrade¹, Mauricio de S. Estevam¹, Ederson R. da Costa¹,
Thiago G. de Almeida¹, Lucas F. dos Santos¹

¹ Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – Hub Academy – SENAC MS
R. Francisco C. Xavier, 75 – Centro, Campo Grande – MS, CEP: 79002052 – Brasil

{erick.mendes, felipe.andrade, mauricio.estevam,
ederson.costa, thiago.almeida, lucas.santos}@ms.senac.br

Abstract. Introduction: Teaching game development in public schools often faces hardware limitations that hinder technical learning. **Objective:** This article reports an explanatory case study [Yin 2014] on the “From Tabletop to Code” pedagogical strategy, which uses board games as a bridge to digital prototyping in resource-constrained settings, examining its perceived effects on engagement, inclusion, and learning. **Methodology:** A Project-Based Learning approach was applied to a class of 17 students (13 respondents, 76.5%) at a state technical high school in Campo Grande (MS), Brazil, during the first semester of 2026; students analyzed classical mechanics and prototyped in the Godot engine, and data were analyzed via descriptive statistics with 95% Wilson Score confidence intervals [Wilson 1927] and thematic content analysis [Bardin 2011]. **Results:** Exact binomial tests ($\alpha = 0.05$) indicated as significant 100% active engagement (95% CI: 77.2%–100%), 92.3% perceived inclusion (95% CI: 66.7%–98.6%) and 76.9% perceived reduction of technical barriers (95% CI: 49.7%–91.8%), while perceived significant learning (69.2%) was not significant; neurodivergent students assumed leadership roles, suggesting the inclusive potential of the analog-to-digital transition even with limited hardware.

Keywords Game Development, Maker Culture, Vocational Education, Inclusion, Godot.

Resumo. Introdução: O ensino de desenvolvimento de jogos em escolas públicas frequentemente enfrenta limitações de hardware que dificultam o aprendizado técnico. **Objetivo:** Este artigo relata um estudo de caso explicatório [Yin 2014] sobre a estratégia pedagógica “Da Mesa ao Código”, que utiliza jogos de tabuleiro como ponte para a prototipagem digital em contextos de baixa infraestrutura, examinando seus efeitos percebidos no engajamento, na inclusão e na aprendizagem. **Metodologia:** Uma abordagem de Aprendizagem Baseada em Projetos foi aplicada em uma turma de 17 alunos (13 respondentes, 76,5%) de uma escola técnica estadual em Campo Grande (MS) no primeiro semestre de 2026; os alunos analisaram mecânicas clássicas

e prototiparam no motor Godot, e os dados foram analisados por estatística descritiva com intervalos de confiança de 95% (Wilson Score [Wilson 1927]) e análise de conteúdo temática [Bardin 2011]. **Resultados:** *Testes binomiais exatos ($\alpha = 0,05$) indicaram como significativos 100% de engajamento ativo (IC 95%: 77,2%–100%), 92,3% de inclusão percebida (IC 95%: 66,7%–98,6%) e 76,9% de redução percebida de barreiras técnicas (IC 95%: 49,7%–91,8%), enquanto a aprendizagem significativa percebida (69,2%) não foi significativa; estudantes neurodivergentes assumiram papéis de liderança, sugerindo o potencial inclusivo da transição analógico-digital mesmo com hardware limitado.*

Palavras-Chave *Desenvolvimento de Jogos, Cultura Maker, Educação Profissionalizante, Inclusão, Godot.*

1. Introdução

No Brasil, o Ensino Médio passou por mudanças significativas com a Lei nº 13.415/2017, que instituiu os Itinerários Formativos [Brasil 2017]. Esses itinerários constituem a parte flexível do currículo escolar e têm como objetivo ampliar a autonomia dos estudantes e permitir o aprofundamento em áreas de interesse [Bacich et al. 2018]. Entre eles, o quinto itinerário, voltado à área de Cultura Digital e Tecnologias, cria condições favoráveis para a integração de abordagens criativas e tecnológicas no ensino médio.

No contexto de Mato Grosso do Sul, o Senac-MS passou a atuar em parceria com a Secretaria de Estado de Educação na oferta do quinto itinerário formativo por meio de cursos técnicos. O modelo pedagógico adotado enfatiza a comunicação e a colaboração como marcas formativas centrais [SENAC 2022], mostrando-se compatível com abordagens baseadas em projetos multidisciplinares e cultura maker.

As aulas que fundamentam este relato ocorreram na Escola Estadual Aracy Eudociak, em Campo Grande (MS), ofertadas pelo quinto itinerário formativo. Durante a disciplina de Desenvolvimento de Jogos, os alunos aprenderam a programar, modelar e projetar jogos. No entanto, a realidade da infraestrutura tecnológica limitada impõe desafios à entrega de soluções digitais robustas [SENAC 2022], gerando o seguinte desafio pedagógico: como manter o engajamento discente e garantir a aprendizagem de conceitos fundamentais de *game design* independentemente do poder de processamento disponível?

Para solucionar este desafio, a disciplina adotou a estratégia “Da Mesa ao Código”, utilizando jogos de tabuleiro como ferramenta de transição para o desenvolvimento digital, fundamentada na Cultura Maker e no Design de Jogos Analógicos [Papert e Harel 1991, Blikstein 2013]. O objetivo deste artigo é analisar como essa integração entre o lúdico analógico e a prototipagem digital (motor *Godot*), em um contexto de baixa infraestrutura, favorece o engajamento dos alunos e a inclusão de estudantes neurodivergentes.

As contribuições deste trabalho incluem: (1) a descrição de uma metodologia replicável que une desenvolvimento de jogos e computação em contextos de baixa infraestrutura; e (2) a análise empírica da percepção dos estudantes sobre o

desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais promovido por esta abordagem, com suporte estatístico via intervalos de confiança de 95%.

2. Referencial teórico

2.1. Cultura maker e a prototipagem analógica na educação

A Cultura Maker na educação fundamenta-se no Construcionismo de Seymour Papert, teoria segundo a qual a aprendizagem é mais efetiva quando os alunos estão ativamente engajados na construção de artefatos tangíveis e significativos [Papert e Harel 1991]. A introdução de tecnologias de fabricação e prototipagem nas escolas democratiza a invenção [Blikstein 2013]. No contexto de hardware limitado, a prototipagem analógica (utilizando papel e materiais físicos) permite que o discente experimente sistemas complexos de regras de forma concreta antes da transposição para o código.

2.2. O lúdico e os jogos de tabuleiro como interfaces tangíveis

As Interfaces Tangíveis de Usuário (*Tangible User Interfaces* — TUIs) buscam dar forma física à informação digital, aproveitando as habilidades humanas de interação com objetos físicos [Ishii 2008]. Jogos de tabuleiro funcionam como mediadores pedagógicos que tornam o aprendizado de computação mais acessível [Berbel 2011]. Ao analisar e criar mecânicas físicas, os alunos vivenciam o ciclo completo de *design* de interação, compreendendo como as regras e os componentes tangíveis afetam a experiência do usuário (*Player Experience* — PX) antes mesmo de possuírem um computador potente à disposição [Hodges et al. 2020].

2.3. Educação profissionalizante e metodologias ativas

A educação profissionalizante contemporânea exige o desenvolvimento de competências complexas que integram saberes técnicos e socioemocionais [Perrenoud 1999]. A Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project-Based Learning* — PBL) é reconhecida como uma metodologia eficaz para este fim, pois organiza o aprendizado em torno de problemas reais e culmina na criação de produtos concretos [Thomas 2000]. Essas práticas valorizam o protagonismo discente e a construção coletiva do conhecimento [Bacich et al. 2018, Moran 2018].

3. Trabalhos relacionados

A literatura apresenta diversas iniciativas que integram o desenvolvimento de jogos e a cultura maker. A construção de controles alternativos com Makey Makey demonstra como a criação de interfaces físicas aumenta o engajamento na programação de jogos no Scratch [Kafai e Vasudevan 2015]. Projetos de computação física no ensino médio evidenciam que a tangibilidade dos resultados reduz a frustração inicial com a sintaxe da programação [Hodges et al. 2020].

No contexto brasileiro, iniciativas que unem robótica educacional e desenvolvimento de jogos têm crescido, mas frequentemente utilizam kits robóticos fechados, limitando a expressão criativa [Blikstein 2013]. Estudos de caso em educação maker no Brasil reforçam que a autoria de artefatos físicos gera impacto na motivação

intrínseca e na identidade do aprendiz como produtor de conhecimento [André 2013].

O presente trabalho diferencia-se ao focar na transição metodológica da prototipagem analógica para a digital em contextos de **baixa infraestrutura**, utilizando o motor *Godot* como alternativa viável a engines de alto custo computacional, e ao reportar dados empíricos sobre inclusão de estudantes neurodivergentes, dimensão ainda pouco explorada na literatura de maker education brasileira.

4. Metodologia

4.1. Design de pesquisa

Este estudo adota o design de **Estudo de Caso Explanatório** [Yin 2014], modalidade adequada para compreender “como” e “por que” fenômenos contemporâneos ocorrem em contextos reais onde o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos. A questão central é: *Como a transição do design analógico para a implementação digital (Godot) impacta o engajamento, a inclusão e a aprendizagem de alunos em contextos de baixa infraestrutura?*

A triangulação de dados ocorre entre: (i) dados quantitativos do questionário; (ii) análise qualitativa de respostas abertas por Análise de Conteúdo Temática [Bardin 2011]; e (iii) evidências documentais das mecânicas criadas pelos alunos (fichas de análise, protótipos físicos e código *Godot*). A abordagem de métodos mistos [Creswell 2014] permite integrar as dimensões quantitativas e qualitativas da experiência pedagógica.

4.2. Hipóteses de pesquisa

Com base no referencial teórico e na questão central de pesquisa, foram formuladas quatro hipóteses. O critério de corroboração é pré-definido como $H_1 : p > 0,50$ (proporção significativamente superior a 50%), testado por teste binomial exato unicaudal ($\alpha = 0,05$), evitando influência post hoc dos resultados [Yin 2014].

H_{1a} (Engajamento Ativo) A proporção de alunos que demonstram engajamento ativo durante todas as fases do projeto é significativamente superior a 50%.

$$\bullet H_0: p_{eng} \leq 0,50 \quad H_1: p_{eng} > 0,50$$

H_{1b} (Inclusão Percebida) A proporção de alunos que percebem inclusão e pertencimento ao grupo é significativamente superior a 50%.

$$\bullet H_0: p_{inc} \leq 0,50 \quad H_1: p_{inc} > 0,50$$

H_{1c} (Superação de Barreiras Técnicas) A proporção de alunos que percebem redução de ansiedade técnica pela prototipagem analógica é significativamente superior a 50%.

$$\bullet H_0: p_{bar} \leq 0,50 \quad H_1: p_{bar} > 0,50$$

H_{1d} (Aprendizagem Significativa) A proporção de alunos que percebem aprendizagem significativa pela metodologia é significativamente superior a 50%.

$$\bullet H_0: p_{apr} \leq 0,50 \quad H_1: p_{apr} > 0,50$$

4.3. Cálculo dos intervalos de confiança e testes estatísticos

As proporções ($\hat{p} = k/n$, $n = 13$) foram avaliadas por teste binomial exato unicaudal ($\alpha = 0,05$) e intervalos de confiança de 95% pelo método Wilson Score [Wilson 1927], dado pela Equação 1 (com $z = 1,96$), escolhido por fornecer melhor cobertura que o intervalo de Wald em amostras pequenas ($n < 30$) e proporções extremas [Agresti 2007].

$$IC = \frac{\hat{p} + \frac{z^2}{2n} \pm z \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{n} + \frac{z^2}{4n^2}}}{1 + \frac{z^2}{n}} \quad (1)$$

4.4. Contexto institucional e participantes

A pesquisa foi conduzida na Escola Estadual Aracy Eudociak, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, durante o primeiro semestre de 2026. A instituição caracteriza-se por baixa infraestrutura tecnológica: (i) laboratório com 17 computadores de processamento limitado (Intel Core i3, 4 GB RAM); (ii) conexão de internet instável (≈ 5 Mbps); (iii) ausência de softwares especializados como Unity ou Unreal Engine; e (iv) falta de periféricos (joysticks, headsets). Esta realidade reflete a situação de muitas escolas públicas brasileiras, justificando a adaptação metodológica proposta.

A amostra foi composta por 17 alunos do curso técnico profissionalizante em Programação, dos quais 13 responderam ao questionário final (taxa de resposta de 76,5%). Os 4 não-respondentes não participaram da avaliação por motivos de ausência ou desistência. Entre os 13 respondentes, observa-se **diversidade neurocognitiva**: três estudantes (aproximadamente 23%) possuem diagnóstico de neurodesenvolvimento, sendo um com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e dois com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH).

4.5. Instrumento de coleta

O questionário online (Google Forms) conteve 10 questões estruturadas em duas dimensões. As **7 questões fechadas** avaliaram, com escalas qualitativas variadas: (a) engajamento e compreensão de mecânicas analógicas; (b) nível de interesse e participação; (c) superação de infraestrutura; (d) qualidade do aprendizado versus aulas tradicionais; (e) facilitação da comunicação em grupo; (f) percepção de inclusão; e (g) competências desenvolvidas (múltipla escolha: Criatividade e Inovação; Trabalho em equipe/Comunicação; Resolução de problemas técnicos). As **3 questões abertas** permitiram análise qualitativa de: (i) o maior desafio na transposição do físico para o digital; (ii) percepção de aplicação futura do conhecimento; e (iii) desafios e aprendizados específicos.

4.6. Proposta pedagógica: Da Mesa ao Código

A proposta pedagógica foi implementada de fevereiro a abril de 2026, com 10 aulas por semana (5 aulas de 50 minutos por dia, em terças e quintas-feiras), totalizando 24 dias letivos e aproximadamente 100 horas de instrução. O processo seguiu quatro

fases integradas (Tabela 1). **Nota:** No momento da coleta (quinzena final de abril de 2026), nem todos os alunos haviam concluído a implementação digital; o questionário foi aplicado como avaliação intermediária.

Tabela 1. Fases da proposta pedagógica “Da Mesa ao Código”.

Fase	Objetivo	Sem.	Ferramentas	Produto
1. Análise	Compreender mecânicas de jogos clássicos	1–2	Board games, papel, lápis	Fichas documentadas
2. Prototipagem	Validar regras em papel sem barreiras técnicas	3–5	Papel, cartão, dados, fichas	Protótipos físicos
3. Transposição	Implementar mecânicas no <i>Godot</i>	6–12	Godot, computadores, C#	Jogo digital
4. Avaliação	Coletar dados sobre a experiência (intermediária)	Cont.	Google Forms, análise temática	Dados do estudo

Fase 1 — Análise de Referências (Semanas 1–2): Os alunos analisaram três board games comerciais (*Cuca Legal*, *Perfil 7* e *Imagem e Ação*), documentando em fichas estruturadas: objetivo, regras principais, componentes físicos e mecânicas de interação. A Q1 do questionário validou esta fase: 100% dos alunos (13/13) responderam que a análise analógica facilitou a compreensão de conceitos de game design.

Fase 2 — Prototipagem Analógica (Semanas 3–5): Cada grupo criou um protótipo de board game original com materiais físicos de baixo custo, testando iterativamente suas regras com outros grupos. A título de exemplo, um grupo desenvolveu um jogo de tabuleiro sobre mitologia grega, articulado à disciplina de História: o avanço das casas dependia de responder corretamente a perguntas sobre a Grécia Antiga, sendo que respostas incorretas levavam a casas-armadilha, vencendo quem completasse o percurso primeiro; outro grupo criou um jogo com desafios de matemática intercalados a armadilhas ao longo do tabuleiro. A prototipagem analógica reduziu a frustração técnica, pois os alunos podiam testar e corrigir ideias rapidamente, sem necessidade de programação.

Fase 3 — Transposição Digital (Semanas 6+): Os alunos implementaram as mecânicas validadas na Fase 2 no motor *Godot*, utilizando C# como linguagem. A escolha do *Godot* justifica-se por: (i) arquitetura leve e alta capacidade de execução em hardware com processamento limitado; (ii) comunidade ativa e documentação em português; e (iii) licença de código aberto, permitindo uso gratuito em contextos educacionais. Os protótipos analógicos descritos, como os jogos de mitologia e de matemática, serviram como referência clara do comportamento esperado, reduzindo a complexidade cognitiva da programação.

4.7. Procedimentos éticos

Todos os participantes e seus responsáveis legais foram informados sobre os objetivos da pesquisa. Para os participantes menores de 18 anos, foram obtidos o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), assinado pelo próprio estudante, e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado pelos responsáveis legais, em

conformidade com a Resolução CNS 510/2016. A aplicação do questionário ocorreu após a conclusão das atividades avaliadas, de modo que a participação não interferisse nas notas dos estudantes, e os dados são divulgados exclusivamente de forma consolidada e anônima. Por se tratar de relato de experiência pedagógica com dados agregados e não identificáveis, adotaram-se os princípios éticos da Resolução CNS 510/2016; a submissão formal ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) está em andamento para a fase longitudinal ampliada do estudo.

5. Resultados e discussão

A análise dos dados revela alto nível de aceitação da metodologia proposta. A Tabela 2 apresenta a síntese das percepções dos estudantes com IC 95% Wilson Score, e a Tabela 3 sintetiza os resultados dos testes de hipóteses.

Tabela 2. Percepção dos estudantes sobre a metodologia lúdica ($n = 13$).

Dimensão Avaliada	k	%	IC 95% Wilson
Engajamento Ativo	13	100%	[77,2%; 100%]
Inclusão Percebida	12	92,3%	[66,7%; 98,6%]
Facilitação da Comunicação	11	84,6%	[57,8%; 95,7%]
Superação de Barreiras Técnicas	10	76,9%	[49,7%; 91,8%]
Aprendizagem Significativa	9	69,2%	[42,4%; 87,3%]

Tabela 3. Síntese dos testes de hipóteses ($n = 13$, $\alpha = 0,05$, teste binomial exato unicaudal).

Hipótese	k	IC 95% Wilson	valor- p	Decisão
H_{1a} Engajamento Ativo	13	[77,2%; 100%]	$< 0,001$	Rejeita H_0
H_{1b} Inclusão Percebida	12	[66,7%; 98,6%]	$< 0,001$	Rejeita H_0
H_{1c} Superação de Barreiras	10	[49,7%; 91,8%]	0,046	Rejeita H_0
H_{1d} Aprendizagem Significativa	9	[42,4%; 87,3%]	0,133	Não rejeita H_0

H_{1a} , H_{1b} e H_{1c} foram confirmadas estatisticamente. H_{1d} ($p = 0,133$) não atingiu significância, ainda que 69,2% dos respondentes tenham percebido aprendizagem significativa — resultado consistente com o baixo poder amostral para $k = 9$ com $n = 13$, que implica Erro Tipo II não desprezível.

5.1. Engajamento e superação técnica

A superação de barreiras tecnológicas por 76,9% dos alunos (IC 95%: [49,7%; 91,8%]) evidencia que a tangibilidade da prototipagem física reduz a ansiedade frente ao código. A transição para o motor *Godot* foi o diferencial técnico: sua leveza permitiu que a lógica validada no papel fosse transposta sem as interrupções causadas pelo hardware limitado da unidade. Essa adaptação reflete a resiliência técnica e a cultura maker no ensino médio profissionalizante [Martinez e Stager 2013].

5.2. Competências socioemocionais

Tabela 4. Competências socioemocionais percebidas ($n = 13$).

Competência	k	%	IC 95% Wilson
Trabalho em Equipe	11	84,6%	[57,8%; 95,7%]
Autonomia Criativa	10	76,9%	[49,7%; 91,8%]
Comunicação	9	69,2%	[42,4%; 87,3%]

Os dados quantitativos da Tabela 4 indicam percepção elevada de Trabalho em Equipe (84,6%; IC 95%: [57,8%; 95,7%]), corroborada qualitativamente pela percepção de inclusão de 92,3% da turma.

5.3. Inclusão e liderança de estudantes neurodivergentes

A perspectiva da neurodiversidade compreende condições como o TEA e o TDAH não como déficits a corrigir, mas como variações cognitivas que, em ambientes pedagógicos adequados, expressam potências específicas [Armstrong 2010]. Neste estudo, estudantes neurodivergentes não apenas participaram, mas lideraram o *game design* de seus grupos. Um estudante com TEA utilizou seu interesse específico para estruturar sistemas matemáticos complexos de pontuação, demonstrando capacidade de abstração e pensamento lógico coerentes com a tendência à sistematização descrita na literatura sobre o autismo [Armstrong 2010]. Outro estudante neurodivergente coordenou a narrativa e a arquitetura geral de seu projeto, evidenciando habilidades de planejamento por meio da prototipagem tangível. Esse protagonismo sustenta a tese de que interfaces tangíveis e a transição gradual do físico para o digital democratizam a invenção e favorecem a expressão criativa de perfis cognitivos diversos [Blikstein 2013].

5.4. Análise qualitativa das respostas abertas

A análise de conteúdo temática [Bardin 2011] das respostas abertas ($n_q = 13$) revelou três categorias emergentes: (1) **Transposição Criativa** — relatos sobre o desafio de traduzir regras de papel para lógica de programação, com as dificuldades mais mencionadas sendo “falta de conhecimento em programação” (4 menções) e “dificuldade de pensar em regras e inovar” (3 menções); (2) **Resiliência Técnica** — menções à superação da falta de computadores potentes através da criatividade, com destaque para o papel do protótipo físico como referência; e (3) **Identidade e Autoria** — expressões de orgulho pela criação de um produto próprio, reforçando o construcionismo social de Papert, no qual o artefato público amplifica o valor da aprendizagem individual [Papert e Harel 1991]. A categoria “aplicação futura” na Q10 revelou: Criatividade e Inovação (5 menções), Trabalho em Equipe (4 menções) e Resolução de Problemas (2 menções).

6. Ameaças à validade

Seguindo a taxonomia de Cook e Campbell (apud [Yin 2014]), identificam-se:

Validade Interna: (a) *Viés de auto-relato* — os dados provêm de questionário voluntário, sujeito à desejabilidade social; a triangulação com evidências documentais mitiga parcialmente esta ameaça. (b) *Efeito do facilitador* — o professor-pesquisador

é parte do contexto, podendo influenciar as respostas. (c) *Viés de confirmação do instrumento* — o questionário pode conter formulações que estimulem respostas socialmente desejáveis; recomenda-se, em trabalhos futuros, a inclusão de questões de controle e a validação do instrumento para mitigar esse risco.

Validade Externa: (a) Amostra reduzida ($n = 13$) e não probabilística — os resultados não podem ser generalizados sem replicação. (b) Taxa de resposta de 76,5% — os 4 não-respondentes podem diferir sistematicamente da amostra.

Validade de Construto: Os construtos de “engajamento” e “percepção de inclusão” são medidos por auto-percepção subjetiva. O uso futuro de escalas validadas, como a *Utrecht Work Engagement Scale* adaptada, fortaleceria a precisão.

Validade de Conclusão Estatística: Com $n = 13$, o poder estatístico para detectar efeitos moderados é limitado. Para H_{1d} ($k = 9, p = 0,133$), o resultado não deve ser interpretado como evidência de ausência de efeito, mas como insuficiência amostral.

7. Conclusão

Este estudo de caso explanatório indicou que a transição pedagógica do design analógico para a implementação digital é uma estratégia promissora para democratizar o ensino de jogos em cenários de baixa infraestrutura. Três das quatro hipóteses foram confirmadas estatisticamente ($\alpha = 0,05$): engajamento ativo ($k = 13; p < 0,001$), inclusão percebida ($k = 12; p < 0,001$) e superação de barreiras técnicas ($k = 10; p = 0,046$). H_{1d} (aprendizagem significativa; $k = 9; p = 0,133$) não atingiu significância, indicando necessidade de investigações com maior poder amostral.

A utilização do lúdico analógico como mediador reduziu a ansiedade técnica, enquanto a escolha do *Godot* viabilizou a entrega digital em hardware limitado, transformando restrições em oportunidades de aprendizado autêntico. A análise qualitativa revelou categorias emergentes de resiliência técnica e identidade de criador, reforçando o alinhamento com os princípios construcionistas [Papert e Harel 1991]. O resultado mais expressivo foi observado na equidade escolar: estudantes neurodivergentes assumiram o protagonismo como líderes de projeto, sugerindo que metodologias ativas baseadas no lúdico podem ser ferramentas valiosas para a inclusão.

Como trabalhos futuros: (1) replicar o estudo com $n \geq 30$, instrumento validado e métricas objetivas de aprendizagem (rúbricas dos protótipos e pré/pós-teste); (2) incluir grupo controle para isolar o efeito da abordagem maker; (3) investigar o impacto longitudinal no desempenho acadêmico; e (4) comparar *Godot* com outras engines leves em cenários de baixa infraestrutura.

Declaração de Uso de Inteligência Artificial

Conforme o Código de Conduta para Autores em Publicações da SBC, declaramos que ferramentas de Inteligência Artificial Generativa (Gemini) foram utilizadas exclusivamente como apoio na revisão gramatical, na estruturação de parágrafos e na formatação de tabelas em $\text{\LaTeX}$. Os cálculos estatísticos (intervalos de confiança e testes binomiais) foram definidos, executados e conferidos integralmente pelos autores, cabendo à ferramenta apenas apoio pontual na formatação de sua apresentação. A IA não

gerou dados empíricos, não realizou análises interpretativas e não figura como coautora. Todas as ideias, metodologias, dados coletados e conclusões apresentadas são de autoria e responsabilidade integral dos pesquisadores humanos.

Referências

- Agresti, A. (2007). *An Introduction to Categorical Data Analysis*. Wiley-Interscience, Hoboken, NJ, 2nd edition.
- André, M. E. D. A. d. (2013). *Etnografia da Prática Escolar*. Papirus, Campinas, 18 edition.
- Armstrong, T. (2010). *Neurodiversity: Discovering the Extraordinary Gifts of Autism, ADHD, Dyslexia, and Other Brain Differences*. Da Capo Lifelong Books, Cambridge, MA.
- Bacich, L., Neto, A. T., e de Mello Trevisani, F. (2018). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Penso Editora, Porto Alegre.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. Edições 70, Lisboa.
- Berbel, N. A. N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 32(1):25–40.
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of machines, makers and inventors*, 4:1–21.
- Brasil (2017). Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. altera as leis nºs 9.394 e 11.494 e institui a política de fomento à implementação de escolas de ensino médio em tempo integral. Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acesso em: mar. 2026.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, 4th edition.
- Hodges, S., Sentance, S., Finney, J., e Ball, T. (2020). Physical computing: A key element of modern computer science education. *Computer*, 53(4):20–30.
- Ishii, H. (2008). The tangible user interface and its evolution. *Communications of the ACM*, 51(6):32–36.
- Kafai, Y. B. e Vasudevan, V. (2015). Constructionist gaming beyond the screen: Middle school students’ crafting and computing of touchpads, board games, and controllers. In *Proceedings of the 10th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, pages 49–54.
- Martinez, S. L. e Stager, G. (2013). *Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*. Constructing Modern Knowledge Press.
- Moran, J. M. (2018). Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In Bacich, L. e Moran, J. M., editors, *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora*, pages 2–25. Penso Editora, Porto Alegre.
- Papert, S. e Harel, I. (1991). *Situating Constructionism*. Ablex Publishing, Norwood, NJ.

- Perrenoud, P. (1999). *Construir as competências desde a escola*. Artmed, Porto Alegre.
- SENAC (2022). Modelo pedagógico senac: Marcas formativas e competências. Technical report, Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, São Paulo.
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Technical report, Autodesk Foundation, San Rafael, CA.
- Wilson, E. B. (1927). Probable inference, the law of succession, and statistical inference. *Journal of the American Statistical Association*, 22(158):209–212.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE Publications, Thousand Oaks, CA, 5th edition.