



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



**ATA DA COMISSÃO AVALIADORA DA COMPONENTE CURRICULAR NÃO DISCIPLINAR D
E TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DO CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO DA FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO
SUL.**

Aos nove dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e cinco, às dezesseis horas, na Sala de Reuniões 8 do Multiuso da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, reuniu-se a Comissão Avaliadora composta pelos membros: Esteic Janaína Santos Batista, Anderson Correa Lima e Amaury Antônio de Castro Junior, sob a presidência do primeiro para avaliar a CCND de Trabalho de Conclusão de Curso da estudante BEATRIZ LIMA PEREIRA do Curso de Ciência da Computação - Bacharelado, apresentado sob o título "PantanalQuest: Integrando o Ensino de Biomas e o Pensamento Computacional", e orientação de Esteic Janaína Santos Batista. A presidente da Comissão declarou abertos os trabalhos e agradeceu a presença de todos os Membros. A seguir, concedeu a palavra à aluna que expôs seu Trabalho. Terminada a exposição, os senhores membros da Banca Examinadora iniciaram as arguições. Terminadas as arguições, a presidente da Banca Examinadora fez suas considerações. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se para avaliação, e após, emitiu Parecer expresso conforme segue:

EXAMINADOR

Dra. Esteic Janaína Santos Batista (Presidente)

Dr. Anderson Correa Lima

Dr. Amaury Antônio de Castro Junior

RESULTADO FINAL:

(X) Aprovado () Reprovado

Para registro e finalidades legais, lavrou-se a presente Ata, que vai assinada pela Presidente e os Membros da Comissão Avaliadora. Nada mais havendo a ser tratado, a Presidente declarou a sessão encerrada e agradeceu a todos pela presença.

Campo Grande, 9 de julho de 2025.

**NOTA
MÁXIMA
NO MEC**

**UFMS
É 10!!!**



Documento assinado eletronicamente por **Esteic Janaina Santos Batista, Professora do Magistério Superior - Substituta**, em 10/07/2025, às 10:44, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Amaury Antonio de Castro Junior, Professor do Magisterio Superior**, em 10/07/2025, às 12:29, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5721771** e o código CRC **B268A805**.

FACULDADE DE COMPUTAÇÃO

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.021311/2020-00

SEI nº 5721771

PantanalQuest: Integrando o Ensino de Biomas e o Pensamento Computacional

Beatriz Lima Pereira¹, Orientadora: Esteic Janaina Santos Batista¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Caixa Postal 549 – 79070-900 – Campo Grande – MS – Brasil

{beatriz_lima, esteic.batista}@ufms.br

Abstract. *The recent inclusion of Computing in Brazil's national curriculum (BNCC) has created a demand for pedagogical resources that integrate Computational Thinking (CT) with other subjects. However, developing effective educational games for this purpose remains a significant challenge. This paper addresses this challenge through a case study that reports and analyzes the conception, development, and validation process of the educational game Pantanal Quest. The methodology combined Software Engineering practices, such as agile development, with a Co-design approach involving public school Biology teachers as domain experts. The game's validation was conducted with 66 elementary school students, using the MEEGA+ model and direct observation. The evaluation results indicate high acceptance of the game regarding its aesthetics and perceived learning. The analysis also identified crucial points for improvement, such as the need to enhance initial tutorials, and validated the effectiveness of the co-design process in ensuring the pedagogical and scientific relevance of the content. We conclude that Pantanal Quest holds great potential as an interdisciplinary teaching tool. The main contribution of this work, however, lies in the detailed documentation of a participatory development methodology that can serve as a reference for future educational technology projects.*

Resumo. *A recente inclusão da Computação na Educação Básica brasileira, norteadas pela BNCC, gerou uma demanda por recursos pedagógicos que integrem o Pensamento Computacional (PC) a outras disciplinas. Contudo, o desenvolvimento de jogos educacionais eficazes para este fim representa um desafio de design significativo. Este trabalho aborda esse desafio por meio de um estudo de caso que relata e analisa o processo de concepção, desenvolvimento e validação do jogo Pantanal Quest. A metodologia articulou práticas de Engenharia de Software, como o desenvolvimento ágil, com a abordagem de Co-design, envolvendo professores de Biologia como especialistas de domínio. A validação do jogo foi realizada com 66 estudantes do Ensino Fundamental, utilizando o modelo MEEGA+ e observação direta. Os resultados da avaliação indicam alta aceitação do jogo em termos de estética e aprendizagem percebida. A análise também identificou pontos cruciais de melhoria, como a necessidade de aprimorar os tutoriais iniciais, e validou a eficácia do processo de co-design para garantir a relevância pedagógica do conteúdo. Conclui-se que o Pantanal Quest é uma ferramenta com grande potencial para o ensino interdisciplinar, e que a principal contribuição deste trabalho reside na documentação de uma metodologia de desenvolvimento participativo que pode servir como referência para futuros projetos de tecnologia educacional.*

1. Introdução

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece a Computação como área do conhecimento no Ensino Fundamental, estruturada em três eixos fundamentais: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital [BRASIL 2018]. No Ensino Médio, a Computação pode ser incorporada aos itinerários formativos, ampliando seu potencial de integração com as demais áreas do conhecimento. Essa diretriz foi aprofundada com o Parecer CNE/CEB nº 2/2022, homologado pela Resolução CEB nº 1/2022, que oferecem orientações específicas para a implementação da Computação na Educação Básica [BRASIL 2022a] [BRASIL 2022b]. Os documentos ressaltam que a Computação pode ser organizada como componente curricular disciplinar ou transversal, conforme as abordagens pedagógicas adotadas pelas instituições escolares.

A abordagem transversal, em particular, incentiva a aplicação de conceitos computacionais em contextos curriculares diversos, como os de Ciências e Biologia, gerando uma demanda por recursos pedagógicos de alta qualidade. Nesse cenário, os jogos digitais emergem como uma estratégia promissora. A literatura especializada, contudo, alerta que a eficácia de um jogo educacional não é automática, com muitos projetos de gamificação apresentando resultados inconsistentes por carecerem de um processo de design formal [Kalogiannakis et al. 2021]. Para que um jogo se torne uma genuína "máquina de aprendizagem", como argumenta Gee (2003), é imperativo que ele incorpore princípios de design sólidos, posicionando o aluno como um agente ativo [Gee 2003].

É precisamente este desafio — o de conceber e construir uma ferramenta que atenda tanto à demanda normativa da BNCC quanto aos princípios de um design pedagógico e interativo eficaz — que o presente trabalho aborda. Através de um estudo de caso, este artigo relata e analisa o processo de desenvolvimento do jogo Pantanal Quest. O projeto serve como objeto de análise para investigar como a aplicação de práticas de Interação Humano-Computador (IHC) e Engenharia de Software contribui para a criação de uma tecnologia educacional robusta. Em especial, o trabalho destaca o uso do *Co-design* (ou Design Participativo), uma abordagem colaborativa na qual professores e desenvolvedores trabalham em ciclos de feedback para criar e refinar soluções educacionais [Sunday et al. 2024, Tobar-Muñoz et al. 2023].

Para investigar este processo, este trabalho estabelece os seguintes objetivos específicos:

1. Documentar a metodologia de desenvolvimento do jogo, com ênfase no processo de co-design realizado em colaboração com dois professores de Biologia da rede pública, que atuaram como especialistas de domínio em reuniões de análise e validação das versões do software.
2. Analisar a experiência dos usuários finais (66 estudantes do 5º ao 7º ano) a partir de uma avaliação piloto, utilizando o modelo MEEGA+ [Petri et al. 2019] e observação direta — práticas de avaliação consolidadas no campo da Interação Criança-Computador [Hourcade 2015] — para validar a usabilidade e a eficácia percebida da ferramenta.

Dessa forma, este estudo contribui com um relato detalhado e analisado de uma experiência prática de construção de software educacional. Ao documentar as decisões de design, o ciclo de feedback com educadores e a validação com alunos, o trabalho

oferece subsídios para futuros projetos na área, reforçando a importância de um processo de desenvolvimento colaborativo e centrado no usuário.

2. Referencial Teórico

Esta seção apresenta a fundamentação teórica que norteia o desenvolvimento e a análise do jogo Pantanal Quest. O capítulo parte do cenário normativo da Computação na Educação Básica no Brasil para estabelecer o contexto de demanda por novas ferramentas pedagógicas. Em seguida, discute o papel dos jogos educacionais como estratégia de ensino, detalhando as diretrizes de design que os tornam ferramentas eficazes. A discussão avança para a metodologia de Interação Humano-Computador (IHC) do Design Participativo, que fundamenta a abordagem de construção colaborativa adotada no projeto. Por fim, apresenta-se o referencial para a avaliação da experiência do usuário, com foco em modelos e instrumentos validados para o público infantil.

2.1. Pensamento Computacional na Educação Básica

A inclusão da Computação na Educação Básica brasileira foi consolidada como uma política educacional estruturante por meio de um robusto arcabouço normativo. O marco inicial é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelece a Computação como área do conhecimento no Ensino Fundamental [BRASIL 2018]. Essa diretriz foi subsequentemente detalhada pelo Parecer CNE/CEB nº 2/2022 e homologado pela Resolução CEB nº 1/2022 [BRASIL 2022a, BRASIL 2022b]. O movimento foi reforçado pela Lei nº 14.533/2023, que institui a Política Nacional de Educação Digital (PNED), tornando obrigatória a abordagem de computação, programação e robótica nos currículos da educação básica [BRASIL 2023]. Tais documentos ressaltam a flexibilidade da implementação, que pode ocorrer como componente disciplinar ou, de forma transversal, integrada a outras áreas do conhecimento.

A abordagem transversal, em particular, incentiva a aplicação de conceitos computacionais, como a lógica de programação e a resolução de problemas, em contextos curriculares diversos, como os de Ciências e Biologia, ampliando o sentido e a aplicabilidade do conhecimento. Esta demanda por integração curricular gerou uma necessidade latente por recursos pedagógicos de alta qualidade que possam apoiar os professores nesse novo cenário.

2.2. Jogos Educacionais e Diretrizes de Design

Os jogos digitais educacionais são reconhecidos como uma estratégia pedagógica eficaz para promover um aprendizado ativo e interdisciplinar, capaz de estimular habilidades cognitivas e socioemocionais [Backes and outros 2018]. A literatura nacional e internacional, no entanto, alerta que a eficácia de um jogo educativo não é automática e depende de um design cuidadoso, que equilibre os objetivos de aprendizagem com a jogabilidade [da Silva Leite and de Mendonça 2013].

Para que um jogo se torne uma genuína "máquina de aprendizagem", como argumenta Gee (2003), é imperativo que ele incorpore princípios de design sólidos, tais como operar na fronteira da competência do jogador e posicionar o aluno como um agente ativo na construção do conhecimento [Gee 2003]. Pesquisadores da comunidade brasileira de jogos, como Leite e Mendonça (2013), propõem diretrizes específicas para o design de

jogos educacionais. Uma contribuição notável é a adaptação da "tétrade elementar" do game design (Estética, Mecânica, História e Tecnologia), adicionando um quinto elemento crucial: a Aprendizagem. Formata-se, assim, um "Pentágono Elementar" que deve guiar o desenvolvimento, garantindo que o conteúdo pedagógico seja central no projeto [da Silva Leite and de Mendonça 2013].

Outras diretrizes identificadas na pesquisa nacional incluem [da Silva Leite and de Mendonça 2013, Da Silva and Falcao 2017]:

- Liberdade para experimentar e fracassar: Permitir que o aluno aprenda por tentativa e erro, sem punições severas, em um ambiente seguro.
- Clareza de objetivos e feedback imediato: O jogador precisa saber o que fazer e receber retornos constantes sobre suas ações.
- Desafios progressivos: Manter o jogador motivado com uma curva de dificuldade que opere na fronteira de sua competência [Gee 2003].
- Integração implícita dos conceitos: Os conceitos de PC devem ser aprendidos através da resolução dos desafios do jogo, e não de forma expositiva e descontextualizada.

Em especial, o jogo utiliza elementos da fauna e flora do Pantanal como veículo central de aprendizagem, indo além da simples mecânica lúdica. Por meio de desafios construídos em torno de espécies, ecossistemas e ciclos ecológicos, os estudantes:

- Atuam como agentes na construção de conhecimento contextualizado;
- Relacionam conceitos de Pensamento Computacional diretamente com situações reais do bioma;
- Aprofundam a compreensão sobre ecologia, biodiversidade e sustentabilidade.

Essa abordagem fortalece a aprendizagem significativa (segundo Ausubel), uma vez que o conteúdo novo se ancora no conhecimento prévio e nas experiências dos alunos, favorecendo retenção e transferência. [Ausubel 1963]

Além disso, a incorporação da Teoria do Flow (Csikszentmihalyi, 1997) oferece uma lente poderosa para avaliar o engajamento e a concentração dos estudantes durante jogos educacionais. Modelos como GameFlow, proposto por Sweetser e Wyeth (2005), estruturam o fluxo em oito elementos — concentração, desafio, habilidades, controle, metas claras, feedback, imersão e interação social — demonstrando eficácia na avaliação do prazer e qualidade da jogabilidade [Sweetser and Wyeth 2005].

Logo em seguida, Fu, Su e Yu (2009) propuseram o EGameFlow, uma escala validada para mensurar o engajamento e o prazer em jogos de e-learning. O EGameFlow mantém dimensões como imersão, desafio, clareza de metas, feedback, concentração e controle, além de incluir a "melhora de conhecimento", adaptando o modelo ao contexto pedagógico [Fu et al. 2009]. Aplicar esses modelos no design de jogos implica que eles devem:

- Escalonar adequadamente o desafio conforme as habilidades do jogador;
- Apresentar metas claras e fornecer feedback imediato;
- Estimular concentração profunda, sensação de controle e imersão;
- Promover efetiva melhoria de conhecimento, integrando aprendizagem e diversão.

Essa abordagem integrativa fortalece a experiência educacional, favorecendo a motivação, a concentração e o aprendizado significativo.

2.3. Design Participativo e Co-design com Especialistas

Para garantir que as diretrizes de design sejam atendidas e que o produto final seja relevante para o contexto escolar, a área de Interação Humano-Computador (IHC) preconiza o envolvimento dos usuários e stakeholders durante todo o processo de desenvolvimento [Hourcade 2015]. Uma das abordagens mais eficazes para isso é o Design Participativo (ou Co-design).

Revisões sistemáticas recentes, como a de Sunday et al. (2024), identificam o co-design como uma pedagogia de ponta para a criação de ferramentas para o ensino de Pensamento Computacional [Sunday et al. 2024]. Nesse modelo, os professores não são meros consultores, mas atuam como *co-designers*, trazendo seu conhecimento de domínio (o conteúdo de Biologia, no caso) e sua vivência pedagógica para o centro do projeto em ciclos de feedback, uma abordagem metodológica validada na literatura [Tobar-Muñoz et al. 2023].

2.4. Avaliação de Jogos Educacionais em IHC com Crianças

A etapa final do processo de design centrado no usuário é a validação com o público-alvo. No campo da Interação Criança-Computador, a avaliação da experiência do usuário (UX) combina, idealmente, métodos qualitativos e quantitativos para obter uma visão completa do uso da tecnologia [Hourcade 2015]. Métodos qualitativos, como a observação direta, permitem capturar nuances de comportamento e dificuldades não antecipadas, enquanto instrumentos quantitativos, como questionários padronizados, permitem medir de forma estruturada a percepção dos usuários.

2.4.1. O Modelo MEEGA+ para Avaliação no Contexto Brasileiro

No contexto brasileiro, um dos principais instrumentos validados para a avaliação sistemática de jogos educacionais é o modelo MEEGA+ (Model for the Evaluation of Educational Games) [Petri et al. 2019]. O modelo foi desenvolvido para suprir uma lacuna na área, que carecia de abordagens com rigor científico para avaliar jogos, muitas vezes limitadas a avaliações ad-hoc e informais [Petri et al. 2019, p. 53].

O instrumento do MEEGA+ consiste em um questionário com 35 itens padronizados, respondidos em uma escala Likert de 5 pontos, e demonstrou excelente consistência interna (alfa de Cronbach de 0,928), o que atesta sua alta confiabilidade [Petri et al. 2019, pp. 60, 64-65]. Através de análise fatorial, o modelo estabelece que a qualidade de um jogo educacional pode ser compreendida por meio de dois fatores principais:

- **Experiência do Jogador:** Um fator abrangente que engloba as dimensões de Atenção Focada, Diversão, Desafio, Interação Social, Confiança, Relevância, Satisfação e, crucialmente, a Aprendizagem Percebida.
- **Usabilidade:** Um fator que agrupa as dimensões de Aprendizibilidade, Operabilidade, Estética e Acessibilidade da interface do jogo.

A adoção de um modelo robusto como o MEEGA+, complementado pela observação direta, permite ao projeto Pantanal Quest analisar seus resultados com um rigor metodológico alinhado às melhores práticas de pesquisa em IHC e Informática na Educação, tanto no cenário nacional quanto internacional.

3. Metodologia

Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso que relata e analisa o processo de construção e validação do software educacional Pantanal Quest. A metodologia empregada articula práticas de Engenharia de Software, como o desenvolvimento ágil, com abordagens de Interação Humano-Computador (IHC), como o Design Participativo e a avaliação de usabilidade com crianças. As etapas do processo são detalhadas a seguir.

3.1. Etapa 1: Co-design e Desenvolvimento do Jogo

O desenvolvimento do Pantanal Quest foi realizado no contexto de uma disciplina de extensão do curso de Ciência da Computação, com foco na criação de recursos digitais alinhados à BNCC. A metodologia adotada combinou princípios do desenvolvimento ágil (ciclos de produção quinzenais ou *sprints*) e do Design Participativo [Sunday et al. 2024, Tobar-Muñoz et al. 2023].

O processo de co-design foi estruturado como um modelo replicável de pesquisa-ação, apoiado em colaboração ativa com professores de Biologia da rede pública:

1. A professora orientadora da disciplina apresentou a proposta de projeto às escolas que já colaboravam com o programa de extensão NERDS, envolvendo disciplinas de Ciências e Biologia.
2. A partir do interesse inicial das escolas, os desenvolvedores realizaram uma reunião online de alinhamento, na qual apresentaram formalmente a ideia do jogo e explicaram como ocorreria o processo de co-criação.
3. Os professores que concordaram com a proposta se tornaram co-designers. A maioria das reuniões foi feita em formato remoto (videoconferência ou aplicativos de mensagens), sempre ajustadas para conciliar com a agenda escolar.
4. Ao final de cada *sprint*, eram apresentados protótipos funcionais ou modificações incrementais (“releases”) que incluía desafios, conteúdo informativo ou recursos visuais.
5. Nas sessões de feedback, os professores atuavam como avaliadores pedagógicos e científicos, analisando:
 - Adequação dos conteúdos de fauna e flora do Pantanal;
 - Clareza e relevância das telas de recompensa;
 - Precisão científica dos desafios ecológicos (como queimadas, ciclos biológicos, espécies-chave);
 - Viabilidade de uso e aplicabilidade em sala de aula.
6. Com base no retorno dos professores, a equipe de desenvolvimento fazia os ajustes necessários, refinando tanto a jogabilidade quanto os elementos pedagógicos.

Como resultado, tanto os conteúdos quanto as mecânicas do *Pantanal Quest* refletem não só o conhecimento acadêmico, mas também a experiência prática dos professores em sala de aula, fortalecendo a relevância pedagógica e a aplicabilidade do jogo.

O jogo foi desenvolvido na *engine* Unity com a linguagem C#, e a identidade visual foi criada com o auxílio de ferramentas de inteligência artificial generativa, otimizando o processo de produção artística. A versão final foi publicada na plataforma itch.io para garantir o acesso gratuito.

3.2. Etapa 2: Validação com Usuários no Contexto Escolar

Após o desenvolvimento, foi realizada uma etapa de validação da ferramenta, configurada como um teste de usabilidade e de experiência do usuário em um contexto real de uso [Hourcade 2015]. A aplicação ocorreu em uma escola pública estadual e contou com a participação de 66 estudantes do 5º ao 7º ano do Ensino Fundamental, com idades entre 10 e 14 anos.

A condução da atividade foi planejada em conjunto com a professora de Ciências da escola, que atuou como mediadora, sendo responsável pela organização das turmas e pela obtenção do consentimento dos responsáveis. Os testes ocorreram em sessões de 90 minutos por turma, que incluíram a apresentação do jogo, um período de interação livre e o preenchimento do formulário de avaliação.

Durante as sessões, a equipe de desenvolvimento e a professora atuaram como observadores e facilitadores. Um dos resultados práticos mais importantes desta etapa foi a identificação de um problema de usabilidade: observou-se que muitos estudantes apresentavam dificuldades com a orientação espacial, não compreendendo que os comandos de "direita" e "esquerda" eram relativos à perspectiva do personagem. Essa observação foi registrada como um requisito de melhoria e, em um ciclo de desenvolvimento posterior, a equipe implementou uma seta indicadora de direção à frente do personagem para mitigar o problema. Esse episódio exemplifica o caráter iterativo do processo de construção, no qual o feedback do usuário final orienta a evolução do produto.

3.3. Instrumentos e Procedimentos de Análise

Para a coleta de dados, foram utilizados dois instrumentos principais, combinando abordagens quantitativas e qualitativas:

- Questionário MEEGA+: Para a avaliação quantitativa da percepção dos alunos, o instrumento escolhido foi o questionário do modelo MEEGA+ [Petri et al. 2019]. A escolha se deu por ser um instrumento validado no contexto brasileiro, específico para jogos educacionais, e por sua reconhecida robustez. O formulário foi adaptado para o público-alvo com o uso de linguagem acessível e uma escala Likert de 5 pontos apoiada por emojis para facilitar a compreensão.
- Observação Direta: Como complemento, foi empregada a técnica de observação direta, na qual os pesquisadores registraram em diários de campo as reações dos alunos, as interações entre pares, as dúvidas recorrentes e as dificuldades de usabilidade manifestadas durante o jogo. Estes dados qualitativos foram essenciais para dar contexto aos resultados do questionário e para identificar problemas práticos, como a questão da orientação espacial.

4. Apresentação e Análise do Jogo Pantanal Quest

O Pantanal Quest é um jogo digital educacional, do gênero *serious game*, projetado para estudantes do Ensino Fundamental (6 a 14 anos). O objetivo central do jogo é integrar o desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional (PC) ao aprendizado sobre a biodiversidade, a ecologia e a necessidade de conservação do bioma Pantanal. Para analisar sua estrutura, esta seção decompõe o jogo nos cinco componentes do "Pentágono Elementar para Jogos Educacionais", um framework proposto por Leite e Mendonça (2013), que adapta a téttrade clássica do game design (Estética, História, Mecânica, Tecnologia) com a adição do elemento central: a Aprendizagem [da Silva Leite and de Mendonça 2013].

4.1. Estrutura Pedagógica e Alinhamento Curricular

A arquitetura pedagógica do Pantanal Quest foi um dos focos centrais do processo de co-design com os professores de Biologia. O resultado é uma progressão de sete fases cuidadosamente sequenciadas, onde cada etapa introduz um novo conceito de Pensamento Computacional (PC) que serve como ferramenta para explorar um tópico específico da fauna, flora ou de um fenômeno ecológico do Pantanal.

A Tabela I detalha esta estrutura. Este design busca garantir que a aprendizagem dos conceitos de PC ocorra de forma situada e com propósito, e não de maneira descontextualizada [Gee 2003].

Tabela 1. Detalhamento das fases do jogo Pantanal Quest.

Fase	Descrição	Conteúdos Abordados
1 – Jornada do Tuiuiú	Fase introdutória, onde o jogador conduz o tuiuiú até seu ninho, trabalhando noções de deslocamento espacial e apresentando o funcionamento dos blocos de comando.	Orientação espacial, fauna pantaneira (aves).
2 – Vitória-régia e Ipê Roxo	O jogador interage com espécies da flora pantaneira, aprendendo sobre suas características ao usar o comando de análise.	Identificação de plantas, diversidade botânica do Pantanal.
3 – Plantas Aquáticas	O objetivo é coletar informações sobre plantas aquáticas específicas, reforçando a importância ecológica dos ambientes alagados.	Flora aquática, funções ecológicas dos alagados e sua importância.
4 – Capivara Escondida	O aluno deve localizar uma capivara utilizando blocos de repetição (<i>loops</i>), encontrando o animal camuflado na vegetação.	Mamíferos nativos, camuflagem como estratégia de sobrevivência, introdução a estruturas de repetição.
5 – A hora de caçar Jacaré	O jogador simula a trajetória de um jacaré em busca de alimento, exigindo maior raciocínio lógico para percursos com múltiplos comandos.	Cadeia alimentar, comportamento animal (predação), lógica de programação complexa.
6 – Tamanduá-bandeira	O tamanduá-bandeira deve ser conduzido até as formigas para se alimentar, usando repetição, coleta e interação para concluir o desafio.	Hábitos alimentares, ecologia de espécies, combinação de laços de repetição com outros comandos.
7 – O Fogo tomou conta!	Desafio final que aborda a questão das queimadas, exigindo que o jogador utilize as habilidades aprendidas para apagar focos de incêndio.	Impactos ambientais (queimadas), conservação e ecologia.

O planejamento de cada fase buscou um alinhamento curricular duplo. Primeiramente, com as habilidades já previstas na BNCC para as áreas de Ciências da Natureza e Matemática (Tabela 2), o que foi garantido pela colaboração com os professores especialistas. Em paralelo, o design das mecânicas de programação foi mapeado não apenas para as competências de Linguagens e Códigos (Tabela 3), mas também, de forma mais aprofundada, para as habilidades específicas do novo referencial da BNCC Computação (Tabela 4) [BRASIL 2022a].

Tabela 2. Competências da BNCC de Ciências e Matemática abordadas no Pantanal Quest.

Código	Competência da BNCC
EF15MA05	Matemática - Reconhecer e utilizar noções de posição, direção e movimento no plano cartesiano, conceitos de orientação espacial.
EF02CI03	Ciências - Identificar e classificar as espécies animais e suas características, incluindo as aves do Pantanal, como o tuiuiú.
EF02CI04	Ciências - Compreender a importância das diferentes espécies de animais e sua relação com o ecossistema (ex: fauna pantaneira).
EF02CI01	Ciências - Compreender a importância da diversidade de seres vivos, como as plantas, e sua relação com o ambiente (ex: flora pantaneira e suas características).
EF05CI08	Ciências - Reconhecer a importância dos diferentes ambientes naturais para a manutenção da biodiversidade (ex: alagados e flora aquática).
EF03CI02	Ciências - Identificar e compreender a importância das plantas aquáticas para os ecossistemas (ex: plantas do Pantanal).
EF02CI06	Ciências - Compreender como a flora aquática contribui para a conservação do ambiente aquático e terrestre (ex: papel das plantas aquáticas).
EFO4CI03	Ciências - Compreender como as estratégias de adaptação, como a camuflagem, ajudam na sobrevivência dos animais (ex: capivara).
EF05CI06	Ciências - Analisar o comportamento dos animais na busca por alimentos e seu impacto nos ecossistemas (ex: jacaré).
EFO4CI05	Ciências - Entender as relações entre os seres vivos na cadeia alimentar, identificando seus comportamentos e interações (ex: cadeia alimentar no Pantanal).
EF05CI09	Ciências - Compreender a função ecológica de cada espécie dentro de uma cadeia alimentar e o papel da espécie no equilíbrio do ecossistema (ex: tamanduá).

Tabela 3. Competências da BNCC de Linguagens e Códigos (PC) abordadas no Pantanal Quest.

Código	Competência da BNCC
EF15LP08	Linguagens e Códigos - Resolver problemas de lógica usando programação, como no caso de percursos com múltiplos comandos.
EF15LP11	Linguagens e Códigos - Utilizar conceitos de noção espacial e deslocamento, aplicando-os no desenvolvimento de soluções de programação (ex: movimentação do Tuiuiú).
EF15LP13	Linguagens e Códigos - Desenvolver habilidades de programação utilizando estruturas de repetição para solucionar problemas (ex: capivara escondida, tamanduá-bandeira).
EF15LP10	Linguagens e Códigos - Identificar e utilizar comandos sequenciais e estruturados de repetição para controlar processos computacionais (ex: jacaré na caça).
EF15LP05	Linguagens e Códigos - Decompor problemas em partes menores e utilizá-las para resolver problemas complexos (ex: fase de Vitória-régia e Ipê Roxo e Plantas Aquáticas).
EF15LP07	Linguagens e Códigos - Organizar, manipular e combinar informações de forma eficaz, como em jogos que envolvem interação com elementos do ambiente natural (ex: identificação de plantas e animais).

Tabela 4. Mapeamento de Habilidades da BNCC Computação no jogo Pantanal Quest.

Ano	Habilidade da BNCC (Código e Descrição)	Aplicação e Desenvolvimento no Pantanal Quest
5º Ano	(EF05CO04) Criar e simular algoritmos que incluam sequências, repetições e seleções condicionais.	A mecânica do bloco "Interagir" exige uma seleção condicional implícita: a depender do objeto (planta, animal, item), o jogador deve escolher a interação correta (Analisar, Coletar, Alimentar).
5º Ano	(EF05CO01) Reconhecer e manipular objetos do mundo real representados como listas.	A área "Executor" funciona como uma lista de comandos. O aluno a manipula constantemente, adicionando, removendo e reordenando blocos (instruções) para formar o algoritmo.
6º Ano	(EF06CO02) Elaborar algoritmos que envolvam instruções sequenciais, de repetição e de seleção usando uma linguagem de programação.	Esta é a habilidade central do jogo. Todos os desafios, especialmente a partir da Fase 4 (Capivara), exigem a combinação de sequências de movimentos com o uso do bloco "Repetidor".
6º Ano	(EF06CO04) Construir soluções de problemas usando a técnica de decomposição e automatizá-las.	Para resolver qualquer desafio, o jogador precisa decompor o objetivo maior (e.g., "alimentar o tamanduá") em subproblemas menores e sequenciais (1. ir até as formigas, 2. coletar, etc.).
6º Ano	(EF06CO06) Criar um algoritmo para resolver diferentes casos de um mesmo problema, fazendo uso de variáveis (parâmetros).	O bloco "Repetidor" é parametrizável. O jogador deve escolher o número de repetições necessárias para cada situação específica, exercitando o uso de parâmetros para generalizar uma ação.
7º Ano	(EF07CO02) Analisar programas para detectar e remover erros, ampliando a confiança na sua correção.	A mecânica de não apagar o código do jogador após uma falha é uma ferramenta de <i>debugging</i> . O aluno é incentivado a analisar sua própria sequência de blocos, identificar o erro e corrigi-lo.

A análise conjunta das tabelas evidencia a estrutura de dupla finalidade do Pantanal Quest, onde a resolução de um problema de programação é o meio para se atingir um objetivo de aprendizagem em Ciências. Essa abordagem materializa o conceito de transversalidade proposto pela BNCC. Ademais, o mapeamento com o referencial específico de Computação demonstra que a progressão dos desafios foi projetada para construir o conhecimento de maneira incremental, solidificando conceitos fundamentais no 5º e 6º ano e avançando para habilidades mais complexas no 7º ano, como a depuração, o que atesta o potencial da ferramenta para uma educação efetivamente interdisciplinar.

4.2. Estética e Ambientação

A estética do Pantanal Quest foi concebida para ser convidativa e funcional para o público infantil. Utilizando um estilo de arte 2D com visão *top-down*, o jogo apresenta um design visual colorido, com traços simples e ícones grandes (Figura 1), seguindo diretrizes de usabilidade para crianças que priorizam a legibilidade e a rápida identificação dos elementos interativos [Hourcade 2015]. A ambientação sonora e visual é inspirada diretamente na fauna e flora locais, buscando gerar um senso de imersão e fantasia, que é um dos elementos-chave para cativar o jogador, conforme apontado por [da Silva Leite and de Mendonça 2013]. O feedback visual é imediato para cada ação do jogador, um princípio crucial da Interação Criança-Computador para manter o engajamento e a sensação de controle.



Figura 1. Tela inicial (A) e mapa de fases (B) do jogo.

4.3. História e Narrativa

O jogo não apresenta uma única narrativa linear, mas estrutura cada desafio em torno de um micro-enredo. Antes de cada fase, uma tela introdutória contextualiza a missão, como "A Jornada do Tuiuiú" ou "A Capivara Escondida". Essa abordagem narrativa transforma um problema de lógica abstrato em um desafio situado e com propósito, alinhando-se aos princípios de Gee (2003), que defende que a aprendizagem é mais eficaz quando ocorre em contextos significativos [Gee 2003]. A narrativa posiciona o jogador ora como um cuidador da fauna, ora como um pesquisador, criando uma conexão emocional com o ecossistema e reforçando a importância das tarefas.

4.4. Mecânica e Jogabilidade

A mecânica central do Pantanal Quest é a resolução de quebra-cabeças por meio da programação em blocos. A interface é dividida em três áreas principais: a **Livraria** de blocos disponíveis, a área de **Executor** para a construção do algoritmo e o **Mapa** de execução (Figura 2). Essa mecânica foi projetada para estimular o raciocínio lógico, a decomposição de problemas e o planejamento, competências centrais do PC [Wing 2006].

A jogabilidade segue diretrizes de design para jogos educativos [Da Silva and Falcao 2017]:

- Liberdade para fracassar: Ao errar um algoritmo, a solução do aluno não é apagada, permitindo que ele analise, depure e corrija seu próprio código, promovendo o aprendizado por tentativa e erro.
- Progressão de Complexidade: O jogo introduz conceitos de forma gradual. Inicia com comandos sequenciais simples (*mover*, *virar*), avança para interações parametrizadas (o menu do bloco "Interagir" que oferece as opções "Coletar" ou "Analisar") e, por fim, introduz estruturas de controle como o laço de repetição ("Repetidor"), que também é parametrizável. Essa curva de aprendizado foi projetada para manter o jogador na "fronteira da competência", um elemento essencial para a motivação [Gee 2003].



Figura 2. Telas de diferentes desafios, mostrando a evolução das mecânicas.

4.5. Tecnologia

O jogo foi desenvolvido na *engine* Unity com a linguagem C#, garantindo um desempenho robusto e multiplataforma. A decisão estratégica de publicar a versão final na plataforma web itch.io¹ democratiza o acesso, permitindo que o jogo seja executado em navegadores na maioria dos computadores com acesso à internet, sem a necessidade de instalação. Esta escolha remove barreiras técnicas para a adoção em escolas com infraestrutura de TI limitada e para usuários domésticos.

4.6. Aprendizagem

Este é o vértice central do "Pentágono Elementar" [da Silva Leite and de Mendonça 2013] e o principal objetivo do jogo. O Pantanal Quest implementa um ciclo de aprendizagem ativo, onde o conhecimento é a principal recompensa. Após a resolução bem-sucedida de um desafio de programação, o jogador é apresentado a uma tela informativa (Figura 3), com textos e imagens de alta qualidade sobre a espécie ou o fenômeno ecológico trabalhado na fase. O conteúdo dessas telas foi validado pelos professores de Biologia parceiros do projeto, garantindo o rigor científico. Dessa forma, a mecânica de programar não é um fim em si mesma, mas um meio para "destravar" o conhecimento sobre o Pantanal, o que reforça o valor pedagógico da ferramenta.

¹<https://barberiz.itch.io/pantanal-quest>



Figura 3. Telas de recompensa informativa apresentadas após a conclusão dos desafios.

5. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta e analisa os resultados da avaliação do Pantanal Quest, conduzida com 66 estudantes do 5º ao 7º ano do Ensino Fundamental. A análise combina os dados quantitativos, coletados com o questionário MEEGA+, com os dados qualitativos da observação direta, buscando validar a eficácia da ferramenta e gerar insights para futuros projetos.

5.1. Análise da Experiência do Usuário (MEEGA+)

Os dados quantitativos revelam uma recepção majoritariamente positiva do jogo, especialmente nas dimensões de Estética e Aprendizagem Percebida.

Na dimensão Estética, os gráficos das Figuras 4, 5 e 6 indicam uma apreciação bastante consistente entre os alunos do 5º, 6º e 7º anos. A média das avaliações dos itens “O visual do jogo é chamativo e bonito”, “As cores, letras e texto do jogo combinam e são bonitos” e “Eu gostei dos sons do jogo” variou entre 3,8 e 4,7, com destaque para o 6º ano, que apresentou os maiores valores. Esses dados reforçam a importância de um bom design visual e sonoro para o engajamento infantil, conforme defendem Da Silva et al. (2013) [da Silva Leite and de Mendonça 2013].

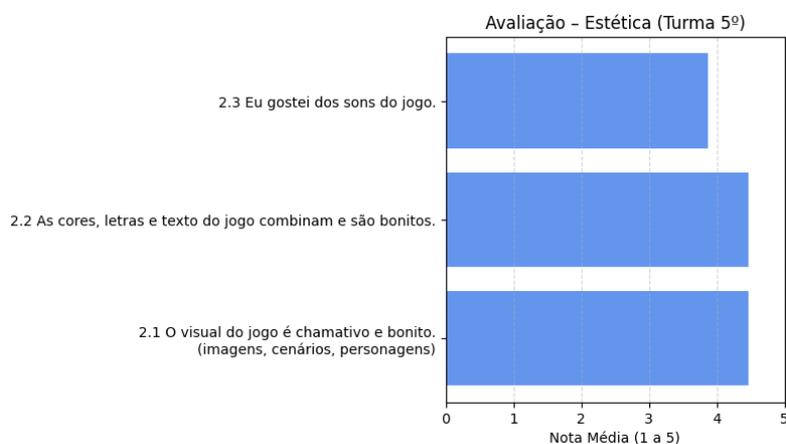


Figura 4. Resultados da avaliação da dimensão “Estética”— 5º Ano.

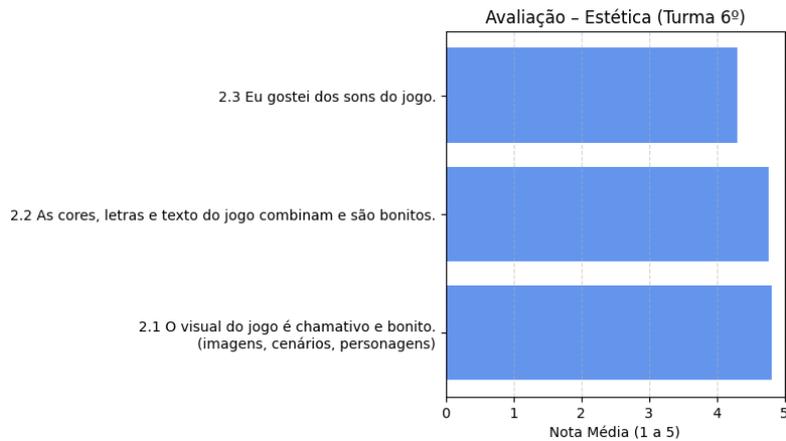


Figura 5. Resultados da avaliação da dimensão "Estética" — 6º Ano.

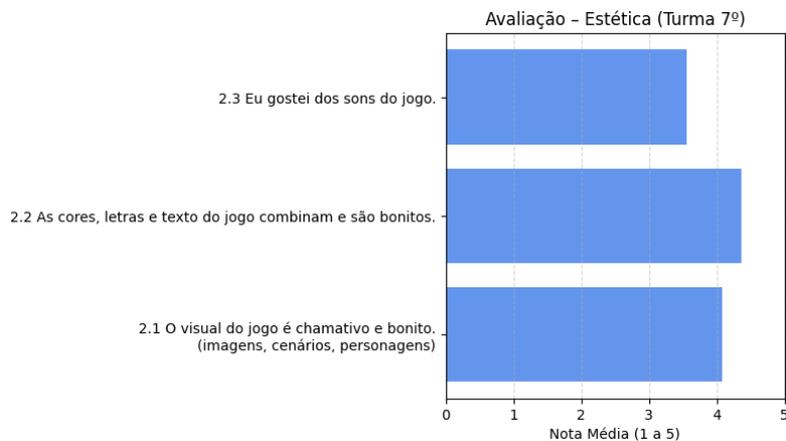


Figura 6. Resultados da avaliação da dimensão "Estética" — 7º Ano.

A dimensão Aprendizagem Percebida foi igualmente bem avaliada, com destaque para os itens “Eu aprendi coisas novas sobre o Pantanal” e “O jogo me ajudou a lembrar do que aprendi nas aulas”. As turmas do 5º e 6º ano atribuíram médias superiores a 4,0, enquanto o 7º ano manteve médias ligeiramente inferiores, embora ainda positivas (Figura 7 a 9). Esses resultados sugerem que o jogo foi eficaz na promoção do aprendizado, especialmente para os alunos mais novos, alinhando-se aos princípios de Gee (2003) sobre o potencial dos jogos como instrumentos de aprendizagem significativa [Gee 2003].

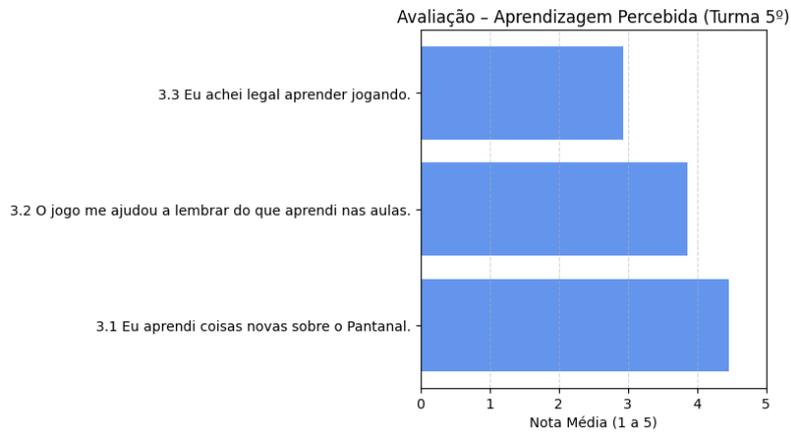


Figura 7. Resultados da avaliação da dimensão "Aprendizagem Percebida"— 5º Ano.

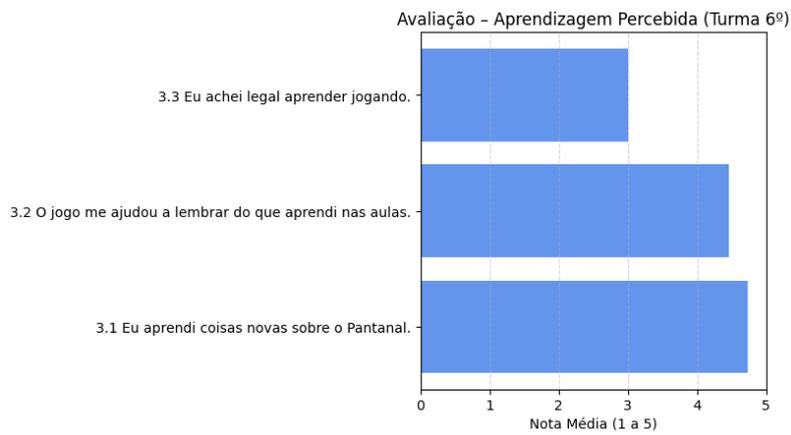


Figura 8. Resultados da avaliação da dimensão "Aprendizagem Percebida"— 6º Ano.

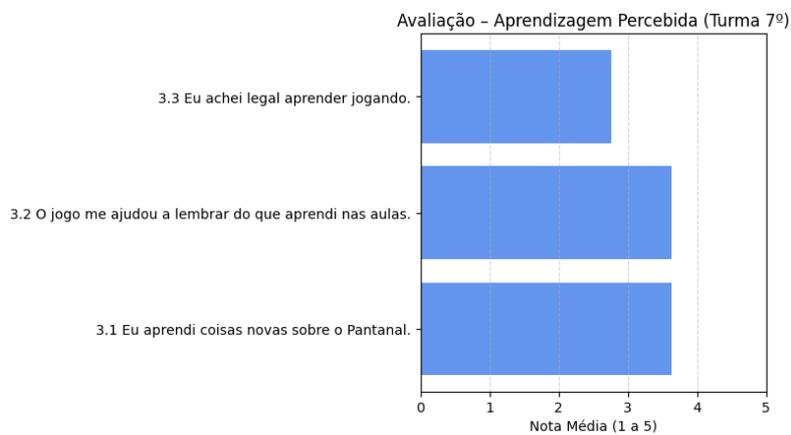


Figura 9. Resultados da avaliação da dimensão "Aprendizagem Percebida"— 7º Ano.

A dimensão Usabilidade apresentou os resultados mais heterogêneos entre as turmas. O item “Foi fácil entender como jogar o jogo” recebeu a menor média em todas as séries, especialmente no 5º e 7º anos (Figuras 10 a 12). Esse dado reforça a observação qualitativa, que identificou dificuldades na orientação espacial e na interação com o personagem, sobretudo na fase inicial. Por outro lado, itens como “Eu me senti bem jogando” e “As regras do jogo são claras” mantiveram médias próximas a 4,5, demonstrando que, após a familiarização inicial, os estudantes se sentiram confortáveis e engajados.

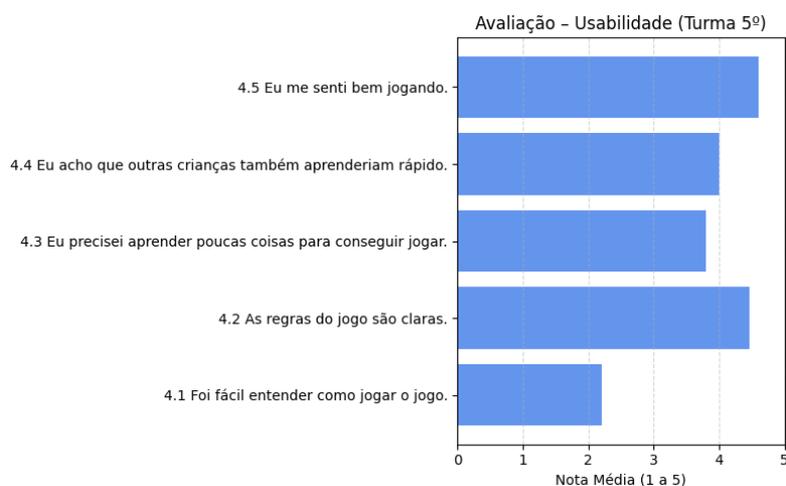


Figura 10. Resultados da avaliação da dimensão "Usabilidade" — 5º Ano.

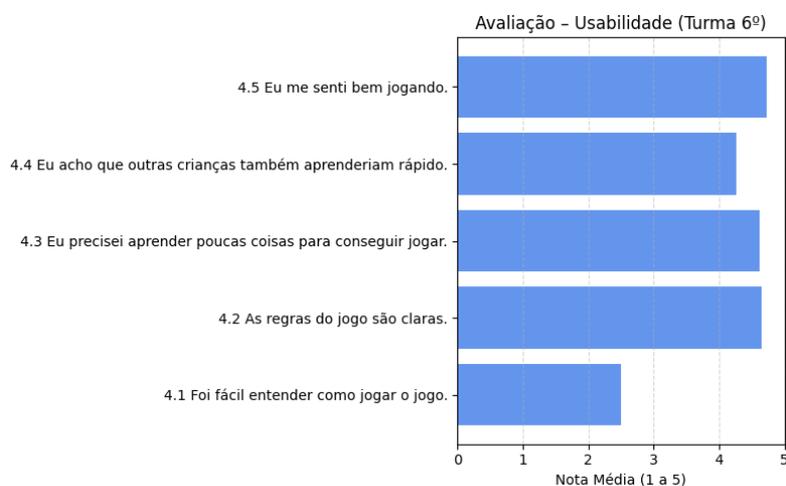


Figura 11. Resultados da avaliação da dimensão "Usabilidade" — 6º Ano.

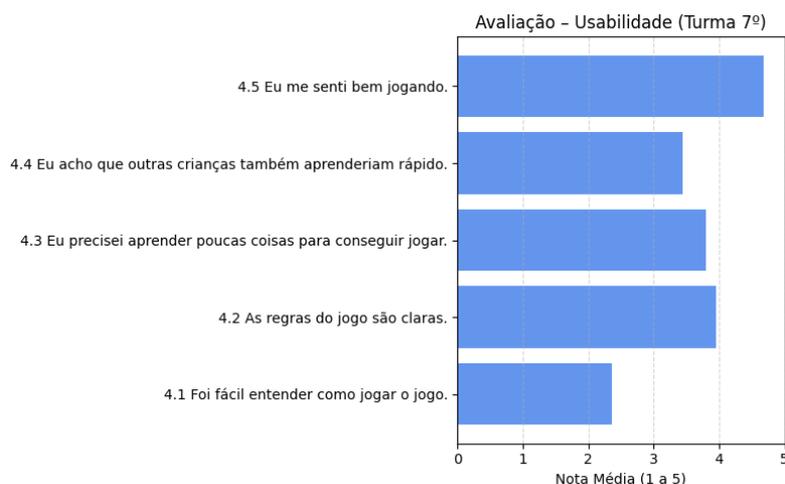


Figura 12. Resultados da avaliação da dimensão "Usabilidade"— 7º Ano.

5.2. Análise Crítica, Potencialidades e Limitações

A análise conjunta dos dados quantitativos e qualitativos permite traçar um panorama das potencialidades e limitações do Pantanal Quest.

A principal potencialidade do jogo reside na sua capacidade de integrar de forma eficaz o conteúdo de Ciências com as habilidades de programação, promovendo um aprendizado interdisciplinar que se mostrou acessível e motivador, mesmo para crianças sem experiência prévia com computação. A alta taxa de engajamento observada reforça o caráter lúdico da proposta, alinhado às diretrizes de design que defendem a liberdade para experimentar e fracassar como um motivador para a aprendizagem [Da Silva and Falcao 2017].

Contudo, a avaliação também revelou importantes limitações que servem como orientação para futuras atualizações e para o design de outros jogos educativos:

- **Curva de Dificuldade:** A sugestão de maior complexidade por parte dos alunos do 7º ano indica que, embora o jogo seja eficaz para o público mais jovem (5º e 6º anos), a percepção de desafio diminui com a maturidade do jogador. Isso aponta para a necessidade de um sistema de dificuldade adaptativa ou de desafios mais complexos para faixas etárias mais altas.
- **Sistemas de Recompensa:** As respostas abertas revelaram a demanda por sistemas de progressão mais explícitos (pontuação, competição, desbloqueio de fases). Isso sugere que, embora o aprendizado intrínseco (o conhecimento sobre o Pantanal) funcione como recompensa principal, os alunos também valorizam elementos de gamificação extrínsecos, comumente associados ao aumento do engajamento [Kalogiannakis et al. 2021].
- **Limitações de Infraestrutura:** A avaliação foi impactada pela infraestrutura da escola (quantidade de computadores), um fator externo ao software, mas que evidencia um desafio real para a implementação de tecnologias na educação pública brasileira e que deve ser considerado em futuros projetos de aplicação.

Em síntese, os dados da avaliação demonstram que o Pantanal Quest se consolidou como uma ferramenta pedagógica eficaz e alinhada aos seus objetivos. As limitações

identificadas, longe de invalidarem o projeto, fornecem um roteiro claro de melhorias e geram conhecimento valioso sobre o design de jogos educacionais para o contexto brasileiro.

6. Considerações Finais

Este trabalho documentou e analisou o processo de construção e validação do jogo educacional Pantanal Quest, apresentando-o como um estudo de caso sobre a aplicação de metodologias de *Co-design* e de Interação Criança-Computador no desenvolvimento de software para a Educação Básica. O projeto, concebido no âmbito de uma disciplina de extensão, buscou responder à demanda criada pela BNCC por recursos didáticos que integrem o Pensamento Computacional a outras áreas do conhecimento de forma transversal e contextualizada.

A análise do processo revelou que a metodologia de *Co-design*, marcada pela colaboração ativa com professores de Biologia, foi um fator determinante para garantir a relevância pedagógica e a precisão científica do conteúdo, alinhando os desafios do jogo aos objetivos curriculares. Esta abordagem se mostrou fundamental para traduzir conceitos ecológicos complexos em mecânicas de jogo acessíveis, como evidenciado na estrutura das fases e nas telas de recompensa informativa.

A avaliação da experiência do usuário com 66 estudantes, por sua vez, validou a eficácia da ferramenta. Os resultados do modelo MEEGA+ indicaram alta aceitação nas dimensões de Estética e Aprendizagem Percebida. Mais importante, a avaliação se mostrou crucial como ferramenta de design, ao identificar pontos de melhoria, como a necessidade de aprimorar os tutoriais iniciais (indicada pela menor nota de usabilidade) e de ajustar a curva de dificuldade para alunos mais velhos. Tais achados validam a importância de ciclos iterativos de teste e refinamento, que são pilares tanto das metodologias ágeis de desenvolvimento quanto do design centrado no usuário.

A principal contribuição deste trabalho, portanto, reside no relato detalhado de uma metodologia de desenvolvimento interdisciplinar que pode servir como referência para outros projetos. Conclui-se que o Pantanal Quest tem potencial para contribuir significativamente com a Educação Ambiental e o ensino de Computação, não apenas pelo produto final, mas pelo processo que demonstrou ser possível criar, de forma colaborativa e com rigor metodológico, ferramentas que sejam ao mesmo tempo lúdicas, educativas e que valorizem o conhecimento regional.

Como trabalhos futuros, sugerem-se duas frentes: para o jogo, recomenda-se a implementação de um sistema de progressão mais explícito (pontos, conquistas) e o desenvolvimento de novos desafios com maior complexidade, visando atender aos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. Para a pesquisa, recomenda-se a realização de estudos longitudinais para medir o impacto do jogo na aprendizagem ao longo do tempo, bem como a investigação da aplicação do jogo em diferentes contextos socioeconômicos e geográficos do país.

Referências

Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Grune & Stratton, New York.

- Backes, L. B. and outros (2018). Jogo educativo como estratégia pedagógica: revisão integrativa. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 71(6):3160–3167.
- BRASIL (2018). Base nacional comum curricular. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: mar. 2025.
- BRASIL (2022a). Parecer cne/ceb nº 2/2022 - normas sobre computação na educação básica: Complemento à bncc. <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/normas-classificadas-por-assunto/base-nacional-comum-curricular-bncc-1>. Acesso em: mar. 2025.
- BRASIL (2022b). Resolução ceb nº 1/2022 - homologa o parecer cne/ceb nº 2/2022. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-ceb-n-1-de-22-de-marco-de-2022-389048837>. Acesso em: mar. 2025.
- BRASIL (2023). Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023 - institui a política nacional de educação digital. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14533.htm. Acesso em: mar. 2025.
- Da Silva, J. and Falcao, T. (2017). Jogos infantis e pensamento computacional: em busca de um conjunto de diretrizes de design.
- da Silva Leite, P. and de Mendonça, V. G. (2013). Diretrizes para game design de jogos educacionais. *Proc. SBGames, Art Design Track*, pages 132–141.
- Fu, F.-L., Su, R.-C., and Yu, S.-C. (2009). Egameflow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1):101–112.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in entertainment (CIE)*, 1(1):20–20.
- Hourcade, J. P. (2015). Child-computer interaction. *Self, Iowa City, Iowa*.
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., and Zourmpakis, A.-I. (2021). Gamification in science education. a systematic review of the literature. *Education sciences*, 11(1):22.
- Petri, G., Von Wangenheim, C. G., and Borgatto, A. (2019). Meega+: um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(3):52–81.
- Sunday, A. O., Agbo, F. J., and Suhonen, J. (2024). Co-design pedagogy for computational thinking education in k-12: A systematic literature review. *Technology, knowledge and learning*, pages 1–56.
- Sweetser, P. and Wyeth, P. (2005). Gameflow: A model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment*, 3(3):1–22.
- Tobar-Muñoz, H., Baldiris, S., and Fabregat, R. (2023). Co-design of augmented reality games for learning with teachers: A methodological approach. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(2):901–923.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.