

Que Animal? VR: Um Jogo em RV Para o Ensino da Fauna Amazônica e Desenvolvimento do Pensamento Computacional

Title: Que Animal? VR: A VR Game for Teaching Amazonian Fauna and Developing Computational Thinking

Fabian Formento¹, Bárbara Weege¹, Bernardo Chiamolera¹,
Leonardo Linhares Silva¹, Dalton Solano dos Reis¹,
Luciana Pereira de Araújo Kohler¹, Andreza Sartori¹, Hélio Ricardo Naumann¹

¹ Departamento de Sistemas e Computação
Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Blumenau, SC – Brasil

{fabianf,bchiamolera,dalton}@furb.br

Abstract. Introduction: The teaching of Computational Thinking (CT) in Basic Education and the pedagogical exploration of Amazonian biodiversity share common challenges: the abstract nature of content and the insufficiency of adequate practical resources in traditional school environments. **Objective:** Develop “Que Animal? VR”, a serious game for the Meta Quest 2 platform which adapts the educational game “Que Animal?” [Leonetti et al. 2024] into a fully immersive VR environment, promoting the CT pillars of abstraction and pattern recognition through the identification of Amazonian fauna species. **Methodology:** The game design and development process is described, followed by an evaluation with 34 participants from three distinct age groups (elementary school students, teenagers, and undergraduates) using an adapted version of the MEEGA+ instrument for the VR context. **Results:** The game demonstrates positive performance across the dimensions of usability, immersion, fun, and perceived pedagogical relevance. The work provides evidence on the viability of serious games in immersive VR as a strategy to stimulate computational thinking competencies and the perception of learning about Amazonian biodiversity in Brazilian Basic Education.

Keywords Serious Games, Virtual Reality, Computational Thinking, Amazonian Fauna, Basic Education.

Resumo. Introdução: O ensino do Pensamento Computacional (PC) na Educação Básica e a exploração pedagógica da biodiversidade amazônica enfrentam desafios comuns: a abstração dos conteúdos e a insuficiência de recursos práticos adequados nos ambientes escolares tradicionais. **Objetivo:** Desenvolver o “Que Animal? VR”, um jogo sério para a plataforma Meta Quest 2 que adapta o jogo educacional “Que Animal?” [Leonetti et al. 2024] para um ambiente de RV totalmente imersiva, promovendo os pilares de abstração e reconhecimento de padrões do PC por meio da identificação de espécies da fauna amazônica. **Metodologia:** Descrevem-se o processo de design e desenvolvimento do jogo e uma avaliação com 34 participantes de três perfis etários distintos (estudantes do Ensino Fundamental, jovens e universitários), conduzida por meio do instrumento MEEGA+ adaptado ao contexto de

RV. Resultados: *O jogo demonstra desempenho positivo nas dimensões de usabilidade, imersão, diversão e relevância pedagógica percebida. O trabalho fornece evidências sobre a viabilidade de jogos sérios em RV imersiva como estratégia para estimular competências do PC e a percepção de aprendizagem sobre biodiversidade amazônica na Educação Básica brasileira.*

Palavras-Chave *Jogos Sérios, Realidade Virtual, Pensamento Computacional, Fauna Amazônica, Educação Básica.*

1. Introdução

O ensino do Pensamento Computacional (PC) na Educação Básica brasileira ainda enfrenta lacunas expressivas de implementação. [Coelho et al. 2025] Em pesquisa conduzida com 395 estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental em escolas públicas, apenas 18,4% declararam ter conhecimento prévio do termo “Pensamento Computacional” antes de participar de um curso específico sobre o tema [Filho et al. 2024]. Esse cenário contrasta com os avanços normativos recentes, a inclusão do PC na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [Brasil 2022] e a aprovação da Política Nacional de Educação Digital (PNED) [Brasil 2023], evidenciando que a existência de diretrizes não é suficiente para garantir a disseminação efetiva do PC nas salas de aula.

Paralelamente, o ensino de ciências naturais no Brasil defronta-se com dificuldades específicas no que diz respeito à biodiversidade amazônica. Ambientes escolares tradicionais, sem o auxílio de recursos práticos ou tecnológicos adequados, frequentemente não são suficientes para promover a compreensão da fauna e flora da Floresta Amazônica, comprometendo a formação de uma consciência ecológica sustentada [Nascimento et al. 2021].

Jogos sérios (*serious games*) têm se consolidado como estratégia pedagógica eficaz para abordar simultaneamente conteúdos disciplinares e competências transversais como o PC. Nesse sentido, o jogo *Que Animal?* [Leonetti et al. 2024], voltado ao Ensino Fundamental, estimula os pilares de abstração e reconhecimento de padrões do PC por meio da identificação de animais da fauna amazônica a partir de suas características individuais. O jogo foi avaliado em oficinas realizadas em 2023 e 2024 com aproximadamente 100 participantes e está disponível em plataforma web com suporte a WebGL e em dispositivos Android.

A incorporação da Realidade Virtual (RV) abre novas possibilidades para ampliar o impacto pedagógico desse tipo de jogo. Uma revisão sistemática sobre o uso da RV no Ensino Fundamental no contexto brasileiro identificou benefícios consistentes, incluindo aumento do engajamento e da motivação estudantil e facilitação da aprendizagem de conteúdos abstratos [Almeida et al. 2025]. Apesar desse potencial, estudos sobre RV e Realidade Aumentada (RA) em jogos sérios correspondem a apenas cerca de 9,5% do total de publicações sobre o tema indexadas na base SCOPUS entre 2013 e 2022 [Lee et al. 2023], indicando uma lacuna relevante na literatura.

Diante desse cenário, o presente trabalho apresenta o *Que Animal? VR*, uma adaptação do jogo *Que Animal?* [Leonetti et al. 2024] para a plataforma Meta Quest, em ambiente de Realidade Virtual totalmente imersiva. O objetivo deste artigo é descrever o processo de design e desenvolvimento do jogo e analisar sua aplicação em uma

avaliação com usuários, investigando os efeitos da imersão em RV sobre o engajamento, a motivação e a aprendizagem.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico; a Seção 3 descreve os trabalhos correlatos; a Seção 4 apresenta o design e o desenvolvimento do jogo e a avaliação com usuários; a Seção 5 expõe os resultados e discussões; e a Seção 6 apresenta as considerações finais.

2. Fundamentação Teórica

O *Que Animal? VR* situa-se na interseção de três domínios conceituais que fundamentam suas escolhas de design e seus objetivos pedagógicos: o Pensamento Computacional, os jogos sérios e a Realidade Virtual aplicada à educação.

2.1. Pensamento Computacional

O Pensamento Computacional (PC) pode ser compreendido como um modo de pensar oriundo da Ciência da Computação que contribui para o desenvolvimento de habilidades como o pensamento lógico, algorítmico e crítico, com vistas à resolução de situações-problema tanto no âmbito escolar quanto na vida cotidiana [Sassi et al. 2023]. Trata-se de uma habilidade para todos, e não apenas para cientistas da computação, sendo fundamental para a abstração e a resolução de problemas independentemente da presença de máquinas [Wing 2006]. A integração do PC na Educação Básica estrutura-se em torno de quatro pilares fundamentais: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos [Filho et al. 2024].

No contexto deste trabalho, dois pilares merecem destaque. A abstração consiste em identificar e selecionar as características essenciais de um problema, descartando informações irrelevantes. O reconhecimento de padrões envolve a identificação de regularidades e semelhanças entre elementos de um conjunto, associando atributos observados a categorias conhecidas. Esses dois pilares são diretamente exercitados na mecânica do *Que Animal?*, no qual o jogador deve abstrair os atributos relevantes das dicas fornecidas e reconhecer o padrão que os associa a uma espécie específica [Leonetti et al. 2024]. No plano normativo, a BNCC e as Normas sobre Computação na Educação Básica [Brasil 2022] reconhecem o PC como competência transversal a ser desenvolvida ao longo de toda a Educação Básica, e a PNED [Brasil 2023] o estabelece como componente curricular obrigatório [Filho et al. 2024].

2.2. Jogos Sérios e Realidade Virtual na Educação

Jogos sérios (*serious games*) [Prensky 2001] são definidos como jogos digitais criados com a intenção de entreter e, simultaneamente, atingir ao menos um objetivo adicional, como aprendizagem ou promoção da saúde [Lee et al. 2023]. Distinguem-se da gamificação e da aprendizagem baseada em jogos (*game-based learning*), que designa a abordagem pedagógica na qual os estudantes exploram aspectos relevantes de jogos em contexto projetado pelo docente [Lee et al. 2023]. O jogo *Que Animal?* adota como fundamento o construcionismo de Papert [Papert 1994], segundo o qual a aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando o estudante constrói ativamente seu conhecimento por meio de artefatos concretos [Leonetti et al. 2024].

A Realidade Virtual (RV) constitui em uma tecnologia computacional que simula situações do mundo real, permitindo a imersão do usuário em um ambiente digital

tridimensional com o auxílio de computadores, óculos ou *headsets* [Almeida et al. 2025]. Quando integrada a jogos sérios, a RV potencializa a experiência pedagógica ao criar ambientes imersivos que promovem engajamento sustentado [Madeira et al. 2025]. Estudos indicam que a RV é especialmente adequada para objetivos de aprendizagem que exigem imersão completa em ambientes digitais simulados, como a exploração de ecossistemas naturais, diferenciando-se da Realidade Aumentada (RA), mais indicada para contextos que requerem interação com o mundo físico [Lee et al. 2023].

3. Trabalhos Correlatos

Esta seção apresenta trabalhos relacionados ao *Que Animal? VR* sob duas perspectivas complementares: jogos sérios com objetivos educacionais definidos e o uso de Realidade Virtual em contextos de ensino-aprendizagem. A relação desses trabalhos com o presente artigo está organizada na Tabela 1.

O jogo *Que Animal?* [Leonetti et al. 2024], trabalho base do qual o presente artigo deriva, é um jogo 2D desenvolvido em Unity com linguagem C#, disponível em plataforma web com suporte a WebGL e em dispositivos Android. O jogador dispõe de 60 segundos para identificar o maior número possível de animais da fauna amazônica a partir de dicas sobre suas características individuais, exercitando os pilares de abstração e reconhecimento de padrões do PC. O *Que Animal? VR* constitui uma evolução direta dessa proposta, transpondo a experiência para um ambiente de RV totalmente imersiva em plataforma Meta Quest, ampliando o grau de imersão e explorando seus efeitos sobre o engajamento e a aprendizagem.



Figura 1. Tela do jogo *Que Animal?* [Leonetti et al. 2024].

Katonová *et al.* (2024) documentaram o design e o desenvolvimento de um jogo educacional 3D em Unity para o ensino de conceitos fundamentais de redes de computadores, estruturado em cinco níveis de dificuldade progressiva. A avaliação com 26 estudantes universitários evidenciou resposta predominantemente positiva quanto à viabilidade de incorporação do jogo às aulas da disciplina, demonstrando a adequação do motor de jogos Unity para jogos educacionais 3D com conteúdo curricular estruturado.

Madeira *et al.* (2025) desenvolveram em Unity dois protótipos de jogos sérios para reabilitação terapêutica de pacientes com doença de Parkinson: o *Wall Game*, uma experiência semi-imersiva com Kinect V2, e o *Object Sorting Game*, uma experiência totalmente imersiva para o Meta Quest 2. Ambos foram avaliados com 30 participantes

por meio do System Usability Scale (SUS) e do NASA Task Load Index (NASA-TLX), obtendo escores SUS classificados como “excelente” e baixa carga cognitiva reportada, confirmando a viabilidade do Meta Quest como plataforma para jogos sérios eficazes e usáveis.

Tabela 1. Quadro comparativo dos trabalhos relacionados.

Trabalho	Plataforma	Objetivo Pedagógico	Instrumento de Avaliação	Relação com o Presente Trabalho
Leonetti et al. (2024) "Que Animal?"	Web (WebGL) Android Unity / C#	Abstração e reconhecimento de padrões do PC; Fauna amazônica	Questionário de feedback (oficinas 2023-2024)	Trabalho base; Origem da mecânica e conjunto de animais
Katonová et al. (2024) Jogo de Redes 3D	PC Desktop Unity / C#	Conceitos fundamentais de redes de computadores	Questionário pós-sessão (n = 26 universitários)	Referência técnica (Unity para jogos educacionais 3D)
Madeira et al. (2025) "Wall Game" e "Object Sorting Game"	Kinect V2 (Semi-imersivo) Meta Quest 2 (Totalmente imersivo) Unity / C#	Reabilitação terapêutica (Parkinson)	SUS + NASA-TLX (n = 30)	Uso de realidade virtual (Meta Quest 2)
Presente trabalho "Que Animal? VR"	Meta Quest 2 Unity / C#	Abstração e reconhecimento de padrões do PC; Fauna amazônica em RV	MEEGA+ adaptado para VR (n=34)	–

Em síntese, os trabalhos analisados evidenciam avanços consistentes no uso de jogos sérios para o desenvolvimento do PC e no uso da RV como ferramenta pedagógica. No entanto, nenhum dos estudos identificados combina, em um único produto, a Realidade Virtual totalmente imersiva, o desenvolvimento explícito de pilares do Pensamento Computacional e o conteúdo temático da fauna amazônica. O *Que Animal? VR* propõe-se a preencher essa lacuna, oferecendo uma contribuição original tanto do ponto de vista tecnológico quanto pedagógico.

4. Metodologia

Esta seção descreve o processo de design, desenvolvimento e avaliação do *Que Animal? VR*, organizado em três subseções.

4.1. Design do Jogo

O *Que Animal? VR* é uma adaptação do jogo *Que Animal?* [Leonetti et al. 2024] para um ambiente de Realidade Virtual totalmente imersiva. O desenvolvimento teve como plataforma-alvo inicial smartphones com Google Cardboard; contudo, as limitações de interação dessa plataforma motivaram a migração para o Meta Quest 2, *headset* que oferece rastreamento de posição, controladores com múltiplos graus de liberdade e suporte a experiências totalmente imersivas, decisão alinhada à perspectiva de que a escolha entre plataformas imersivas deve ser orientada pelos objetivos de aprendizagem e pelo nível de interatividade requerido [Lee et al. 2023].

A mecânica central do jogo original foi preservada: o jogador identifica animais da fauna amazônica a partir de dicas textuais sobre suas características individuais, exercitando os pilares de abstração e reconhecimento de padrões do PC. As principais adaptações realizadas para a versão RV foram: (i) ampliação do tempo de sessão de 60 para 300 segundos; (ii) substituição do clique/toque por apontamento via *raycast* com acionamento do gatilho do controle; e (iii) exibição da espécie correspondente ao modelo selecionado como feedback imediato. Os 13 animais disponíveis e as dicas textuais associadas foram mantidos da versão original. A liberdade de movimentação pelo cenário amazônico tridimensional reforça a dimensão imersiva da experiência, fator associado ao aumento de motivação e engajamento em ambientes educativos de RV [Leonetti et al. 2024].

4.2. Desenvolvimento do Jogo

O *Que Animal?* VR foi desenvolvido ao longo de oito meses por uma equipe multidisciplinar de estudantes dos cursos de Ciência da Computação e Design, utilizando Unity 6 com integração do Meta XR SDK para compatibilidade com o Meta Quest 2. Os *assets* 3D (modelos dos animais, cenário, texturas e animações) foram integralmente criados em Blender. O cenário, apresentado na Figura 2, passou por duas iterações de modelagem, resultando em um mapa aproximadamente três vezes maior que o protótipo inicial, com a adição de espécies de árvores nativas da Amazônia, como a samaúma (*Ceiba pentandra*) e a seringueira (*Hevea brasiliensis*), para ampliar o realismo ambiental. O desenvolvimento dos *assets* foi motivado pela indisponibilidade de materiais focados na fauna brasileira nas lojas digitais.



Figura 2. Evolução do cenário em duas iterações de modelagem: versão inicial (à esquerda) e ambiente final (à direita).

Ao longo do desenvolvimento, foram conduzidos ciclos de testes internos abrangendo estabilidade de *framerate* no *headset*, resposta dos controles, precisão do sistema de *raycast* e ausência de erros de lógica de jogo. O resultado final do ambiente na visão do jogador está apresentado na Figura 3.



Figura 3. Visão do jogador no jogo *Que Animal?* VR.

4.3. Avaliação com Usuários

A avaliação foi conduzida por meio de uma versão adaptada do instrumento *Model for the Evaluation of Educational Games* (MEEGA+) [Petri et al. 2019], modelo validado para

jogos educacionais digitais, estruturado em duas dimensões: usabilidade e experiência do jogador. Para adequar o instrumento ao contexto de RV, questões com baixa aderência ao contexto avaliado foram removidas e novas questões foram incorporadas, contemplando aspectos como a facilidade de uso dos controles do Meta Quest 2 (Q2), o grau de imersão percebido (Q18), a orientação espacial no cenário (Q19) e o conforto físico durante a experiência (Q20). Além disso, questões específicas relacionadas ao contexto do jogo também foram adicionadas, para medir aspectos como dificuldade (Q15 - Q17) e entendimento (Q21). A versão final totalizou 31 questões respondidas em escala Likert, conforme pode ser visualizado na Tabela 2. Essa versão foi validada por um pesquisador especialista interno, garantindo a coerência e a relevância das questões para o contexto de avaliação do jogo em RV.

Tabela 2. Estrutura do questionário MEEGA+ adaptado. Em cinza: Perguntas adicionadas para o contexto de RV e do jogo.

Dimensão		Questões
Usabilidade	Realidade Virtual	1. As instruções do jogo foram claras e suficientes. 2. Os controles do Meta Quest foram fáceis de usar. 3. Foi fácil interagir com os elementos do ambiente virtual. 4. Os elementos visuais (animais, ambiente e dicas) estavam fáceis de ver e entender.
	Estética	5. O design do jogo é atraente (interface, gráficos e etc.). 6. Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes.
	Aprendizabilidade	7. Eu precisei aprender poucas coisas para poder começar a jogar o jogo. 8. Aprender a jogar este jogo foi fácil para mim. 9. Eu acho que a maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente.
	Operabilidade	10. Eu considero o jogo fácil de jogar. 11. As regras do jogo são claras e compreensíveis.
	Acessibilidade	12. As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis. 13. As cores utilizadas no jogo são compreensíveis. 14. O jogo é adequadamente desafiador.
Experiência do Jogador		15. O tempo para jogar está adequado. 16. Você conseguiu relacionar as dicas aos animais com facilidade. 17. Você conseguiu identificar todos os animais. 18. Você se sentiu imerso dentro do ambiente do jogo. 19. Você conseguiu se orientar facilmente no ambiente virtual 20. Você se sentiu confortável durante a experiência. 21. Os objetivos do jogo estavam claros.
Diversão		22. Eu me diverti com o jogo. 23. Aconteceu alguma situação durante o jogo (elementos do jogo, competição e etc.) que me fez sorrir.
Atenção focada		24. Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção. 25. Eu estava tão envolvido no jogo que perdi a noção do tempo. 26. Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo.
Relevância		27. O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses. 28. É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com o tema. 29. O jogo é um método de ensino adequado para este tema. 30. Eu prefiro aprender com este jogo do que de outra forma (outro método de ensino).
Aprendizagem percebida		31. O jogo contribuiu para a minha aprendizagem no tema.

A avaliação foi conduzida presencialmente com 34 participantes, distribuídos em três grupos: (i) uma turma de 5º ano do Ensino Fundamental, composta por 9 crianças de 10 a 11 anos, avaliada em ambiente escolar; (ii) um grupo de 19 jovens entre 13 e 14 anos, avaliado nos laboratórios da universidade durante uma oficina de tecnologia; e (iii) um grupo de 6 estudantes universitários voluntários de diferentes cursos, também avaliados nos laboratórios da FURB. Todos os participantes são residentes da cidade de Blumenau, Santa Catarina. A composição multigrupo permitiu capturar percepções de usabilidade e experiência em diferentes faixas etárias e níveis de familiaridade com tecnologia.

Em todas as sessões, cada participante utilizou individualmente o *headset* Meta Quest 2 por uma sessão única de jogo e, ao término, respondeu ao questionário.

Um facilitador esteve presente para auxiliar no manuseio inicial do equipamento, sem interferir na experiência de jogo. Não foi aplicado pré-teste de conhecimento prévio, de modo que a avaliação foca na percepção subjetiva de usabilidade, qualidade da experiência e potencial pedagógico percebido, abordagem consistente com a adotada por Madeira *et al.* (2025). A maioria dos participantes relatou, durante conversas informais ao longo das sessões, não possuir experiências prévias com *headsets* de RV, o que foi considerado um fator relevante na interpretação dos resultados de usabilidade.

5. Resultados e Discussões

O questionário MEEGA+ adaptado foi respondido por 34 participantes válidos. A Tabela 3 sintetiza os resultados e apresenta as médias e taxas de concordância individuais por questão.

Tabela 3. Resultados do questionário MEEGA+ adaptado, segmentado por grupo etário. M = média; C = concordância; Δ = amplitude entre os grupos.

Item	Dim.	Subdim.	Resumo do item	M 10-11	M 13-14	M Univ.	Δ M	C 10-11	C 13-14	C Univ.	Δ C	M Geral	C Geral
Q1	Usabilidade	RV	Instruções claras	4,56	4,84	5,00	0,44	100%	95%	100%	5%	4,79	97%
Q2			Controles Meta Quest fáceis	4,67	4,32	4,83	0,52	89%	79%	100%	21%	4,50	85%
Q3			Interação no ambiente virtual	4,00	4,05	4,33	0,33	78%	79%	83%	6%	4,09	79%
Q4			Elementos visuais claros	4,44	4,26	4,50	0,24	100%	84%	100%	16%	4,35	91%
Q5		Estética	Design atraente	4,44	4,32	4,67	0,35	89%	89%	100%	11%	4,41	91%
Q6			Textos/cores/fontes consistentes	4,67	4,68	5,00	0,33	100%	95%	100%	5%	4,74	97%
Q7		Aprendizado	Poucas coisas para começar	4,33	4,42	4,83	0,50	78%	79%	100%	22%	4,47	82%
Q8			Aprender a jogar foi fácil	4,11	4,79	4,67	0,68	67%	95%	83%	28%	4,59	85%
Q9			Outros aprenderiam rápido	4,56	4,53	4,83	0,31	100%	95%	100%	5%	4,59	97%
Q10		Operabilidade	Jogo fácil de jogar	4,00	4,84	4,83	0,84	67%	95%	100%	33%	4,62	88%
Q11			Regras claras	4,78	4,63	5,00	0,37	100%	89%	100%	11%	4,74	94%
Q12		Acessibilidade	Fontes legíveis	4,78	4,16	4,67	0,62	100%	79%	100%	21%	4,41	88%
Q13			Cores compreensíveis	4,44	4,63	5,00	0,56	89%	89%	100%	11%	4,65	91%
Q14			Desafio adequado	4,00	3,21	3,50	0,79	78%	47%	50%	30%	3,47	56%
Q15	Experiência	Jogador	Tempo de jogo adequado	4,11	4,21	4,83	0,72	78%	74%	100%	26%	4,29	79%
Q16			Relacionou dicas aos animais	3,78	3,95	4,33	0,56	67%	74%	100%	33%	3,97	76%
Q17			Identificou todos os animais	3,78	3,84	4,17	0,39	78%	58%	83%	25%	3,88	68%
Q18			Sentiu-se imerso	4,44	4,26	4,83	0,57	89%	84%	100%	16%	4,41	88%
Q19			Orientou-se no ambiente	4,56	4,16	4,83	0,68	89%	74%	100%	26%	4,38	82%
Q20			Sentiu-se confortável	4,44	4,53	4,67	0,22	89%	89%	83%	6%	4,53	88%
Q21			Objetivos claros	4,67	5,00	5,00	0,33	100%	100%	100%	0%	4,91	100%
Q22		Diversão	Divertiu-se com o jogo	4,67	4,79	4,50	0,29	100%	95%	83%	17%	4,71	94%
Q23			Situação fez sorrir	4,11	3,11	2,67	1,44	67%	42%	17%	50%	3,29	44%
Q24		Atenção focada	Início capturou atenção	4,44	3,74	3,33	1,11	78%	63%	33%	44%	3,85	62%
Q25			Perdeu noção do tempo	4,11	4,05	4,17	0,11	67%	79%	83%	17%	4,09	76%
Q26			Esqueceu o ambiente ao redor	4,11	3,79	4,33	0,54	78%	63%	83%	20%	3,97	71%
Q27	Relevância	—	Conteúdo relevante aos interesses	4,22	4,11	3,17	1,06	78%	68%	17%	61%	3,97	62%
Q28			Conteúdo relacionado ao tema	4,56	4,68	4,83	0,28	100%	100%	100%	0%	4,68	100%
Q29			Método de ensino adequado	4,44	4,74	5,00	0,56	78%	95%	100%	22%	4,71	91%
Q30	Aprendizagem	Percebida	Prefere aprender com o jogo	4,44	4,05	4,50	0,45	89%	68%	83%	20%	4,24	76%
Q31			Contribuiu para aprendizagem	4,56	4,58	3,83	0,75	100%	89%	50%	50%	4,44	85%

5.1. Usabilidade

O bloco de aprendibilidade (Q1, Q7-Q11) obteve a maior média dentre todos os blocos (4,63; concordância média de 90,69%), com destaque para Q1 “As instruções do jogo foram claras e suficientes” (média 4,79; 97,06% de concordância) e Q9 “Eu acho que a maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente” (97,06% de concordância). Esses resultados indicam curva de aprendizado acessível, mesmo para públicos sem experiência prévia com *headsets* de RV.

O bloco de controles (Q2-Q3) obteve média de 4,29 e concordância média de 90,69%. O desempenho superior de Q2 (“Os controles do Meta Quest foram fáceis de usar”, média 4,50) em relação a Q3 (“Foi fácil interagir com os elementos do ambiente virtual”, média 4,09) sugere que, embora os controladores físicos sejam percebidos como acessíveis, a interação com elementos distribuídos no cenário tridimensional representa

grau maior de desafio motor e espacial (ponto de atenção para refinamentos futuros da mecânica de seleção por *raycast*).

O bloco estético (Q4-Q6, Q12-Q13) obteve média de 4,51 e 91,76% de concordância, refletindo a coerência visual do projeto gráfico desenvolvido pela equipe de design em Blender.

5.2. Experiência do Jogador

O bloco de imersão (Q18-Q20) obteve média de 4,44 e 86,27% de concordância. Destaca-se Q20 “Você se sentiu confortável durante a experiência” (média 4,53; 88,24% de concordância), resultado relevante considerando que o conforto físico em *headsets* de RV é frequentemente apontado como barreira de adoção em públicos mais jovens [Almeida et al. 2025]. Q19 “Você conseguiu se orientar facilmente no ambiente virtual” (82,35% de concordância) obteve o menor valor do bloco, sugerindo que a navegação livre no cenário representa um desafio de orientação espacial para parte dos participantes, endereçável com a adição de elementos de guia visual.

Q21 “Os objetivos do jogo estavam claros” obteve a maior média de todo o questionário (4,91; 100% de concordância), e Q22 “Eu me diverti com o jogo” atingiu média de 4,71 e 94,12% de concordância, indicando que o jogo comunica eficazmente seu propósito lúdico de forma consistente entre os diferentes perfis avaliados.

O bloco de engajamento profundo (Q23-Q26) apresentou maior variabilidade e a menor média entre todos os blocos (3,80). Q25 (“Estava tão envolvido no jogo que perdi a noção do tempo”, média 4,09) e Q26 (“Esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava”, média 3,97) indicam presença parcial de estados de *flow*. Q23 (“Aconteceu alguma situação que me fez sorrir”) registrou o menor valor do questionário (média 3,29; 44,12% de concordância), resultado possivelmente associado à ausência de elementos narrativos ou interações sociais no jogo.

O bloco de desafio (Q14-Q15) obteve a maior disparidade entre respostas (63,24% de concordância média). Q14 “O jogo é adequadamente desafiador” registrou média de 3,47 e apenas 55,88% de concordância, com 10 participantes discordando, resultado coerente com Q16 (76,47% de concordância) e Q17 (67,65%), que indicam heterogeneidade na percepção de dificuldade entre os grupos etários. A ausência de níveis de dificuldade distintos ou de adaptação dinâmica ao desempenho configura uma limitação do design atual, constituindo direção clara para trabalhos futuros.

O bloco de relevância e método (Q27-Q30) obteve média de 4,40 e 82,35% de concordância. Q28 “É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com o tema” atingiu 100% de concordância (média 4,68). A Q31 “O jogo contribuiu para a minha aprendizagem no tema” alcançou 85,29% de concordância (média 4,44), indicando que os participantes perceberam ganho de aprendizagem sobre a fauna amazônica.

A média geral do questionário foi de 4,35, refletindo avaliação consistentemente favorável entre os três grupos. Os pontos que demandam atenção concentram-se no ajuste do nível de desafio e no enriquecimento dos elementos de engajamento afetivo, achados consistentes com a literatura sobre jogos sérios educacionais, que aponta o equilíbrio entre desafio e habilidade como fator crítico para a promoção de estados de *flow* e aprendizagem efetiva [Katonová et al. 2024].

6. Considerações Finais

Este trabalho apresentou o *Que Animal? VR*, um jogo sério desenvolvido em Unity 6 para a plataforma Meta Quest 2, que adapta o jogo educacional *Que Animal?* para um ambiente de Realidade Virtual totalmente imersiva. O jogo propõe a identificação de animais da fauna amazônica a partir de dicas sobre suas características individuais, estimulando os pilares de abstração e reconhecimento de padrões do Pensamento Computacional em alinhamento com as competências previstas na BNCC e nas Normas sobre Computação na Educação Básica. O ambiente tridimensional da Floresta Amazônica, desenvolvido integralmente pela equipe em Blender com espécies de vegetação nativa, foi concebido para ampliar a imersão e o valor pedagógico da experiência em relação à versão 2D original.

A avaliação com 34 participantes de três perfis distintos, estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, jovens de 13 a 14 anos e universitários, por meio do instrumento MEEGA+ adaptado ao contexto de RV produziu resultados consistentemente positivos, com média geral de 4,35 e destaque para a dimensão de usabilidade (média 4,63). Duas questões atingiram 100% de concordância, sendo elas a Q21 (“Os objetivos do jogo estavam claros”) e a Q28 (“É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com o tema”), confirmando a eficácia comunicativa da proposta pedagógica. O conforto durante a experiência em RV e a percepção do jogo como método de ensino adequado reforçam a viabilidade do *Que Animal? VR* como ferramenta de apoio ao ensino de ciências naturais na Educação Básica. A aprendizagem percebida obteve 85,29% de concordância, sem nenhum respondente discordando, indicando que os participantes reconheceram contribuição do jogo para seu conhecimento sobre a fauna amazônica.

Entre as limitações identificadas, destacam-se o nível de desafio percebido como inadequado por parcela dos participantes, a ausência de elementos que provoquem engajamento afetivo mais intenso, a amostra concentrada em uma única região geográfica e a ausência de pré-teste de conhecimento prévio. Esses fatores delimitam o escopo das conclusões e apontam direções concretas de aprimoramento.

Para versões futuras, elencam-se como principais direcionamentos: (i) a implementação de níveis de dificuldade distintos ou mecanismos de adaptação dinâmica ao desempenho do jogador; (ii) a adição de elementos narrativos e personagens para enriquecer o engajamento afetivo; (iii) o fortalecimento do gancho inicial da sessão; e (iv) a condução de estudos com amostras maiores, segmentadas por perfil etário, incluindo instrumentos de pré e pós-teste que permitam mensurar o ganho efetivo de aprendizagem sobre a fauna amazônica e os pilares do PC.

Do ponto de vista da contribuição científica, este trabalho fornece evidências empíricas sobre a viabilidade de jogos sérios em Realidade Virtual imersiva como estratégia pedagógica para estimular competências do Pensamento Computacional e ampliar a percepção de aprendizagem sobre biodiversidade amazônica no contexto da Educação Básica brasileira, combinação ainda escassamente explorada na literatura, como evidenciado pela análise dos trabalhos correlatos. O *Que Animal? VR* está disponível para uso educacional, abrindo perspectivas para sua integração a práticas pedagógicas supervisionadas em contexto escolar, e pode ser acessado em <https://ldttfurb.github.io/site/QueAnimalVR>.

Referências

- Almeida, T. d. A., Diniz, E. N., Barbosa, A. V. C. R., do Espírito Santo, A. C., e de Siqueira, A. P. L. (2025). A realidade virtual no ensino fundamental: perspectivas e possibilidades de aplicação no contexto da educação brasileira. *Revista Educação & Ensino*, 9.
- Brasil (2022). Resolução CNE/CEB nº 2, de 17 de fevereiro de 2022. institui as normas sobre computação na educação básica - complemento à BNCC. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 fev. 2022.
- Brasil (2023). Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023. institui a política nacional de educação digital. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jan. 2023.
- Coelho, D., Santos, I., Oliveira, K., e Beleti, C. (2025). Panorama das pesquisas sobre pensamento computacional e ensino de computação no ensino fundamental: Um mapeamento sistemático. *Anais do Computer on the Beach*, 16:294–301.
- Filho, O. S., Braga, A., Braga, R., e Santana, T. (2024). Análise do desenvolvimento de pensamento computacional por meio de ações de programação aplicada na educação básica. In *Anais da XII Escola Regional de Informática de Goiás*, pages 249–250, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Katonová, E. A., Mantič, D., e Fecil'ak, P. (2024). Design and development of an interactive 3D educational game for teaching fundamental concepts in computer networks. In *2024 International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*. IEEE.
- Lee, L.-K., Fung, Y.-C., Hao, T., Cheung, S. K., Lu, A., U, L. H., Wang, F. L., Chui, K. T., Hui, Y. K., e Wu, N.-I. (2023). Design of serious games for blended learning: Virtual reality or augmented reality? In *2023 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, pages 210–213. IEEE.
- Leonetti, U. O. d. A. N., Chiamolera, B., Son, L. H. L., Fruet, L., Bloemer, M. L., Santos, B. F. F., Kohler, L. P. d. A., e Lopes, M. C. (2024). Arena de jogos: que animal. In *Anais Estendidos do XIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2024)*, pages 253–256.
- Madeira, R. N., Santos, P. A., e Pinto, D. (2025). Prototyping therapeutic gaming: from semi-immersive to fully immersive VR experience for parkinson's disease. In *2025 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*. IEEE.
- Nascimento, R. B., da Costa, P. N., de Oliveira, A. T., Corrêa, R. C., e Calderaro, K. C. L. (2021). A utilização do zoológico CIGS como ferramenta para o ensino da biodiversidade amazônica. *REnBio - Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, 14(2):748–758.
- Papert, S. (1994). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Artes Medicas.
- Petri, G., von Wangenheim, C. G., e Borgatto, A. F. (2019). MEEGA+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE*, 27(3):52–81.

Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill, New York.

Sassi, S. B., Maciel, C., e Pereira, V. C. (2023). Análise descritiva das atividades sobre pensamento computacional em livros didáticos à luz da BNCC. In *Anais do XIV Computer on the Beach*, Florianópolis, SC, Brasil.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33–35.